

CAROLINE NASCIMENTO MOSSINATO

**Comparativo orçamentário e ambiental: sistema
construtivo convencional e Light Steel Frame**

Caroline Nascimento Mossinato

**Comparativo orçamentário e ambiental: sistema
construtivo convencional e Light Steel Frame**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Daniel Clemente
Vieira Rêgo da Silva

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Márcia Regina
de Freitas

Guaratinguetá - SP

2017

M913c Mossinato, Caroline Nascimento
Comparativo orçamentário e ambiental: sistema construtivo convencional e Light Steel Frame / Caroline Nascimento Mossinato – Guaratinguetá, 2017.
92 f. : il.
Bibliografia : f. 63-66

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Daniel Clemente Vieira Rego da Silva
Co-orientadora: Profª Drª Márcia Regina de Freitas

1. Alvenaria. 2. Indústria de construção civil – Aspectos ambientais.
3. Aço galvanizado. 4. Construção civil. I. Título

CDU 693.2


Luciana Máximo

Bibliotecária/CRB-8 3595

CAROLINE NASCIMENTO MOSSINATO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO

Prof. Dr. ENOS ARNEIRO NOGUEIRA SILVA

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Msc. Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva

Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. Márcia Regina de Freitas

UNESP-FEG


Prof. Dr. Antônio Wanderley Terni

UNESP-FEG

Novembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, pela sabedoria, inteligência, perseverança e força dadas à mim.

à minha mãe Silvia, meu pai Luiz, meus irmãos André e Eduardo, meu namorado Fábio, meus amigos, em especial Kathya, Aline e Júlia, que me apoiaram em todos os momentos da minha vida universitária, me encorajaram a lutar pelos meus sonhos, acreditaram em mim e que mesmo distantes permaneceram ao meu lado.

ao meu orientador, Prof. Msc. Daniel Clemente Vieira Rêgo da Silva que me orientou, auxiliou e se dedicou para me ajudar a executar este trabalho.

aos meus professores, que me ensinaram dentro e fora da sala de aula e que dedicaram parte de suas vidas à disseminação de conhecimento.

aos funcionários da Faculdade de Engenharia dos Campus de Guaratinguetá, pela dedicação, atendimento e excelente trabalho realizado.

RESUMO

O crescimento populacional nas últimas décadas tem alavancado a construção civil no país, porém muitos brasileiros ainda habitam moradias com condições precárias, ou vivem em coabitação forçada. O investimento neste setor é alto, no entanto, não atende à demanda de moradias e, ainda, é responsável por grande parcela dos impactos que levam à degradação ambiental. Uma das alternativas para construção de residências e minimização dos impactos ambientais é o sistema construtivo Light Steel Frame, composto por painéis de perfis de aço galvanizado, que tem como vantagens a rápida execução, alta produtividade e pouca geração de resíduos, garantindo a qualidade e conforto ao usuário. Este trabalho teve como objetivo analisar o projeto de duas residências, uma com Light Steel Frame e outra em Alvenaria, apresentando qual dos sistemas construtivos foi ambientalmente e financeiramente mais viável, além de disseminar o conhecimento do Light Steel Frame, que hoje é pouco difundido no país. A partir de um projeto anteriormente executado, realizou-se o levantamento do custo direto total da obra para ambos sistemas construtivos e da quantidade de CO₂ e água a serem poupados construindo com o Steel Frame. Para isso, utilizou-se preços, composições de serviços, índices de produtividade e consumo de cimento extraídos da Tabela SINAPI, TCPO 13 e da literatura, obtendo, assim, o custo final da obra e a emissão de CO₂ na atmosfera para ambos sistemas construtivos. Concluiu-se que, para a execução das residências analisadas neste trabalho, o Light Steel Frame é mais viável financeiramente e ambientalmente se comparado ao Sistema Construtivo Convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria. Impacto ambiental. Estrutura de aço leve. Orçamento.

ABSTRACT

In the last few decades the population growth has been leveraging construction in our country, however many Brazilians still dwell in substandard housing or in forced cohabitation. There is a high investment in this sector, whereas it does not supply the demand for dwelling and it is responsible for a huge share of impacts that results in ambiental degradation. Light Steel Frame building system is a option for residences constructions and minimization of environmental impacts, which is built using galvanized steel profiles. Some of the advantages are: quick execution, high productivity and low generation of residues, ensuring quality and confort for the user. The budget and environmental evaluation summarized in this study aims to overview two residences, one built using Light Steel Frame e other using the conventional construction system, summarizing which one was the introduce the most environmentally and cost-effective building system, in addition to disseminate knowledge upon Light Steel Frame, which is not widely diffused in Brazil. This study was carried on, based in a previously executed project, determining a construction cost survey for both building systems and amount of CO₂ plus water spared. For this purpose, was studied costs, servisse compositions, production indexes ans cement consumption, based on the SINAPI Tabel, TCPO 13 and literature, achieving a total expense, for Light Steel Frame, lower than the conventional Construction System, as well as the emission of CO₂.

KEYWORDS: Mansory. Environmental impact. Light steel frame. Budget.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cadeia produtiva da construção.....	13
Figura 2 - Sistema construtivo convencional em concreto armado.....	18
Figura 3 – Detalhe de nivelamento da elevação da alvenaria.....	19
Figura 4- Detalhe de fundação profunda	20
Figura 5 - Fundações rasas: Bloco (a), Sapata (b) e Radier (c).....	20
Figura 6 – Componentes do Sistema Construtivo Convencional.....	21
Figura 7 – Detalhe de fôrma utilizada em vigamento	21
Figura 8 – Estrutura básica do Light Steel Frame	22
Figura 9 – Estrutura em Wood Frame	23
Figura 10 – Detalhe de ancoragem de painel estrutural a uma laje radier.....	24
Figura 11 – Detalhe esquemático de painel estrutural com abertura.....	25
Figura 12 – Detalhe do contraventamento em “X” em painel.....	26
Figura 13 – Perfis utilizados em piso	27
Figura 14 – Desenho esquemático da laje seca	28
Figura 15 – Desenho esquemático da laje úmida	28
Figura 16 – Instalação de lã de vidro em painel.....	29
Figura 17 – Cobertura metálica de Light Steel Frame.....	30
Figura 18 – Planta baixa da residência utilizando o método construtivo convencional.....	36
Figura 19 – Fachadas e cortes utilizando o método construtivo convencional	37
Figura 20 – Detalhes do contra piso e das estacas.....	38
Figura 21 – Planta baixa utilizado no Sistema Construtivo Light Steel Frame.....	39
Figura 22 – Comparação do custo direto de cada serviço	45
Figura 23 – Comparação do Custo direto total.....	46
Figura 24 – Planilha de tarefas planejadas para a obra.....	48
Figura 25 – Gráfico de Gantt (Light Steel Frame)	49
Figura 26 – Horas trabalhadas em cada serviço	49
Figura 27 – Horas de trabalho realizadas por cada profissional.....	50
Figura 28 – Custo com mão de obra nos serviços específicos do Light Steel Frame	50
Figura 29 – Planilha de Tarefas planejadas na obra	51
Figura 30 – Gráfico de Gantt (Alvenaria)	52
Figura 31 – Horas trabalhadas em cada serviço	52

Figura 32 – Horas de trabalho realizadas por cada profissional.....	53
Figura 33 – Custo com mão de obra nos serviços específicos da Alvenaria.....	54
Figura 34 – Comparativo da quantidade de CO ₂ emitida pelos Sistemas Construtivos.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos diretos do Sistema Construtivo Light Steel Frame	43
Tabela 2 – Custos diretos do Sistema Construtivo Convencional.....	44
Tabela 3 – Produtividade – Steel Frame.....	46
Tabela 4 – Produtividade – Sistema Construtivo Convencional	47
Tabela 5 – Produtividade – Sistema Construtivo Steel Frame	47
Tabela 6 – Planejamento da execução dos serviços da obra	50
Tabela 7 – Custo com mão de obra nos serviços específicos do Light Steel Frame	51
Tabela 8 – Planejamento da execução dos serviços da obra	53
Tabela 9 – Custo com mão de obra nos serviços específicos da Alvenaria	54
Tabela 10 – Quantidade de cimento consumida nos serviços do Sistema Construtivo Convencional.....	55
Tabela 11 – Quantidade de água consumida nos serviços do Sistema Construtivo Convencional.....	55
Tabela 12 – Quantidade de aço utilizada nos serviços do Light Steel Frame	55
Tabela 13 – Quantidade de CO ₂ emitida pelos Sistema Construtivo	56
Tabela 14 – Comparação do Custo Direto Total	57
Tabela 15 – Comparação do Custo Direto da Fundação	58
Tabela 16 – Comparação do Custo Direto da Superestrutura	58
Tabela 17 – Comparação do Custo Direto do Revestimento.....	59
Tabela 18 – Comparação do Custo Direto da Cobertura.....	59
Tabela 19 – Comparação da Emissão de CO ₂	60
Tabela 20 – Comparação da Velocidade de Execução das Residências	61

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO ₂	Monóxido de Carbono
COHAPAR	Companhia de Habitação do Paraná
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPS	Poliestireno Expandido
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MS Projetc	Microsoft Project
NBR	Norma Brasileira
OSB	Oriented Strand Board
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Policloreto de Vinila
SBD	Sistema Badra de Dados
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	15
3	JUSTIFICATIVA	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1	SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL	18
4.2	SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME	22
4.3	IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	30
4.4	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	32
4.5	ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	33
5	METODOLOGIA.....	35
5.1	ESTUDO DE CASO	35
5.1.1	Sistema Construtivo Convencional	37
5.1.2	Sistema Construtivo Light Steel Frame.....	39
5.2	LEVANTAMENTO DA MÃO DE OBRA	40
5.3	LEVANTAMENTO DE CUSTOS	40
5.4	CRONOGRAMA	41
5.5	ANÁLISE AMBIENTAL.....	41
5.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
6	RESULTADOS	43
6.1	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS.....	43
6.2	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	46
6.3	CRONOGRAMA	48

6.3.1	Light Steel Frame	48
6.3.2	Sistema Construtivo Convencional	51
6.4	QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	54
7	DISCUSSÃO	57
8	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – MODELO DO QUADRO DO CUSTO UNITÁRIO DOS SERVIÇOS.....	67
	APÊNDICE B – TABELAS DO LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DIRETOS	68
	ANEXO A – TABELA DE PRODUTIVIDADE FORNECIDO PELA SBD.....	85

1 INTRODUÇÃO

O ser humano sempre buscou sobrevivência e conforto e, para isso, se utiliza do meio ambiente e dos recursos que o mesmo oferece. Com o passar dos séculos, a tecnologia evoluiu e criaram-se métodos construtivos para construir moradias para a população. No século XX ocorreu um crescimento populacional extraordinário e, a partir de então, houve um uso intensivo dos recursos naturais que dura até os dias de hoje.

A população brasileira cresceu rapidamente nas últimas décadas, alavancando a construção civil e a urbanização. Embora hoje haja um declínio do crescimento demográfico, o número de famílias que necessitam de habitação ainda é elevado. Entre 2010 e 2016, a taxa média de crescimento foi de 0,88 % ao ano, sendo esperado uma diminuição para 0,69 % ao ano entre 2016 e 2022, atingindo assim 214.745 de habitantes (FIESP, 2016).

O déficit habitacional está concentrado na população de menor poder aquisitivo, o que representa pessoas que vivem em moradias que não possuem condições de serem habitadas em razão de sua precária infraestrutura ou em coabitação familiar forçada, que não possuem condições financeiras para pagamento de aluguel ou que moram em casas ou apartamentos com grande densidade. Em 2014, o déficit habitacional no Brasil foi de 6,068 milhões de moradias, sendo 87,6 % déficit urbano, englobando, portanto, 5,315 milhões de pessoas (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2016). Mesmo havendo no país um déficit habitacional grande, há investimentos para a construção de moradias. O Brasil, em 2016, investiu R\$592 bilhões na construção civil, sendo R\$397 bilhões o montante investido pelas construtoras e R\$245 bilhões pelos trabalhadores por conta própria (FIESP, 2016).

A Construção Civil correspondeu, no ano passado, à 5,6 % do Produto Interno Bruto (PIB) Total do Brasil, contribuindo, assim, para o dinamismo de muitos segmentos industriais e de serviços e com a geração de empregos. A cadeia da construção civil engloba todas as etapas produtivas, desde a retirada da matéria prima até a construção pronta, além de investidores em qualquer ativo produzido pela construção, como mostra a Figura 1. A mesma foi responsável pelo emprego de 12,5 milhões de pessoas em 2016, 13,7 % da população do país (FIESP, 2016).

Figura 1 - Cadeia produtiva da construção



Fonte: FIESP (2016)

Em contrapartida, esse setor é responsável por grande parte dos impactos e da degradação ambiental, como a poluição do meio ambiente, consumo de recursos naturais, modificação da paisagem e geração de resíduos. Dentro do canteiro de obras, são gerados grandes volumes de resíduos como os de concreto, ferragens, gesso, madeira, tintas, solventes, entre outros. Além disso, há um consumo elevado de energia elétrica e água utilizados em processos e em materiais importantes da construção, como argamassa e concreto.

A fabricação do cimento, material essencial e utilizado em todos os setores da construção civil, tem um alto consumo energético e emite muitos gases poluentes. Sua indústria é a maior emissora de CO₂, emitindo-o na queima de combustível fóssil para geração de energia térmica e na produção de clínquer, a partir da calcinação do calcário. Aproximadamente 90% das emissões de CO₂ oriundas desta indústria ocorrem na produção do clínquer e o restante é proveniente do transporte das matérias-primas e da energia elétrica da fábrica (BRASIL, 2010). Boden, Marland e Andres (2017) mostram em sua pesquisa que, em 2014, aproximadamente 568 milhões de toneladas métricas de carbono, provenientes da produção de cimento, foram emitidas na atmosfera, e que, se comparado a última década, os valores mais que dobraram, evidenciando o crescimento da indústria da construção civil e seus impactos no meio ambiente.

O aço é uma liga formada basicamente de ferro e carbono. A Confederação Nacional da Indústria (2012) diz que, para sua produção, consome-se um intensivo volume de matérias-

primas e insumos como carvão mineral ou vegetal, ferro-gusa, calcário cru, cal calcítica, coque e sinter. O aço pode ser produzido através do minério de ferro, calcário e coque, chamado processo integrado, ou a partir de sucata, chamado processo semi-integrado.

A partir da década de 1950, o avanço tecnológico possibilitou o aumento da eficiência energética no setor siderúrgico, reduzindo o consumo de matérias-primas e proporcionando o reaproveitamento de gases e resíduos provenientes do processo de fabricação do aço. A sua reciclagem ocorre sem que haja a perda de qualidade do material e é obtida na fabricação pela rota semi-integrada, utilizando-se de sucata como insumo e reduzindo o consumo de recursos não renováveis. De Spot (2002) diz que para cada tonelada de aço reciclada, poupa-se 1130 kg de ferro, 634 kg de carvão e 54 kg de calcário; além disso, há um menor volume de poluentes emitidos à atmosfera e menor consumo de energia. Em média, para a produção de 1 tonelada de aço são emitidas 1,8 toneladas de CO₂ na atmosfera (WORLDSTEEL ASSOCIATION, 2017). Segundo Gervásio (2008), o aço pode ser considerado amigo do meio ambiente, uma vez que o mesmo pode ser reciclado, contribuindo assim para uma mudança no cenário ambiental atual. Um sistema construtivo conhecido mundialmente, principalmente na Europa, que utiliza o aço como estrutura é o Light Steel Frame.

Segundo Reis, Fadigas e Carvalho (2005), o desenvolvimento sustentável engloba, além da questão ambiental, os problemas provenientes da pobreza, como saúde e moradia. Uma infraestrutura básica é capaz de reduzir a pobreza em um centro urbano ou rural e promover o desenvolvimento da região. Países em desenvolvimento investem cerca de US\$200 bilhões por ano em infraestrutura, porém cerca de 1 bilhão de pessoas ainda não possuem acesso à água limpa, mostrando como o investimento do capital é mal alocado ou perdido em estruturas ineficientes.

A exploração dos recursos naturais do meio ambiente provoca sérios prejuízos e impactos ambientais, porém é necessária e indispensável para a sobrevivência humana. Desse modo, o manejo sustentável da extração de recursos, das construções a serem desenvolvidas e o modo de disposição dos resíduos da construção civil torna-se imprescindível para a continuidade de vida no nosso planeta. Os impactos ambientais tornaram-se mais conhecidos nos últimos anos e o desenvolvimento sustentável começou a ser visto como algo fundamental para que haja harmonia entre o ser humano e o meio ambiente.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um comparativo orçamentário e ambiental de uma residência anteriormente executada utilizando o Sistema Construtivo Convencional e o Sistema Construtivo Light Steel Frame, a fim de concluir qual dos métodos é mais viável no viés financeiro e ambiental, considerando também a rapidez na execução.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Caracterizar os impactos ambientais provocados pelo sistema construtivo convencional;
- Analisar o projeto de duas residências anteriormente executadas com sistema construtivo convencional e Light Steel Frame, o levantamento de quantitativos e os custos diretos para ambos sistemas construtivos;
- Levantar os custos diretos do sistema construtivo convencional e do Light Steel Frame para a habitação proposta neste trabalho;
- Analisar a variação do custo direto e do tempo de execução entre os dois sistemas construtivos;
- Analisar vantagens e desvantagens do método Light Steel Frame, no âmbito ambiental e financeiro.

3 JUSTIFICATIVA

A população brasileira passou de 173,4 milhões para 195,5 milhões, tendo como previsão chegar em 2022 aos 214,75 milhões, sendo o centro-oeste a área com a maior taxa de crescimento, de 1,40 % ao ano (IBGE, 2013). Segundo a Fundação João Pinheiro (2016), em 2014 o número de famílias no déficit habitacional era de 6,068 milhões, portanto, para que todas as famílias do Brasil tivessem uma habitação, seria necessário construir ou reformar quase 7 milhões de habitações. A política habitacional brasileira deveria investir para que essa meta fosse atingida, porém o custo elevado da construção de moradias, juntamente com fatores econômicos e políticos, impede que isto ocorra. A construção das novas moradias deve mobilizar cerca de R\$ 361 bilhões por ano (6% do PIB) do período de 2017 a 2020, considerando o valor do imóvel como R\$130 mil em 2016, uma valorização de 3% no imóvel e recursos para reformas de imóveis residenciais (FIESP, 2016).

Com uma redução nos custos da construção e em seu cronograma, é possível construir mais habitações em tempos menores, utilizando-se dos programas governamentais e financiamentos existentes, diminuindo, desse modo, o déficit habitacional que hoje atinge o país. Não somente programas como Minha Casa Minha Vida e financiamento da Caixa, mas também indústria, comércio e a população em geral podem utilizar métodos construtivos mais eficientes e econômicos para conquistarem seu imóvel.

Além dos aspectos financeiros, a preocupação com o meio ambiente também é um ponto que deve ser levado em consideração ao se tratar de construção civil. Toda intervenção feita pelo homem causa impactos ao meio ambiente e estes causados pela construção civil provém de construções, demolições, reformas, obras viárias, escavação, limpeza de terreno, disposição de resíduos, entre outros. Durante o ciclo de vida da obra, ocorrem impactos ambientais no canteiro de obras, como o desperdício de materiais ao serem armazenados, transportados, utilizados em processos construtivos e em seu retrabalho.

De acordo com Pinto (1999), a intensidade da perda no canteiro de obras se situava entre 20% e 30% da massa total de materiais, porém, segundo Agopyan (1998), as perdas caíram para 8%. A partir desses dados, torna-se indispensável buscar métodos construtivos que contribuam para o aumento da eficiência da construção, diminuição dos impactos ambientais e dos custos totais da obra, porém preservando o bem-estar do usuário. Dentro deste contexto

insere-se o estudo sobre o sistema construtivo Light Steel Frame (LSF), a fim tornar-se mais conhecido e utilizado na construção civil.

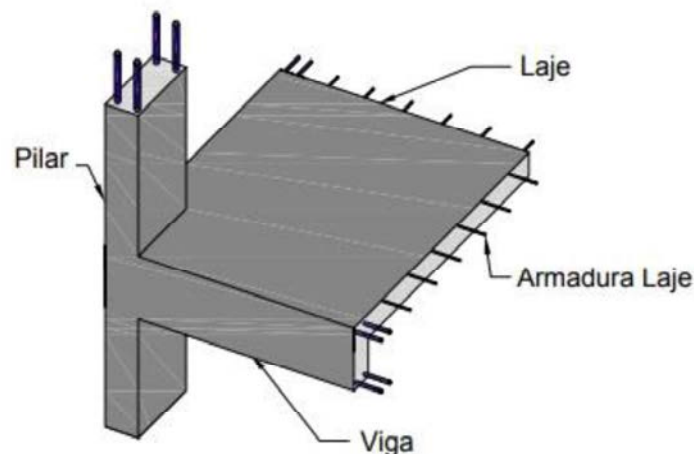
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das maiores dificuldades nos dias de hoje é a correta determinação do sistema construtivo para cada obra. Pinho e Penna (2008) dizem que a melhor solução estrutural deve ser escolhida com base no conhecimento dos sistemas e suas características e não deve ser influenciada por preconceitos e desconhecimentos. Portanto, não se deve julgar, à priori, que estruturas de aço são mais caras, frágeis, ausentes de proteção contra fogo, ruído e calor, entre outros paradigmas. É necessário avaliar os benefícios de cada estrutura e assim escolher a melhor solução para a construção em particular, levando em conta seu custo, desempenho, tempo de construção, sua geração de impactos ambientais, estética, qualidade, durabilidade e das necessidades da obra, de maneira racional e assertiva. Para tanto, é necessário conhecer a fundo os sistemas construtivos disponíveis no mercado e as características da obra em questão.

4.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

O sistema convencional, composto por pilares, vigas e lajes de concreto armado e vedado com tijolos cerâmicos, conforme ilustrado na Figura 2, é o método de construção predominante no Brasil, caracterizado pela baixa produtividade e grande desperdício de materiais (VASQUES; PIZZO, 2014).

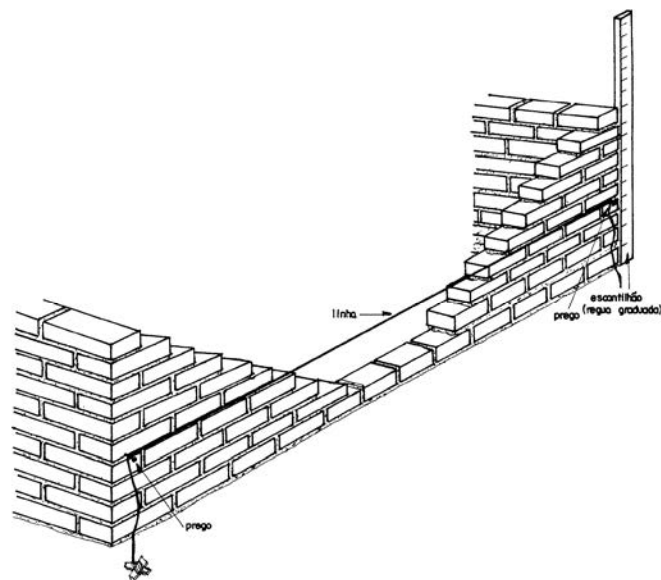
Figura 2 - Sistema construtivo convencional em concreto armado



Fonte: Spohr (2008)

A alvenaria é o termo dado às paredes executadas com tijolos ou blocos de cimento intertravados por meio de argamassa, servindo na execução de edifícios, conforme ilustrado na Figura 3. Ela tem a finalidade estrutural, de proteção, resistência mecânica e isolamento termo acústico, podendo ser exterior ou interior (MARTINS, 2009). De acordo com Kaefer (1998), a alvenaria é utilizada desde os primórdios da civilização, na Mesopotâmia, com tijolos de barro cozidos, maleáveis, porém pouco resistentes. Com o passar dos séculos, foi aperfeiçoada, a partir dos avanços da tecnologia, até o que conhecemos hoje, tais como blocos e tijolos cerâmicos.

Figura 3 – Detalhe de nivelamento da elevação da alvenaria



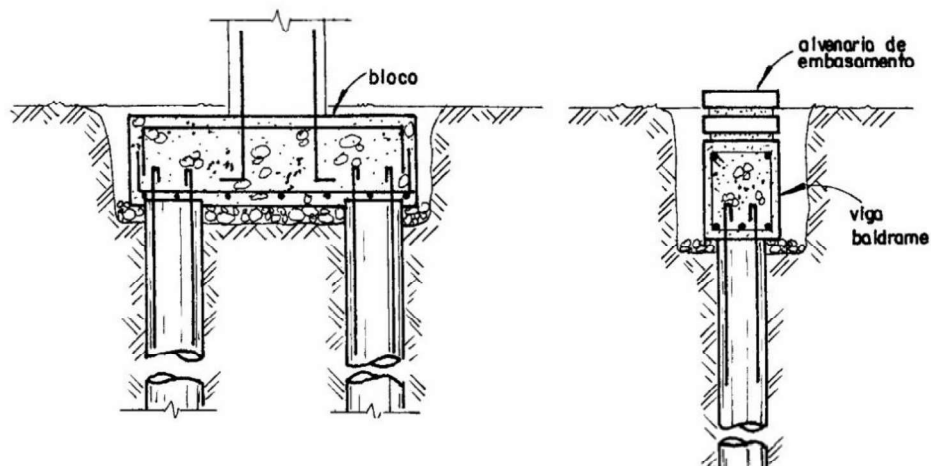
Fonte: Milito (2009)

Segundo Azeredo (1997), o concreto é uma mistura de cimento, água e materiais inertes, como areia e brita, que, a partir de reações químicas e tratamento adequado, endurece e desenvolve sua resistência. O concreto é reconhecido por sua durabilidade, boa resistência à vibrações, choques e temperaturas elevadas, além da facilidade em se obter os materiais utilizados para a sua execução nas proximidades de obras. O concreto armado foi citado pela primeira vez como “cimento armado” em 1850 por Joseph Louis Lambot na França, quando o mesmo executou uma canoa utilizando barras finas de ferro entrelaçadas, barras mais grossas e argamassa. Em 1854, William Boutland Wilkison patenteou, na Inglaterra, um sistema de lajes nervuradas, começando um dos primeiros estudos estruturais do concreto armado (KAEFER,

1998). A associação do aço ao concreto é chamada de concreto armado, e sua finalidade é potencializar a resistência desses materiais. A boa aderência entre eles e o fato do concreto proteger o aço contra a corrosão é o que tornou esta junção eficiente (AZEREDO, 1997).

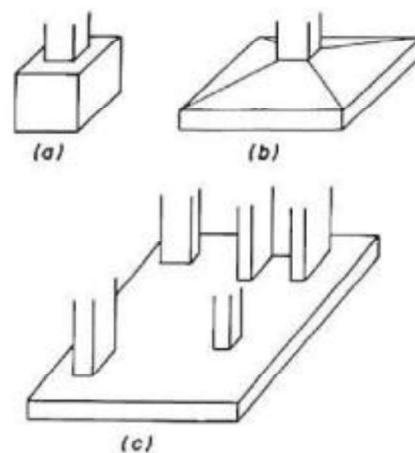
Na construção convencional, a obra é iniciada pela etapa de fundação, utilizando fundações rasas, como radies e sapatas, ou profundas, como estacas e tubulões, empregando a mais adequada técnica e economicamente. A fundação distribui as cargas provenientes da superestrutura ao terreno de modo a não rompê-lo, e sem causar recalques anômalos. As Figuras 4 e 5 representam as fundações profundas e rasas, respectivamente.

Figura 4- Detalhe de fundação profunda



Fonte: Milito (2009)

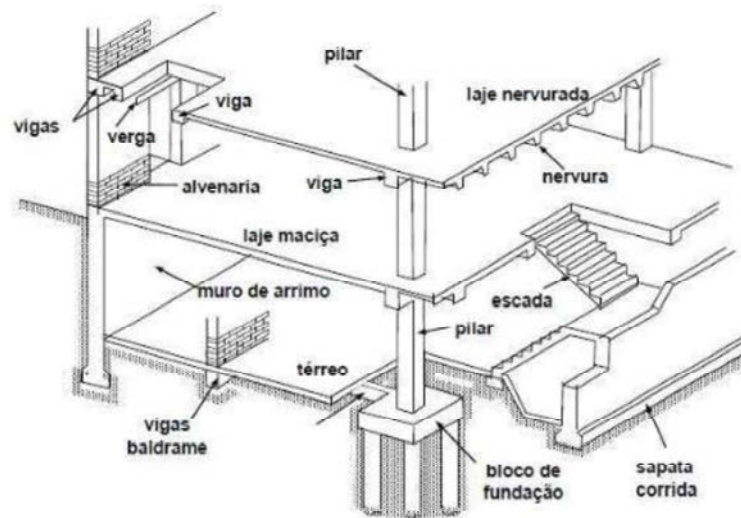
Figura 5 - Fundações rasas: Bloco (a), Sapata (b) e Radier (c)



Fonte: Tizott (2013)

Em seguida, há a execução da estrutura e vedação, com cintas de amarração, bloco de coroamento, vigas baldrame, alicerce de alvenaria devidamente impermeabilizados, pilares, vigas, lajes e a alvenaria, conforme Figura 6.

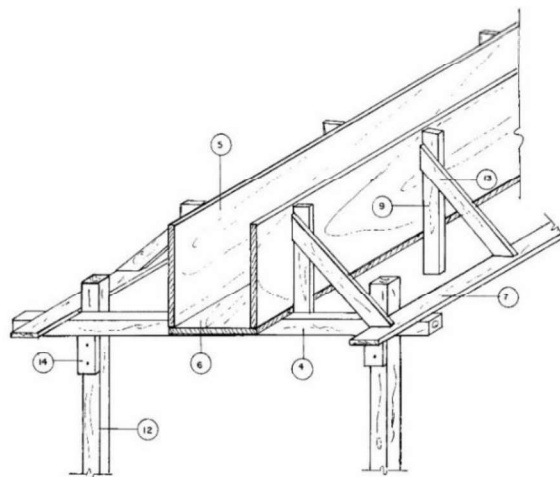
Figura 6 – Componentes do Sistema Construtivo Convencional



Fonte: Deifeld (2013)

As estruturas de concreto armado são executadas com auxílio de fôrmas de madeira devidamente dimensionadas e estanques, juntamente com o escoramento e contraventamento, de acordo com Figura 7.

Figura 7 – Detalhe de fôrma utilizada em vigamento



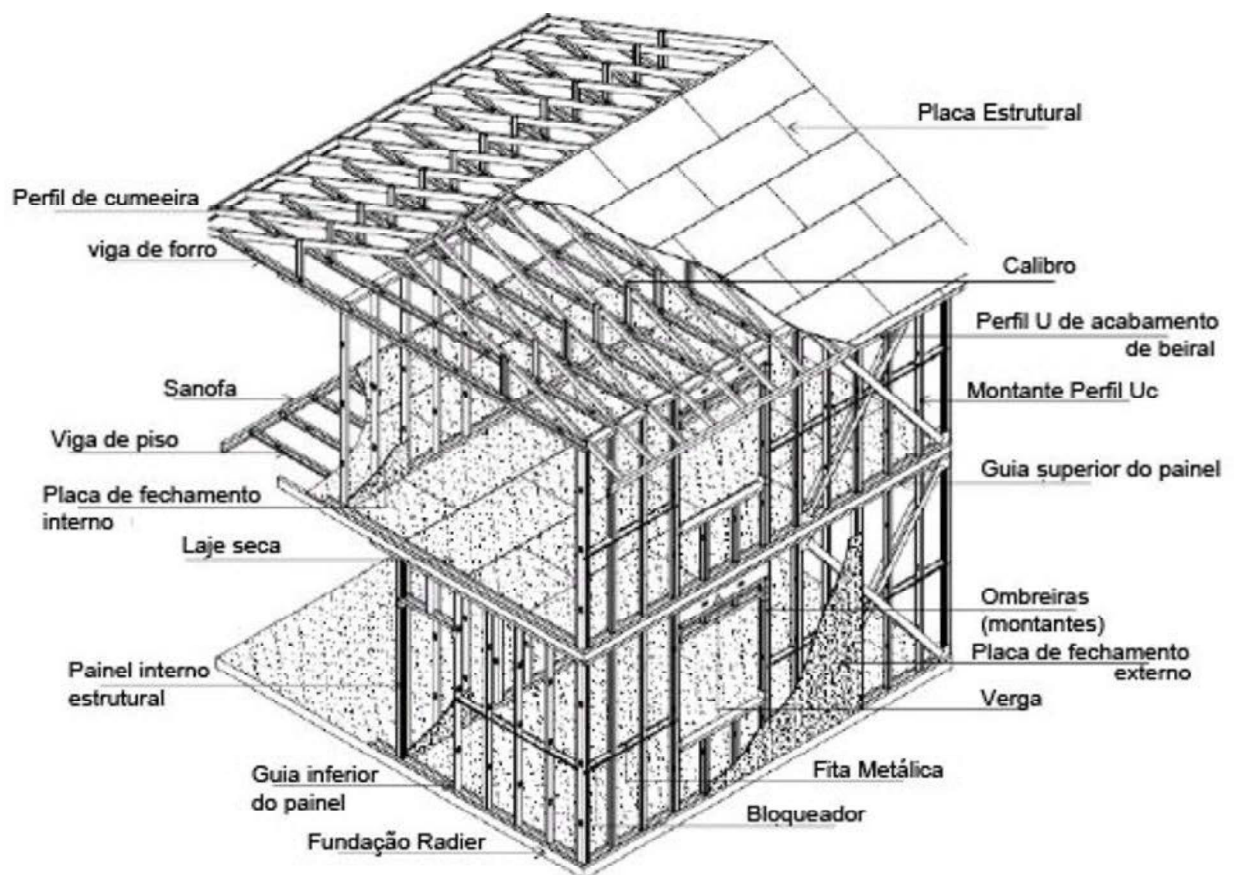
Fonte: Milito (2009)

A armadura deve ser dimensionada para resistir os esforços normais, cortantes, momentos fletores e torções, absorvendo as tensões de tração e cisalhamento. A vedação é realizada utilizando, comumente, tijolos ou blocos de concreto, com diferentes tipos de amarrações, assentando-os com argamassa (MILITO, 2009).

4.2 SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME

O Light Steel Frame é um sistema construtivo industrializado e racional, composto por perfis leves de aço galvanizado formados a frio, que constituem toda a estrutura da edificação, como painéis estruturais e não estruturais, vigas, pilares e tesouras de telhado (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012). A Figura 8 mostra os componentes estruturais e de vedação do Steel Frame.

Figura 8 – Estrutura básica do Light Steel Frame



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

As normas técnicas brasileiras que regularizam esse sistema construtivo são a ABNT NBR 14762:2010 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio: Procedimento e a ABNT NBR 15253:2014 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações - Requisitos gerais.

Segundo Rodrigues e Caldas (2016), a chapa de aço galvanizado, sendo conformada a frio, tem suas propriedades alteradas, tornando-se menos dúctil e elevando sua resistência ao escoamento. Além disso, ao aumentar a relação largura-espessura dos perfis, há um melhor aproveitamento dos mesmos, tornando-os mais leves e econômicos, com os devidos cálculos com relação a flambagem dos elementos.

Esse sistema construtivo teve início no século XX e foi baseado no método construtivo Wood Frame, que utiliza estrutura de madeira leve tratada para a execução de construções, como ilustrado na Figura 9, e é muito difundido na Europa e nos Estados Unidos (VASQUES; PIZZO, 2014).

Figura 9 – Estrutura em Wood Frame



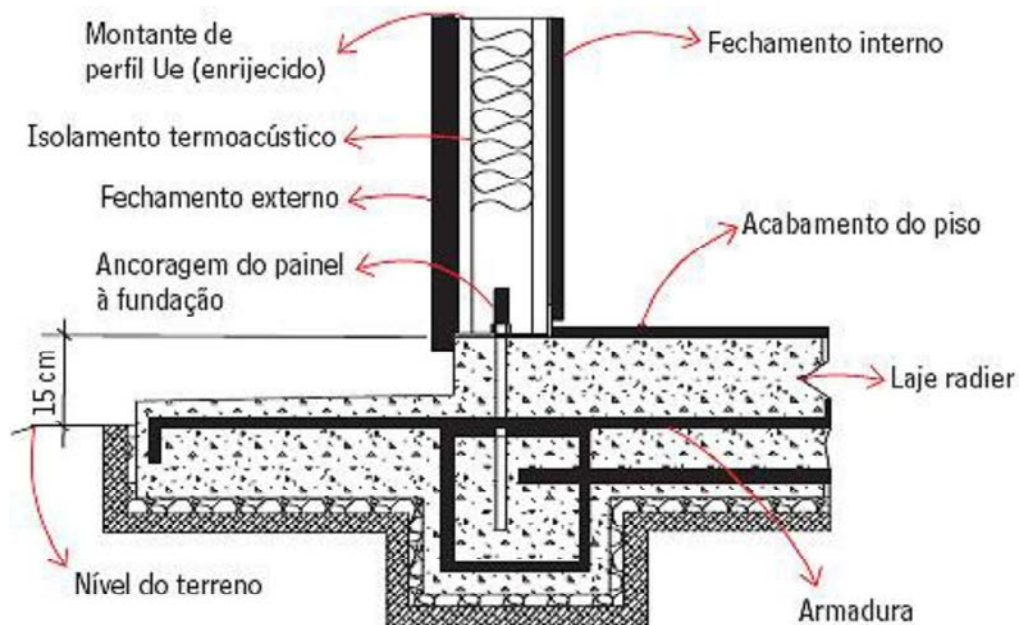
Fonte: Bertolini (2013)

O LSF tomou força após a Segunda Guerra Mundial, quando os processos para fabricação dos perfis de aço evoluíram, e o mesmo tornou-se mais vantajoso que a madeira nos quesitos resistência e eficiência estrutural (BATEMAN, 1998). De acordo com Rodrigues e Caldas

(2016), o LSF tem sido utilizado intensamente nas construções no Japão, Estados Unidos, Inglaterra, Austrália e Canadá há aproximadamente 35 anos.

Santiago, Freitas e Crasto (2012) mostram que o LSF é composto de subsistemas, além da estrutura de aço, que são a fundação, o sistema de isolamento termo acústico, fechamento interno e externo, além da parte elétrica e hidráulica. Segundo Furtado (2016), as fundações utilizadas neste sistema construtivo são mais econômicas se comparado à superestrutura executada com concreto armado, sendo as mais comuns vigas baldrame, sapata corrida e radier. Como as cargas são distribuídas aos painéis de maneira uniforme, é necessário que a fundação seja contínua, e sua escolha dependerá das características do solo presente no local da obra, da topografia, da profundidade do nível d'água e do solo firme. Abaixo, a Figura 10 ilustra os detalhes de ancoragem dos painéis na fundação rasa.

Figura 10 – Detalhe de ancoragem de painel estrutural a uma laje radier



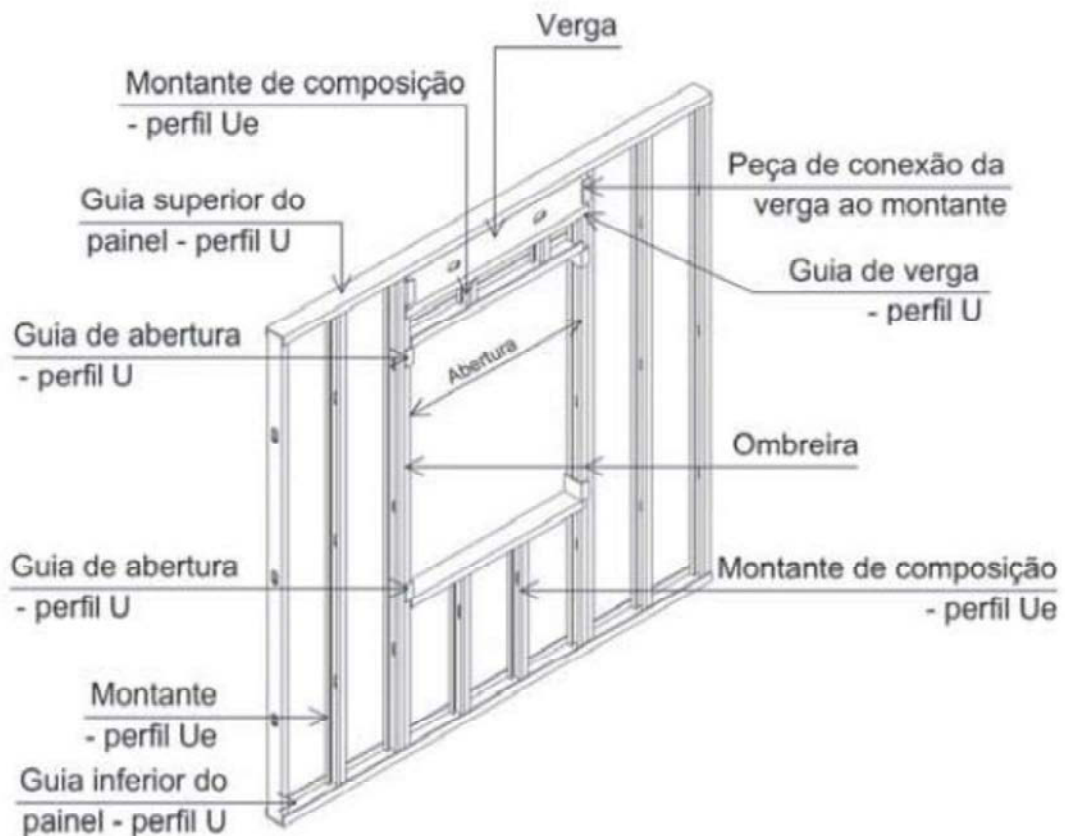
Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

Pode-se dizer verdadeira tal afirmação do autor uma vez que o peso próprio da estrutura de aço é mais leve que a do concreto armado. De acordo com Pinho e Penna (2008), as estruturas em aço pesam entre 6 e 10 vezes menos que as de concreto (sem considerar as lajes), porém as estruturas de concreto armado representam aproximadamente 40% de seu peso próprio, e o peso próprio representa 70% da carga total. Desse modo, ao utilizar a estrutura de aço, pode-se

esperar uma redução em torno de 20% das cargas verticais aplicadas sobre a fundação, podendo assim economizar na altura do radier, ou na quantidade de estacas.

A superestrutura desse sistema é formada por perfis verticais e horizontais, fixados por parafusos, painéis de fechamento e a cobertura. Nas estruturas verticais, os painéis são compostos por perfis montantes, elementos paralelos e verticais, de seção transversal, com espaçamento máximo entre si de 400 mm a 600 mm e por perfis guias, elementos horizontais, que ficam nas extremidades, inferior e superior, dos montantes e têm função de fixação (RODRIGUES; CALDAS, 2016). Os perfis podem ter caráter estrutural, recebem e transmitem as cargas verticais e horizontais para a fundação e dão estabilidade ao conjunto, ou não estrutural, realizando o papel de vedação da construção. Nas aberturas de portas e janelas, utiliza-se elementos, como vergas e ombreiras, que auxiliam na distribuição das cargas nos montantes que foram descontinuados. A Figura 11 representa os elementos presentes nos painéis (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

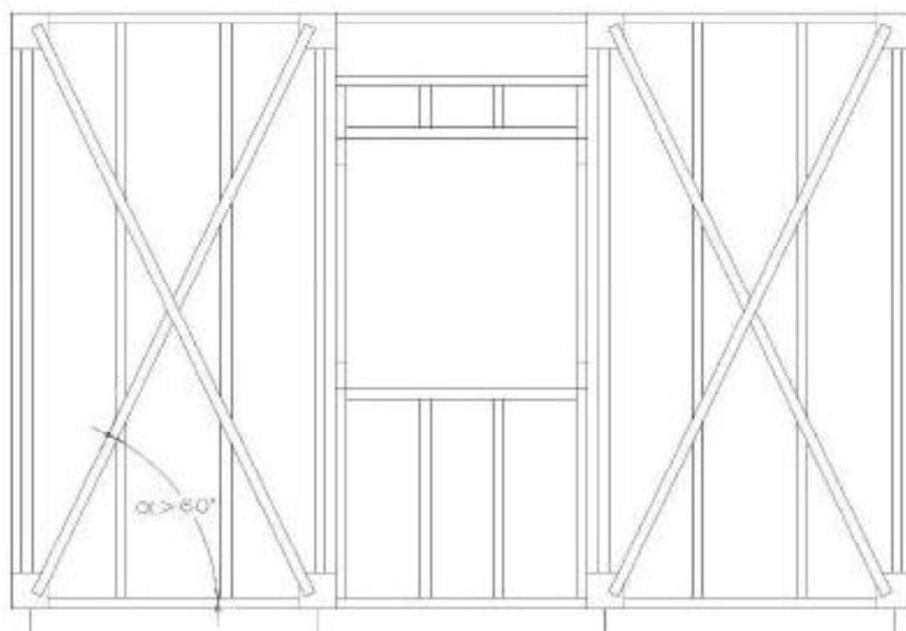
Figura 11 – Detalhe esquemático de painel estrutural com abertura



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), os montantes sozinhos não são suficientes para estabilizar a estrutura, uma vez que não resistem aos esforços horizontais provenientes da ação do vento. Para que haja a estabilização dos painéis, utiliza-se contraventamentos nos painéis ou placas de fechamento que atuam como diafragmas rígidos no plano vertical. As placas de fechamento têm caráter estrutural e aumentam a resistência do painel, uma vez que resistem às forças horizontais provenientes do vento. A placa OSB (Oriented Strand Board) é um exemplo de placa de fechamento e, para desempenhar o papel de diafragma rígido, deve possuir uma espessura mínima de 12 mm, entre outros cuidados na sua instalação. O contraventamento em “X” é a solução mais comum utilizada, e é composto por fitas de aço galvanizado fixadas na face dos painéis. Tal fita tem como função transmitir o esforço de tração e compressão advindas da ação do vento e é fixada ao painel através da Placa Gusset (placa de aço galvanizada). Quando não é possível realizar o contraventamento em “X”, pode-se utilizar em “K”. A Figura 12 apresenta o contraventamento em “X” com fitas de aço galvanizado fixadas na Placa Gusset.

Figura 12 – Detalhe do contraventamento em “X” em painel

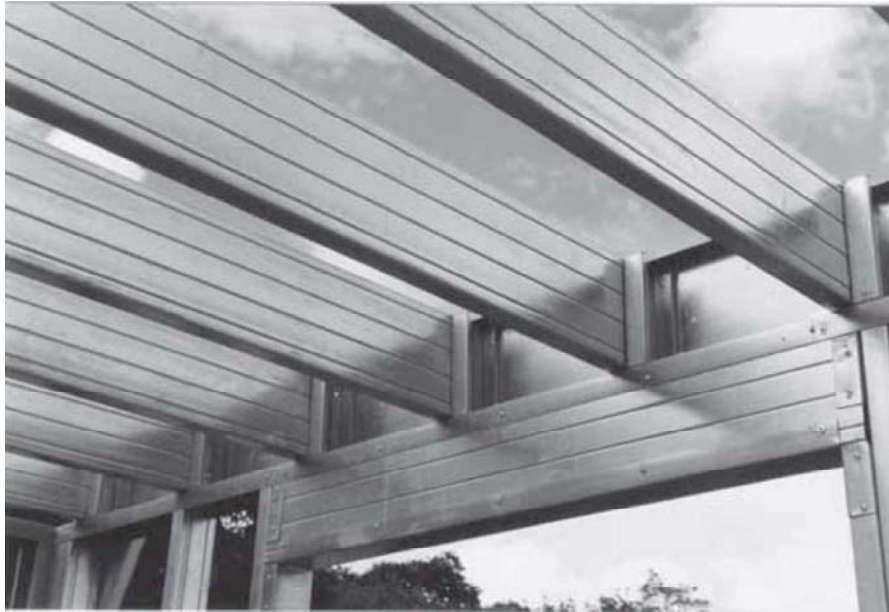


Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

Nas estruturas horizontais, tem-se os perfis utilizados em pisos, entrepisos e vigas, que obedecem a mesma modulação que os montantes, possuem resistência e enrijecimento

suficiente para suportar e transmitir as cargas provenientes da laje para os painéis verticais sem sofrer deformações acima das estabelecidas na ABNT NBR 15253:2005. A Figura 13 ilustra os perfis utilizados em piso.

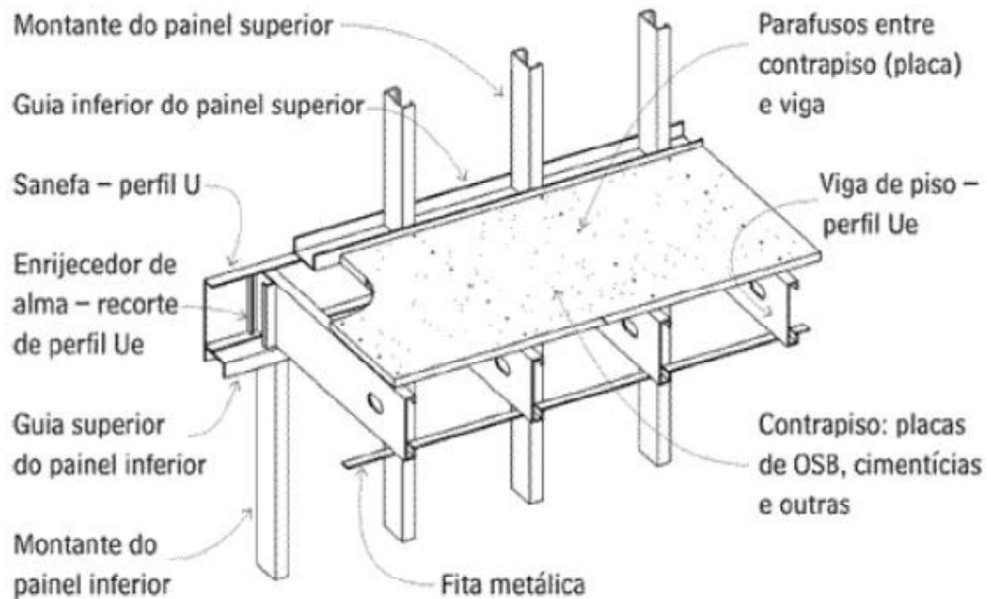
Figura 13 – Perfis utilizados em piso



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

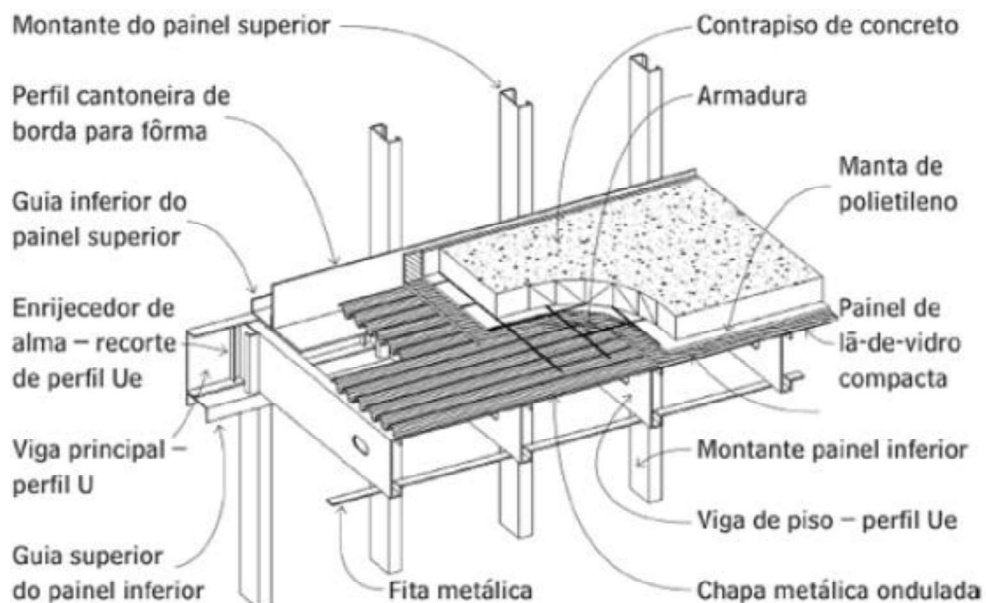
As lajes utilizadas nesse sistema construtivo podem ser úmidas ou secas, de acordo com a natureza do contrapiso, sendo a primeira concebida por chapa metálica preenchida com uma camada de 4 a 6 cm de concreto e a segunda composta por placas rígidas de OSB ou cimentícias aparafusadas ao contrapiso. Na laje úmida, é necessária a colocação de armadura, a fim de evitar fissuração, e de material isolante, para obter um bom conforto acústico. Ao utilizar a laje seca em áreas molhadas, recomenda-se o uso da placa cimentícia, uma vez que é mais resistente à água que a placa OSB. As principais vantagens do uso da laje seca é o menor peso próprio, a não utilização de água e rapidez na execução (FURTADO, 2016) (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012). As Figuras 14 e 15 exemplificam ambos tipos de laje.

Figura 14 – Desenho esquemático da laje seca



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

Figura 15 – Desenho esquemático da laje úmida

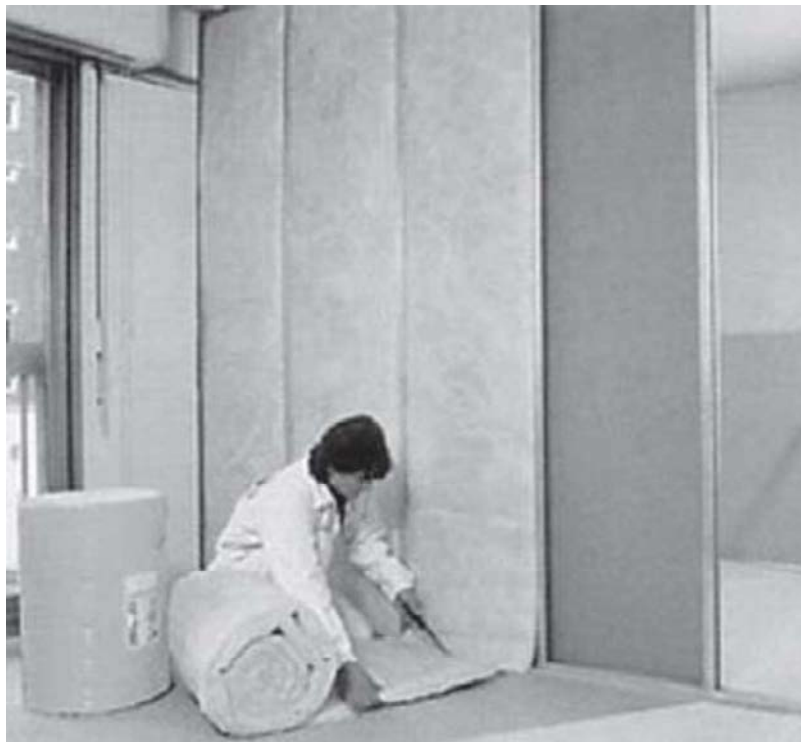


Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

Os painéis de vedação podem ser de placas de madeira OSB, que possui caráter estrutural, placas cimentícias e gesso acartonado, mais conhecido como Drywall. As placas cimentícias possuem em sua composição cimento Portland e fibras sintéticas, sendo assim recomendadas para áreas externas; também são as placas de OSB, porém necessitam da colocação de uma

manta ou membrana hidrófuga, a fim de impedir a passagem de vapor e umidade para a placa. Já o Drywall é um método antigo e mais utilizado, possui um fácil manuseio e um bom isolamento termo acústico. Dentro da estrutura dos painéis estão os materiais utilizados para o isolamento térmico e acústico da estrutura. Utiliza-se camadas de materiais com propriedades diferentes, a fim de proporcionar um ambiente confortável para os usuários. A lã de vidro, lã de rocha e painéis de EPS são exemplos desses materiais, eficientes para um bom desempenho da estrutura (FURTADO, 2016). A instalação da lã de vidro em painel está detalhada na Figura 16.

Figura 16 – Instalação de lã de vidro em painel



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), há muitas opções para a cobertura, como tesouras com estrutura metálica, telhas cerâmicas, de aço, cimento reforçado ou concreto. As coberturas podem ser planas, menos comuns, e inclinadas. A primeira é executada utilizando laje úmida e um caimento para a água adequado e, para grandes vãos, pode-se utilizar treliças planas. A segunda, possui similaridade ao telhado convencional, podendo ser estruturado com caibros e vigas ou com tesouras e treliças. Um exemplo de estrutura metálica aplicada na cobertura de uma residência é apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Cobertura metálica de Light Steel Frame



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012)

O Steel Frame, segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), é conhecido como “Construção a seco” que possui vantagens no quesito de racionalização, diminuindo desperdícios e retrabalhos dentro e fora do canteiro de obra; industrialização, com acabamento e controle de qualidade rigorosos; rapidez de execução, reduzindo o custo com mão de obra, uma vez que há menor gasto com impostos trabalhistas; qualidade, por existir uma comprovação do controle da matéria prima; facilidade de instalação e execução da obra, pelo fato dos perfis e painéis chegarem prontos ao canteiro de obra necessitando apenas sua montagem; pela alta durabilidade do aço, bom isolamento termo acústico e excelente resistência ao fogo; e pela redução do impacto ambiental, pois há a redução do uso de água na obra e o aço é um material reciclável e produzido na indústria, resultando em menos resíduos. De acordo com Petersen (2012), Liubartas (2015) e Pedroso et al. (2014), algumas de suas desvantagens são a aceitação do público, com receio da estrutura ser frágil, o limite de andares da obra, uso de mão de obra e equipamento especializados e a ausência de financiamentos deste sistema construtivo por parte das entidades bancárias.

4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é causadora de grandes impactos ambientais, uma vez que é geradora de resíduos sólidos, consome recursos naturais para a obtenção das matérias prima

da construção, contribui para a emissão de CO₂ na atmosfera para a produção do cimento, entre outros. De acordo com Beltrame (2013), o setor da construção civil consome 50% da energia elétrica produzida no Brasil, gera cerca de 35% a 40% dos resíduos produzidos pela atividade humana, consome 66% de toda madeira extraída e emite entre 8% e 9% de todo o CO₂ produzido no país. Pessarello (2008) diz que para a confecção de 1 metro cúbico de concreto utiliza-se de 160 a 200 litros de água e para a compactação de 1 metro cúbico de aterro pode-se utilizar até 300 litros de água, além dos gastos para a cura do concreto, umectação de paredes, testes de infiltração, limpeza e para a necessidade humana no canteiro de obras.

Segundo o Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil do IPEA (2012), o Brasil gera cerca de 31 milhões de toneladas por ano de resíduos provenientes da construção civil, e a composição média de seus materiais é de 63% argamassas, 29% concretos e blocos, 1% orgânicos e 7% outros materiais. Tais dados mostram que é possível reduzir significativamente os desperdícios na construção, uma vez que os materiais podem ser substituídos, como no caso dos blocos, onde o concreto e argamassa dão lugar ao sistema construtivo Light Steel Frame.

De acordo com a CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002, os resíduos da construção civil têm como definição:

Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA nº307/2002).

Eles ainda podem ser classificados como:

- 1) Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a. de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b. de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c. de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- 2) Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

- 3) Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- 4) Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

O desperdício de recursos naturais, o impacto gerado no meio ambiente e o potencial de economia de recursos financeiros coloca o setor da construção civil em debate sobre meios de torná-lo sustentável e já é tema de diversas pesquisas e estudos.

4.4 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito de sustentabilidade é antigo, proveniente do período medieval onde monges produziam seu próprio alimento e reciclavam água. Na Revolução Industrial e na Segunda Revolução Tecnológica, tal prática se perdeu, uma vez que a produção em massa se intensificou e com ela a exploração de recursos naturais. O pensamento da sociedade era que a natureza estava lá para ser explorada, entretanto, na década de 1960 começou-se a contestar tal filosofia e assim, o pensamento sustentável surgiu novamente entre os homens (OLIVEIRA, 2015).

A sustentabilidade tomou força no setor da construção civil ao mostrar que é possível progredir em tecnologias, produtividade e eficiência sem impactar tão gravemente o meio ambiente, mas para isso, as atitudes tomadas devem estar intimamente ligadas às questões ambientais. O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido na Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD) como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988). Segundo Oliveira (2015), há inúmeras definições de desenvolvimento sustentável, mas a principal questão é como obter um crescimento, não apenas ambiental, mas socioeconômico, em esfera mundial, sem colocar em risco o meio ambiente e as futuras gerações.

Uma maneira de conciliar a sustentabilidade e a construção civil é a partir de edifícios sustentáveis. Um edifício sustentável, de acordo com Oliveira (2015), é o resultado gerado ao se aumentar a eficiência de recursos naturais como água, energia e matéria-prima, utilizando

medidas e procedimentos construtivos, sem afetar o meio ambiente e a saúde das pessoas, além de gerar economia.

4.5 ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para Mattos (2006), o orçamento é determinado ao somar os custos diretos e indiretos de uma obra e, ao final, adicionar os impostos e lucro a ser obtido pela atividade, resultando o preço de venda. O orçamento não é exato, porém, necessita ser preciso, e para isso, são necessários a experiência de um bom profissional e um bom planejamento. Tal aproximação ocorre pelo fato do orçamento possuir muitas variáveis, como produtividade da mão de obra, preço dos insumos, impostos, perda e desperdício, custo de equipamento, despesas gerais e imprevistos. Para Avila, Librelotto e Lopes (2003), orçar é “quantificar insumos, mão de obra, ou equipamentos necessários à realização de uma obra ou serviço, bem como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos”.

Na Construção Civil, do ponto de vista do construtor, o orçamento é “a descrição de todos os serviços, devidamente quantificados e multiplicados pelos respectivos preços unitários, cuja somatória define o preço total” (MATTOS, 2006). É de extrema importância que seja elaborado um planejamento orçamentário, o qual visa estudar e analisar todos os fatos que impactarão no custo final da obra, como quantidade de material, mão de obra e equipamentos em cada serviço realizado, e assim realizar um cronograma físico-financeiro para o acompanhamento do projeto anteriormente planejado (SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2012),

O orçamento pode ser de três tipos:

- Estimativa de custo: segundo Santos, Silva e Oliveira (2012), é obtida através da análise de preços de mercado, dados preliminares de um tipo de projeto em relação à área a ser construída, utilizando-se de seu valor por metro quadrado, de acordo com o acabamento a ser dado à obra, e o BDI.
- Orçamento analítico: é composto pelo detalhamento de todos os serviços a serem realizados na obra, bem como de preços confiáveis. Deve ser composto por composições de cada atividade e resultar no custo direto e, posteriormente, acrescido os custos indiretos e o BDI (VALENTINI, 2009).

- Orçamento sintético: é calculado utilizando índices de construções e todos os detalhes do projeto, para poder calcular e mensurar todas as atividades executadas na obra. Divide-se a obra em etapas como, estrutura (volume de concreto, armação, fôrmas), alvenaria (quantidade de blocos e argamassa), cobertura (área de madeira e telhas), revestimentos, pisos etc (SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Para Mattos (2006), os custos diretos são “aqueles diretamente associados aos serviços de campo”. Ele envolve todos os insumos utilizados nas etapas da obra, compreendendo a mão de obra, materiais e equipamentos (VALENTINI, 2009).

De acordo com Valentini (2009), os custos indiretos são aqueles que não são aplicados diretamente nos serviços especificados em projeto. Fazem parte as instalações provisórias, mão de obra indireta, mobilização e desmobilização de funcionários e administração local.

5 METODOLOGIA

O trabalho em questão realizou uma análise comparativa, tanto financeira como ambiental, de um projeto de duas residências executadas utilizando o método construtivo convencional, com concreto armado e alvenaria de vedação, e o Light Steel Frame. De acordo com Klein e Maronezi (2013), a realização de um orçamento de maneira analítica, levantando os quantitativos de materiais, mão de obra e equipamentos a partir do projeto e posteriormente cotar valores no mercado, é a maneira mais indicada para determinar os custos de uma obra de maneira precisa.

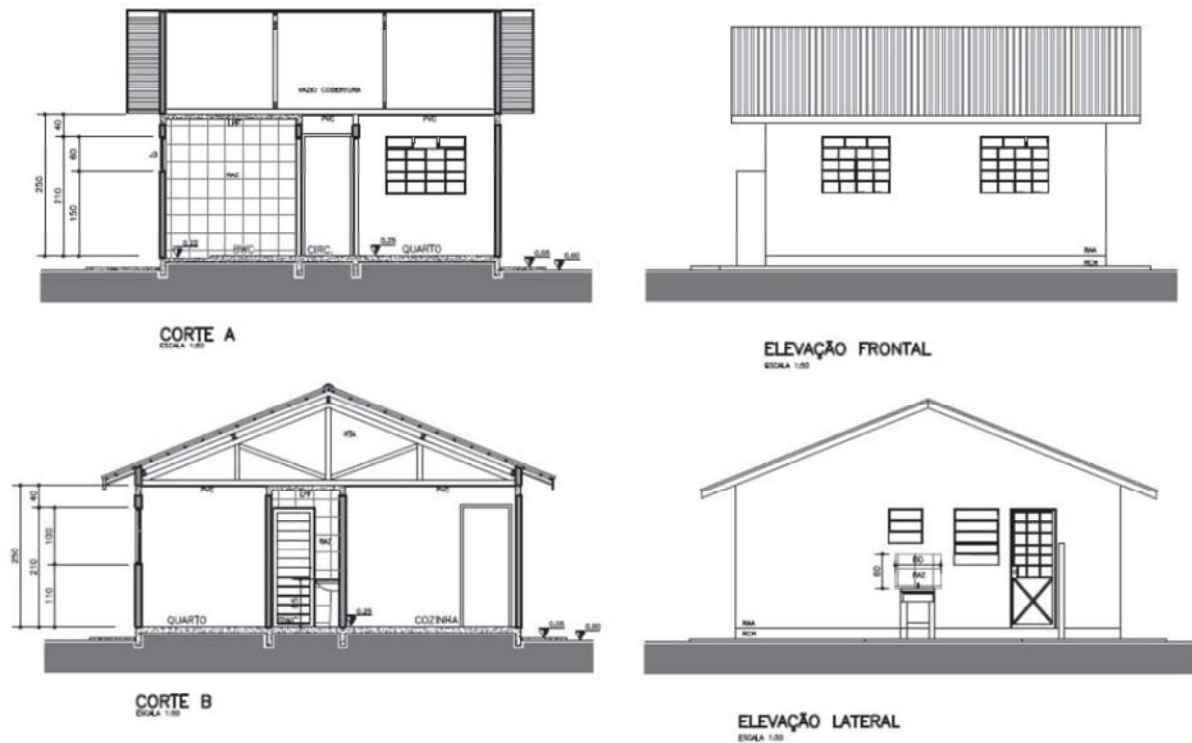
A metodologia empregada neste trabalho segue os princípios anteriormente citados sobre orçamento. Para a determinação do custo direto e do cronograma da obra, bem como a comparação ambiental entre ambos sistemas construtivos, foram utilizados os seguintes procedimentos:

- Análise dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos previamente detalhados no trabalho de Klein e Maronezi (2013);
- Levantamento do valor unitário dos serviços, compostos pela mão de obra, material e equipamentos, a partir da Tabela SINAPI disponibilizada pela Caixa Econômica Federal e de pesquisa de mercado;
- Cálculo da duração dos serviços específicos para cada sistema construtivo, baseado em índices de produtividade encontrados na literatura;
- Cálculo dos custos diretos para cada método construtivo utilizando o software Excel;
- Determinação do cronograma físico da obra utilizando o software MS Project;
- Determinação da quantidade de água e gás carbônico poupado ao utilizar o Sistema Construtivo Light Steel Frame.

5.1 ESTUDO DE CASO

O projeto arquitetônico da residência para a construção de conjuntos habitacionais populares estudado por Klein e Maronezi (2013) foi adotado pela COHAPAR, e tem sido utilizado frequentemente pelas construtoras da região de Curitiba para este tipo de

Figura 19 – Fachadas e cortes utilizando o método construtivo convencional



Fonte: Klein; Maronezi (2013)

Klein e Maronezi (2013) identificaram os serviços a serem realizados na obra em cada um dos sistemas e, com auxílio do projeto estrutural e arquitetônico, quantificaram os materiais, mão de obra e equipamentos utilizados nos serviços presentes em ambos os sistemas.

5.1.1 Sistema Construtivo Convencional

A residência possui 40,80 m² de área construída e 36,99 m² de área útil. A locação da construção no terreno foi realizada com tábuas corridas, pontaleteadas, a cada 1,5m. A fundação escolhida foi a de micro-estacas de concreto com escavação manual das valas, e foram construídas vigas baldrame.

Nas vigas baldrame, a impermeabilização foi realizada considerando 15 cm em cada lado da mesma. O contrapiso é composto por lastro de brita nº 2 compactada, lastro de concreto desempenado com espessura de 5 cm e, por fim, a regularização de 2 cm, conforme Figura 20.

Figura 20 – Detalhes do contra piso e das estacas



Fonte: Klein; Maronezi (2013)

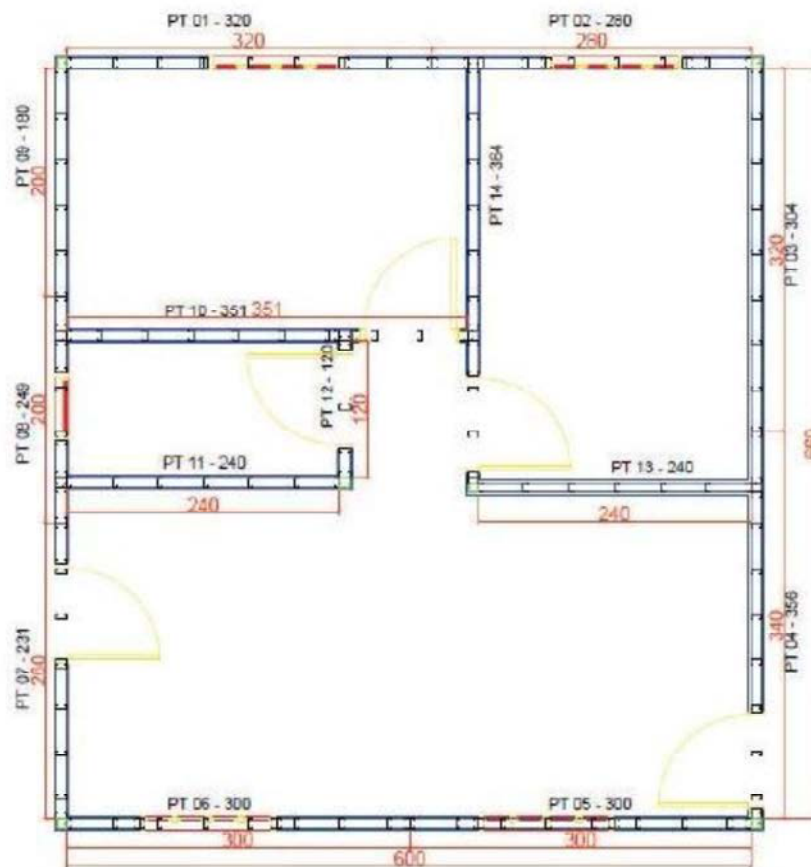
Na etapa da superestrutura e a partir do projeto estrutural, Klein e Maronezi (2013) determinaram a quantidade das fôrmas de madeira, do volume de concreto e da armadura utilizado nos pilares, vigas, vergas, contra-vergas, pilaretes, vigas de cintamento e lajes. Para o levantamento do quantitativo dos blocos cerâmicos, calculou-se a área das paredes internas e externas da edificação. Os revestimentos como chapisco, emboço, reboco, massa corrida, pintura e cerâmica foram contabilizados minuciosamente, baseando-se no projeto arquitetônico. O chapisco, emboço e reboco foram utilizados em todas as paredes da obra, já a massa corrida, apenas nos locais onde houve pintura, não sendo usada em locais onde foram assentadas as cerâmicas.

Para a etapa da cobertura, utilizou-se a telha de fibrocimento de 6 mm e estrutura de madeira e, a partir do projeto arquitetônico, calculou-se a área de cobertura.

5.1.2 Sistema Construtivo Light Steel Frame

A partir da planta baixa utilizada para o método construtivo convencional (Figura 18), alterou-se a espessura das paredes para 12 cm, a fim de adaptar o projeto ao sistema Light Steel Frame, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 – Planta baixa utilizado no Sistema Construtivo Light Steel Frame



Fonte: Klein; Maronezi (2013)

A residência, ao ser construída utilizando tal sistema construtivo, teve seu tamanho expandido para 36,99 m² de área útil e 42,30 m² de área construída. Os painéis foram modulados utilizando montantes a cada 40 cm, devido as especificações das placas cimentícias e das placas de gesso acartonado.

A locação da obra foi executada com tábuas corridas, pontaleteadas a cada 1,5 m e a fundação foi executada com micro estacas com escavação manual das valas. Para a viga baldrame, usou-se blocos canaleta, micro concreto graute e aço.

A viga baldrame foi impermeabilizada considerando 15 cm em cada lado da mesma. O contrapiso é composto de lastro de brita nº 2 compactada, lastro de concreto desempenado com espessura de 5 cm e regularização de 2 cm.

Para o levantamento do quantitativo do sistema de isolamento termo acústico, calculou-se o volume de lã de pet utilizado em toda a área das paredes, entre as placas, e a área da membrana hidrófuga utilizada na impermeabilização do sistema.

Para a etapa da cobertura, utilizou-se a telha de fibrocimento de 6 mm e estrutura metálica e, a partir do projeto arquitetônico, calculou-se a área de cobertura.

5.2 LEVANTAMENTO DA MÃO DE OBRA

Para o levantamento da mão de obra para o sistema construtivo convencional utilizou-se índices de produtividade encontrados na literatura e na TCPO 13 para cada serviço realizado na obra. Para o Light Steel Frame foi utilizado índices de produtividade estudados por Oliveira (2012). Para ambos métodos construtivos partiu-se do princípio que haveria sempre a mesma quantidade de profissionais para todos os serviços realizados na obra. Definiu-se então que teríamos um profissional e um ajudante para os serviços. Com isso, pode-se comparar tempo de execução de cada etapa da obra e da construção como um todo. Utilizando-se o software Excel e os índices de produtividade encontrados, criou-se uma tabela de tempo de execução dos serviços realizados.

5.3 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Para o cálculo do custo unitário da mão de obra, materiais, serviços e equipamentos utilizados no sistema construtivo convencional foi utilizado a tabela SINAPI com desoneração do mês de julho de 2017. Pela tabela SINAPI não apresentar todos custos para o LSF, foram realizadas pesquisas de mercado a fim de se obter um orçamento dos insumos não presentes na

tabela. A partir dos dados obtidos em ambos os sistemas, juntamente com a tabela dos quantitativos de insumos e a produtividade da equipe de trabalho, utilizou-se o software Excel para calcular o custo direto de cada método construtivo.

Os custos indiretos são todos aqueles que não estão diretamente relacionados a obra, que não ficam incorporados à obra, sendo assim, auxiliares para que a construção aconteça. Os custos indiretos não foram estudados neste trabalho. Despesas administrativas, financeiras, comerciais, tributárias, com engenheiro, mestre de obras, terreno não foram incluídas pois há a premissa de que seu valor é o mesmo para ambos sistemas.

5.4 CRONOGRAMA

Para a elaboração do cronograma físico da obra foi utilizado o software MS Project. A partir dos serviços realizados exclusivamente em cada sistema construtivo e da produtividade da mão de obra em cada serviço foi obtido a duração da obra por etapas. Com a quantidade de dias necessários para a execução de cada etapa da obra, foi elaborado o cronograma da mesma no software MS Project, considerando as interdependências de cada serviço prestado.

5.5 ANÁLISE AMBIENTAL

Para o levantamento da quantidade de CO₂ emitida na atmosfera pelo LSF foi utilizado dados da literatura e de pesquisas no mercado. Primeiramente, definiu-se a densidade média do metro quadrado de uma parede executada com LSF, a partir de consultas a sites de engenharia como sendo 50 kg/m² (RICARDI, 2017) (SOLARA, 2017). Com a área das paredes em Steel Frame, juntamente com a quantidade de CO₂ emitido ao se produzir o aço proveniente do estudo realizado por Gervásio (2008), calculou-se o peso de CO₂ desprendido na atmosfera.

No sistema construtivo convencional, primeiramente levantou-se a quantidade de cimento e água utilizados em todas as etapas particulares deste método construtivo e, utilizando os dados obtidos nos estudos de Pessarello (2008) e Matos (2015), determinou-se a quantidade de água utilizada e CO₂ emitido na atmosfera. Para a realização do cálculo das quantidades do cimento e água, utilizou-se valores de consumo da TCPO 13 (Tabela de Composições e Preços para

Orçamentos), de acordo com o traço do concreto e argamassa utilizado no projeto e a proporção água/cimento de 0,4.

5.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a análise dos custos totais da obra, sem considerar o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) e os custos indiretos, comparou-se os dois sistemas construtivos de maneira geral, por etapas de construção (fundação, superestrutura, vedação, cobertura, revestimento e pintura) e por metro quadrado de área construída. Para a análise do tempo de execução da obra também foi realizada uma comparação de maneira geral e por etapas de construção. A análise ambiental foi realizada qualitativamente e também verificando a quantidade de CO₂ que deixou de ser produzida e de água que deixou de ser utilizada ao se construir com o LSF.

6 RESULTADOS

6.1 COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS

O Apêndice A presente neste trabalho contém o modelo da composição dos custos unitários realizados para cada serviço dos dois sistemas construtivos.

Os serviços realizados foram obtidos através da Tabela SINAPI referente ao mês de julho de 2017, e são compostos por quantidade, unidade e preço unitário dos equipamentos, mão de obra e materiais utilizados, sendo, por vezes, utilizadas composições representativas de serviços ausentes nas tabelas de referência. Tais composições ausentes na tabela SINAPI foram obtidas a partir da TCPO 13 e referências bibliográficas, e seus custos a partir de pesquisa de mercado.

As Tabelas 1 e 2 fazem referência aos custos diretos de cada serviço da obra para ambos sistemas construtivos. Os levantamentos completos dos custos diretos estão presentes no Apêndice B.

Tabela 1 – Custos diretos do Sistema Construtivo Light Steel Frame

(continua)		
Item	Discriminação	Custo
1	Serviços Gerais Preliminares	
	Subtotal	R\$360,31
2	Fundações	
2.1	Estacas	R\$1.235,15
2.2	Viga Baldrame	R\$1.651,29
	Subtotal	R\$2.886,44
3	Superestrutura	
	Subtotal	R\$8.665,61
4	Esquadrias	
4.1	Esquadrias metálicas	R\$3.839,21
4.2	Esquadrias de madeira	R\$1.782,02
4.3	Vidros	R\$551,47
	Subtotal	R\$6.172,70
5	Coberturas e Proteções	
	Subtotal	R\$6.105,38
6	Revestimento, forro e pintura	
6.1	Revestimento interno	R\$1.552,42

Tabela 1 – Custos diretos do Sistema Construtivo Light Steel Frame

(conclusão)		
Item	Discriminação	Custo
6.2	Forro	R\$7.042,04
6.3	Pintura	R\$1.893,94
	Subtotal	R\$10.488,40
7	Pavimentações	
	Subtotal	R\$2.351,79
8	Instalações e aparelhos	
8.1	Instalações elétricas	R\$1.881,85
8.2	Instalações hidráulicas	R\$3.637,24
	Subtotal	R\$5.519,09
9	Limpeza geral	
	Subtotal	R\$66,95
	Total	R\$42.616,67

Fonte: Autora (2017)

O custo direto da obra realizada com o Sistema Construtivo Light Steel Frame foi de R\$42.616,67, sendo assim, R\$1.007,49 por m².

Tabela 2 – Custos diretos do Sistema Construtivo Convencional

(continua)		
Item	Discriminação	Custo
1	Serviços Gerais Preliminares	
	Subtotal	R\$347,62
2	Fundações	
2.1	Estacas	R\$1.235,15
2.2	Viga Baldrame	R\$3.677,61
	Subtotal	R\$4.912,76
3	Superestrutura	
	Subtotal	R\$8.255,25
4	Esquadrias	
4.1	Esquadrias metálicas	R\$3.839,21
4.2	Esquadrias de madeira	R\$1.782,02
4.3	Vidros	R\$551,47
	Subtotal	R\$6.172,70
5	Coberturas e Proteções	
	Subtotal	R\$2.586,02
6	Revestimento, forro e pintura	

Tabela 2 – Custos diretos do Sistema Construtivo Convencional
(conclusão)

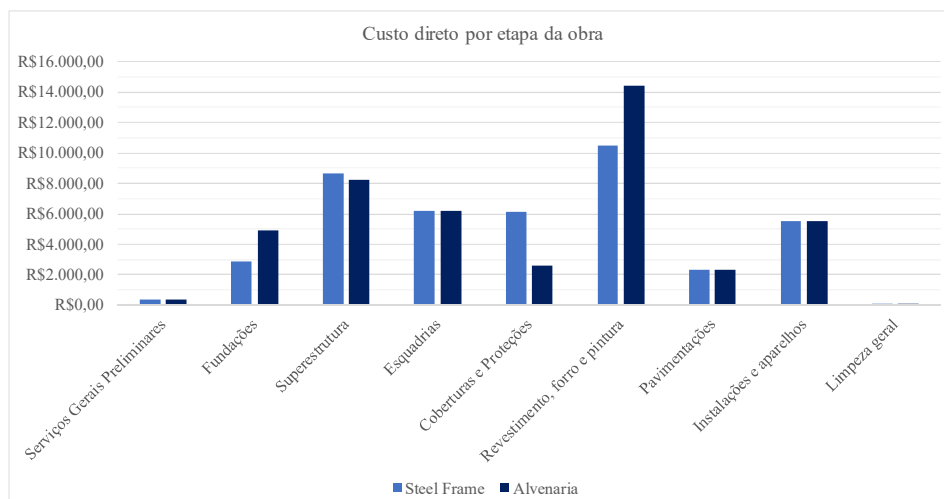
Item	Discriminação	Custo
6.1	Revestimento interno	R\$4.383,94
6.2	Revestimento externo	R\$3.372,18
6.3	Forro	R\$3.528,03
6.4	Pintura	R\$3.110,56
	Sub total	R\$14.394,71
7	Pavimentações	
	Sub total	R\$2.351,79
8	Instalações e aparelhos	
8.1	Instalações elétricas	R\$1.881,85
8.2	Instalações hidráulicas	R\$3.637,24
	Sub total	R\$5.519,09
9	Limpeza geral	
	Sub total	R\$66,95
	Total	R\$44.606,89

Fonte: Autora (2017)

O custo direto da obra realizada com o Sistema Construtivo Convencional foi de R\$44.606,97, sendo assim, R\$1.093,31 por m². Pode-se concluir que a Alvenaria Convencional é R\$2.000,22 mais onerosa que o Steel Frame.

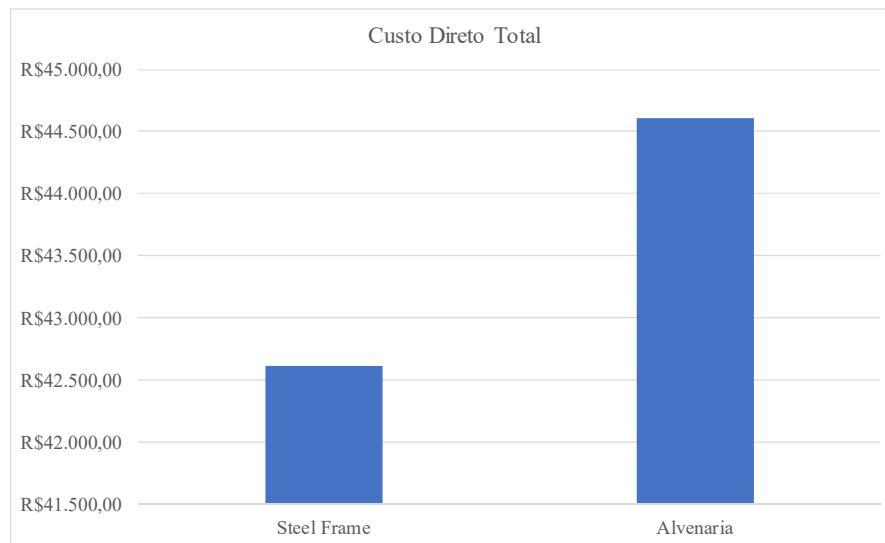
A partir dos resultados obtidos anteriormente, é possível comparar o custo total da obra e de cada serviço executado. Ambas comparações estão apresentadas nos gráficos das Figuras 22 e 23.

Figura 22 – Comparação do custo direto de cada serviço



Fonte: Autora (2017)

Figura 23 – Comparação do Custo direto total



Fonte: Autora (2017)

6.2 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

A produtividade da mão de obra foi obtida a partir das composições presentes na TCPO 13, da literatura, conforme Tabela 3 e pelas tabelas disponibilizadas pelo Sistema Badra de Dados (SBD), presentes no Anexo A.

Tabela 3 – Produtividade – Steel Frame

Serviço	Hh/m ²
Montar a estrutura de aço	0,25
Fechar com placas cimentíceas	0,22
Isolar com lã de vidro	0,06
Pintura em látex	0,85

Fonte: Oliveira (2012)

As Tabelas 4 e 5 apresentam a produtividade e o número de dias de execução de serviços para os dois métodos construtivos.

Tabela 4 – Produtividade – Sistema Construtivo Convencional

Atividade	Unid.	Qtd.	Índice		Horas/dia	Equipe		Dias de execução
			Prof.	Ajud.		Prof.	Ajud.	
SUPERESTRUTURA								
Pilares e vigas								
Fôrmas	m ²	20,000	1,720	1,720	8	1	1	3
Armadura	kg	76,900	0,012	0,012	8	1	1	1
Concreto	m ³	0,920	1,650	1,650	8	1	1	1
Lançamento de concreto	m ³	0,920	1,650	1,650	8	1	1	1
PAREDES E PAINÉIS								
Alvenaria	m ²	90,750	0,640	0,380	8	1	1	4
Cobertura								
Estrutura em madeira	m ²	57,600	0,700	0,700	8	1	1	3
REVESTIMENTOS, FORROS E PINTURA								
Revestimento interno								
Chapisco	m ²	108,480	0,570	0,340	8	1	1	3
Emboço	m ²	108,480	0,570	0,340	8	1	1	3
Reboco	m ²	99,030	0,570	0,340	8	1	1	3
Revestimento externo								
Chapisco	m ²	72,520	0,790	0,470	8	1	1	3
Emboço	m ²	72,520	0,790	0,470	8	1	1	3
Reboco	m ²	72,520	0,790	0,470	8	1	1	3
Pintura								
Emassamento para pintura acrílica	m ²	72,520	0,500	0,500	8	1	1	3
Latex acrílico externa	m ²	72,520	0,850	0,850	8	1	1	4
Emassamento para pintura PVA	m ²	99,030	0,500	0,500	8	1	1	4
Latéx PVA interna	m ²	99,030	0,850	0,850	8	1	1	6

Fonte: Autora (2017)

Tabela 5 – Produtividade – Sistema Construtivo Steel Frame

Atividade	Unid.	Qtd.	Índice		Horas/dia	Equipe		Dias de execução
			Prof.	Ajud.		Prof.	Ajud.	
SUPERESTRUTURA								
Estrutura em Light Steel Frame	m ²	95,88	0,25	0,25	8	1	1	2
Vedação em placas cimentícias	m ²	53,85	0,22	0,22	8	1	1	1
Vedação em placas de gesso	m ²	108,62	0,22	0,22	8	1	1	2
COBERTURA								
Estrutura em Light Steel Frame	m ²	57,6	0,25	0,25	8	1	1	1
REVESTIMENTOS, FORROS E PINTURA								
Revestimento interno								
Membrana hidrófuga	m ²	108,62	0,06	0,06	8	1	1	1
Forros								
Membrana hidrófuga (externa)	m ²	53,85	0,06	0,06	8	1	1	1
Lã de Rocha	m ²	95,88	0,06	0,06	8	1	1	1
Pintura								
Latex acrílico externa	m ²	72,52	0,85	0,85	8	1	1	4
Latex PVA interna	m ²	99,03	0,85	0,85	8	1	1	6

Fonte: Autora (2017)

6.3 CRONOGRAMA

Com o levantamento dos dias necessários para a execução de cada serviço e utilizando o software MS Project, é possível determinar o cronograma da obra, respeitando as interdependências entre cada serviço, além do custo total de cada serviço e com cada profissional.

6.3.1 Light Steel Frame

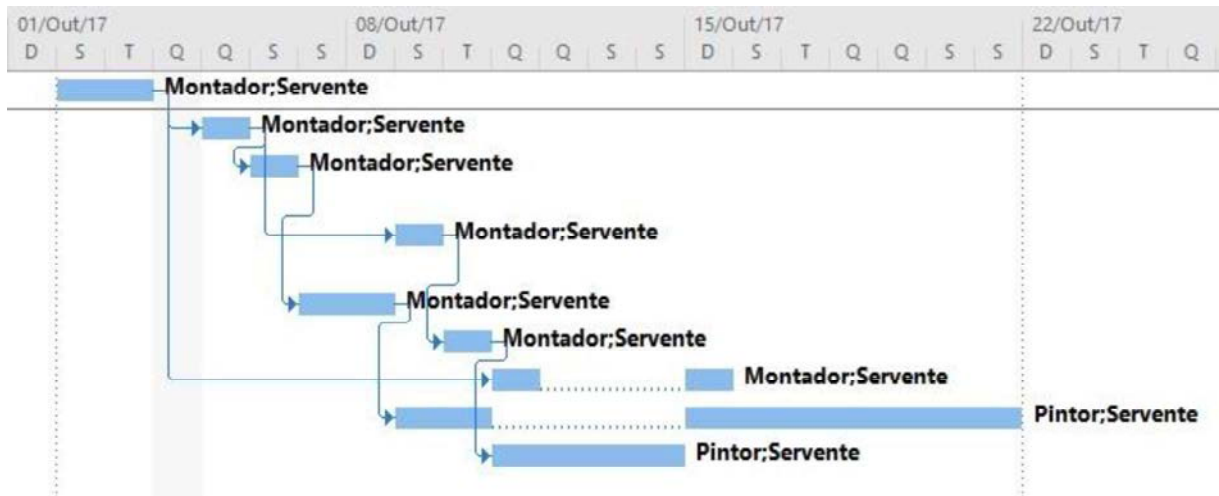
No software MS Project foram alocados os serviços executados no LSF que se diferenciam do sistema construtivo convencional, como a estrutura, vedação, cobertura e sistema de pintura. A duração de cada tarefa foi retirada da Tabela 5 e as interdependências foram analisadas com base em conhecimento próprio e da literatura. As Figuras 24 e 25 representam as saídas obtidas no software.

Figura 24 – Planilha de tarefas planejadas para a obra

Modo da Tarefa	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Predecessora	Nomes dos recursos
	Estrutura em LSF	2 dias	Seg 02/10/17	Ter 03/10/17		Montador;Servente
	Lã de Rocha	1 dia	Qui 05/10/17	Qui 05/10/17	1	Montador;Servente
	Membrana Hidrófuga interna	1 dia	Sex 06/10/17	Sex 06/10/17	2	Montador;Servente
	Membrana Hidrófuga externa	1 dia	Seg 09/10/17	Seg 09/10/17	2	Montador;Servente
	Vedação interna	2 dias	Sáb 07/10/17	Dom 08/10/17	3	Montador;Servente
	Vedação Externa	1 dia	Ter 10/10/17	Ter 10/10/17	4	Montador;Servente
	Cobertura	2 dias	Qua 11/10/17	Dom 15/10/17	1	Montador;Servente
	Pintura interna	9 dias	Seg 09/10/17	Sáb 21/10/17	5	Pintor;Servente
	Pintura externa	4 dias	Qua 11/10/17	Sáb 14/10/17	6	Pintor;Servente

Fonte: Autora (2017)

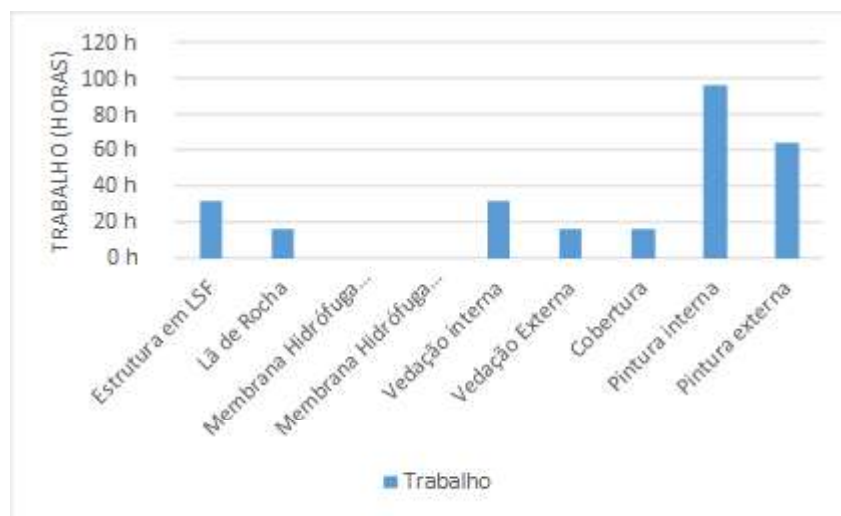
Figura 25 – Gráfico de Gantt (Light Steel Frame)



Fonte: Autora (2017)

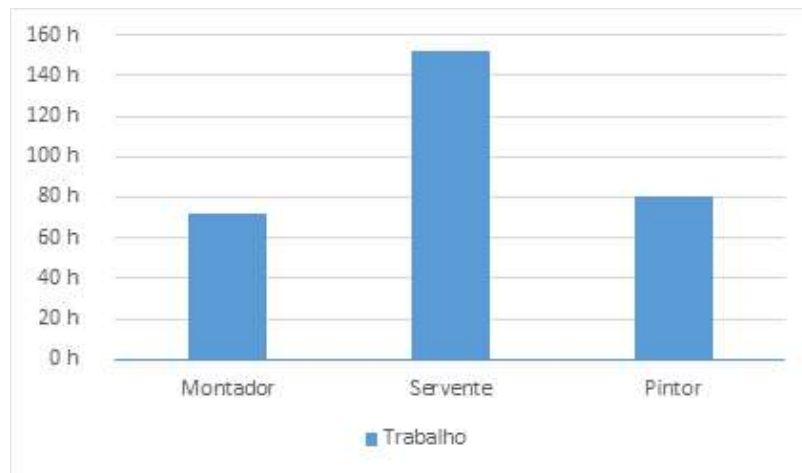
A obra em questão foi planejada para ser executada do dia 2 de outubro de 2017 ao dia 21 de outubro de 2017, totalizando 20 dias. A mão de obra envolvida nos serviços específicos deste sistema construtivo foram montador de estruturas metálicas, servente e pintor. Os gráficos das Figuras 26 e 27 e a Tabela 6 mostram as horas trabalhadas em cada serviço e por cada profissional.

Figura 26 – Horas trabalhadas em cada serviço



Fonte: Autora (2017)

Figura 27 – Horas de trabalho realizadas por cada profissional



Fonte: Autora (2017)

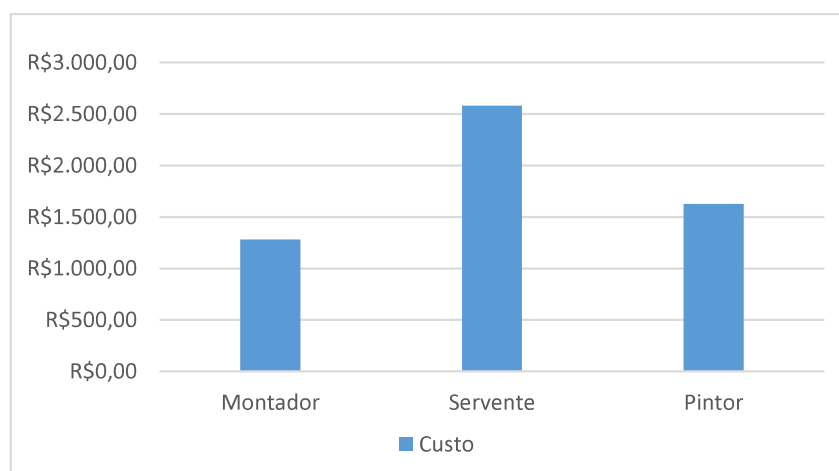
Tabela 6 – Planejamento da execução dos serviços da obra

Nome	Início	Término	Trabalho
Montador	Seg 02/10/2017	Qua 11/10/2017	72 h
Servente	Seg 02/10/2017	Sáb 21/10/2017	152 h
Pintor	Seg 09/10/2017	Qua 18/10/2017	80 h

Fonte: Autora (2017)

O custo com mão de obra dos serviços realizados especificamente com o Light Steel Frame está representado abaixo, na Tabela 7 e Gráfico da Figura 28.

Figura 28 – Custo com mão de obra nos serviços específicos do Light Steel Frame



Fonte: Autora (2017)

Tabela 7 – Custo com mão de obra nos serviços específicos do Light Steel Frame

Nome	Taxa Padrão	Custo	Trabalho
Montador	R\$17,81/h	R\$1.282,32	72 h
Servente	R\$16,99/h	R\$2.582,48	152 h
Pintor	R\$20,36/h	R\$1.628,80	80 h

Fonte: Autora (2017)

6.3.2 Sistema Construtivo Convencional

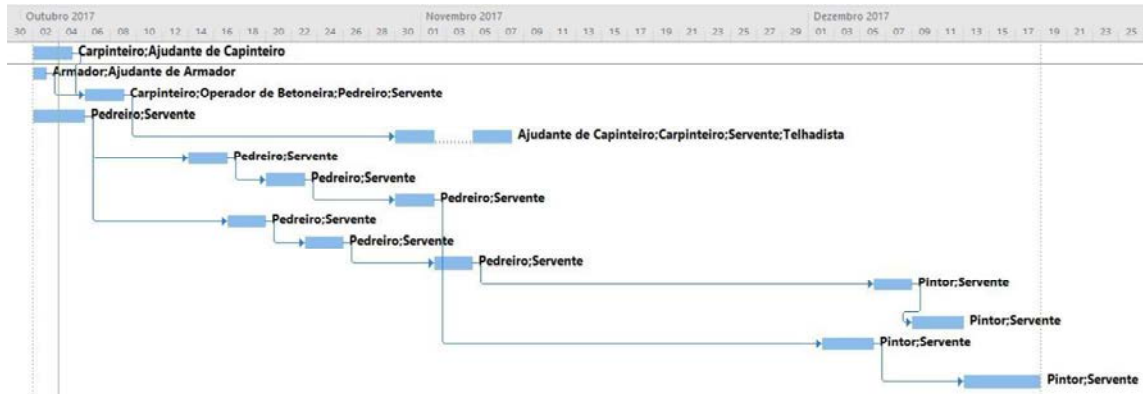
No software MS Project foram alocados os serviços executados no LSF que se diferenciam do sistema construtivo convencional, como a estrutura, vedação, cobertura e sistema de pintura. A duração de cada tarefa foi retirada da Tabela 4 e as interdependências foram analisadas com base em conhecimento próprio e da literatura. As Figuras 29 e 30 representam as saídas obtidas no software.

Figura 29 – Planilha de Tarefas planejadas na obra

Modo da	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras	Nomes dos recursos
	Fôrmas	3 dias	Seg 02/10/17	Qua 04/10/17		Carpinteiro;Ajudante de Carpinteiro
	Armadura	1 dia	Seg 02/10/17	Seg 02/10/17		Armador;Ajudante de Armador
	Concreto e lançamento	2 dias	Sex 06/10/17	Dom 08/10/17	1;2	Carpinteiro;Operador de Betoneira;Pedreiro;Servente
	Alvenaria	4 dias	Seg 02/10/17	Qui 05/10/17		Pedreiro;Servente
	Cobertura de madeira	6 dias	Seg 30/10/17	Ter 07/11/17	3TI+21 dias	Ajudante de Carpinteiro;Carpinteiro;Servente;Telhadista
	Chapisco interno	3 dias	Sáb 14/10/17	Seg 16/10/17	4TI+7 dias	Pedreiro;Servente
	Emboço interno	3 dias	Sex 20/10/17	Dom 22/10/17	6TI+3 dias	Pedreiro;Servente
	Reboco interno	3 dias	Seg 30/10/17	Qua 01/11/17	7TI+7 dias	Pedreiro;Servente
	Chapisco externo	3 dias	Ter 17/10/17	Qui 19/10/17	4TI+7 dias	Pedreiro;Servente
	Emboço externo	3 dias	Seg 23/10/17	Qua 25/10/17	9TI+3 dias	Pedreiro;Servente
	Reboco externo	3 dias	Qui 02/11/17	Sáb 04/11/17	10TI+7 dias	Pedreiro;Servente
	Emassamento para pintura ex	3 dias	Qua 06/12/17	Sex 08/12/17	11TI+30 dias	Pintor;Servente
	Pintura externa	4 dias	Sáb 09/12/17	Ter 12/12/17	12	Pintor;Servente
	Emassamento para pintura int	4 dias	Sáb 02/12/17	Ter 05/12/17	8TI+30 dias	Pintor;Servente
	Pintura interna	6 dias	Qua 13/12/17	Seg 18/12/17	14	Pintor;Servente

Fonte: Autora (2017)

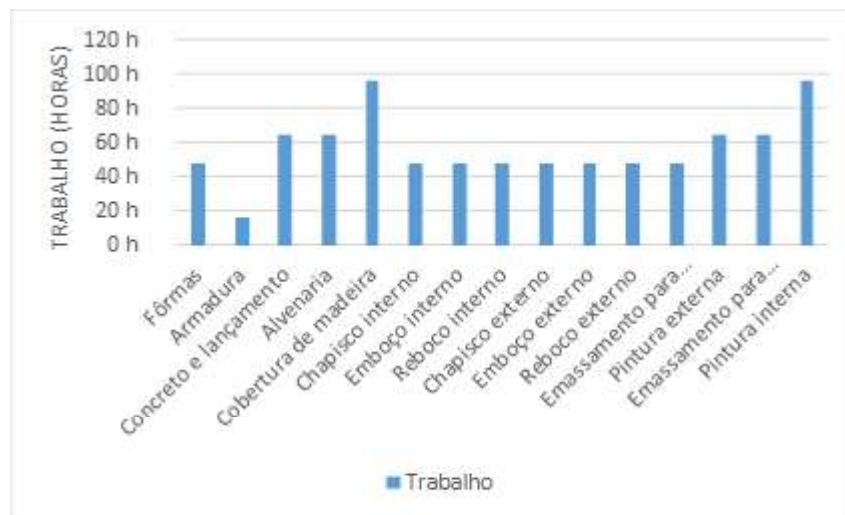
Figura 30 – Gráfico de Gantt (Alvenaria)



Fonte: Autora (2017)

A obra em questão foi planejada para ser executada do dia 2 de outubro de 2017 ao dia 18 de dezembro de 2017, totalizando 78 dias. A mão de obra envolvida nos serviços específicos deste sistema construtivo foram pedreiro, servente, carpinteiro, ajudante de carpinteiro, armador, ajudante de armador, operador de betoneira, telhadista e pintor. Os gráficos das Figuras 31 e 32 e a Tabela 8 mostram as horas trabalhadas em cada serviço e por cada profissional.

Figura 31 – Horas trabalhadas em cada serviço



Fonte: Autora (2017)

Figura 32 – Horas de trabalho realizadas por cada profissional



Fonte: Autora (2017)

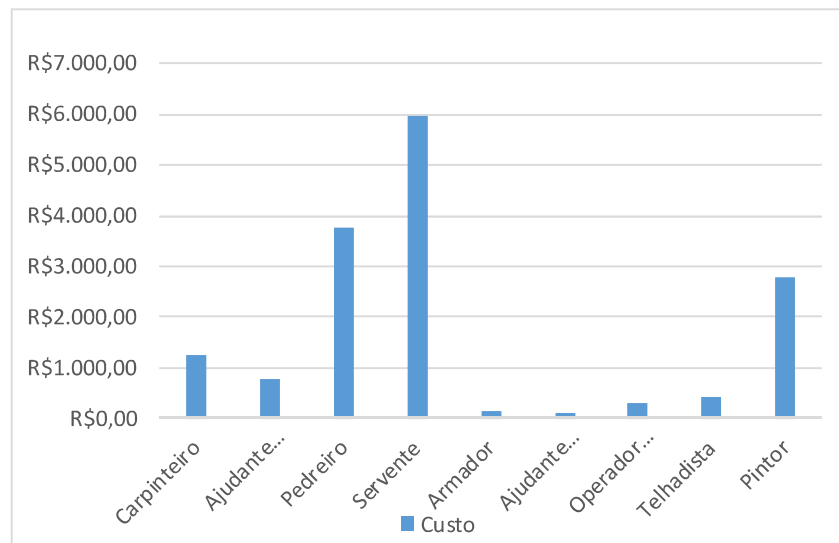
Tabela 8 – Planejamento da execução dos serviços da obra

Nome	Início	Término	Trabalho
Carpinteiro	Seg 02/10/2017	Qua 01/11/2017	64 h
Ajudante de Carpinteiro	Seg 02/10/2017	Qua 01/11/2017	48 h
Pedreiro	Seg 02/10/2017	Sab 04/11/2017	192 h
Servente	Seg 02/10/2017	Seg 18/12/2017	352 h
Armador	Seg 02/10/2017	Seg 02/10/2017	8 h
Ajudante de Armador	Seg 02/10/2017	Seg 02/10/2017	8 h
Operador de Betoneira	Sex 06/10/2017	Dom 08/10/2017	16 h
Telhadista	Sex 30/10/2017	Qua 01/11/2017	24 h
Pintor	Sab 02/12/2017	Qua 18/10/2017	136 h

Fonte: Autora (2017)

O custo com mão de obra para os serviços realizados especificamente no Sistema Construtivo Convencional está representado na Tabela 9 e no Gráfico da Figura 33.

Figura 33 – Custo com mão de obra nos serviços específicos da Alvenaria



Fonte: Autora (2017)

Tabela 9 – Custo com mão de obra nos serviços específicos da Alvenaria

Nome	Taxa Padrão	Custo	Trabalho
Carpinteiro	R\$19,54/h	R\$1.250,56	64 h
Ajudante de Carpinteiro	R\$15,87/h	R\$761,76	48 h
Pedreiro	R\$19,66/h	R\$3.774,72	192 h
Servente	R\$16,99/h	R\$5.980,48	352 h
Armador	R\$19,54/h	R\$156,32	8 h
Ajudante de Armador	R\$15,84/h	R\$126,72	8 h
Operador de Betoneira	R\$19,07/h	R\$305,12	16 h
Telhadista	R\$17,52/h	R\$420,48	24 h
Pintor	R\$20,36/h	R\$2.768,96	136 h

Fonte: Autora (2017)

6.4 QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

As quantidades obtidas de cimento, água e aço consumidas em cada uma das etapas construtivas de cada sistema específico estão representadas nas Tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 10 – Quantidade de cimento consumida nos serviços do Sistema Construtivo Convencional

CIMENTO	QUANTIDADE (kg)
Concreto estrutural	333,65
Argamassa	175,08
Chapisco Interno	59,39
Emboço Interno	742,35
Chapisco Externo	148,03
Emboço Externo	496,27

Fonte: Autora (2017)

Tabela 11 – Quantidade de água consumida nos serviços do Sistema Construtivo Convencional

ÁGUA	QUANTIDADE (L)
Concreto estrutural	133,34
Argamassa	70,03
Chapisco Interno	23,76
Emboço Interno	296,94
Chapisco Externo	59,21
Emboço Externo	198,51

Fonte: Autora (2017)

Tabela 12 – Quantidade de aço utilizada nos serviços do Light Steel Frame

AÇO	QUANTIDADE (kg)
Superestrutura	1150,56
Cobertura	691,2

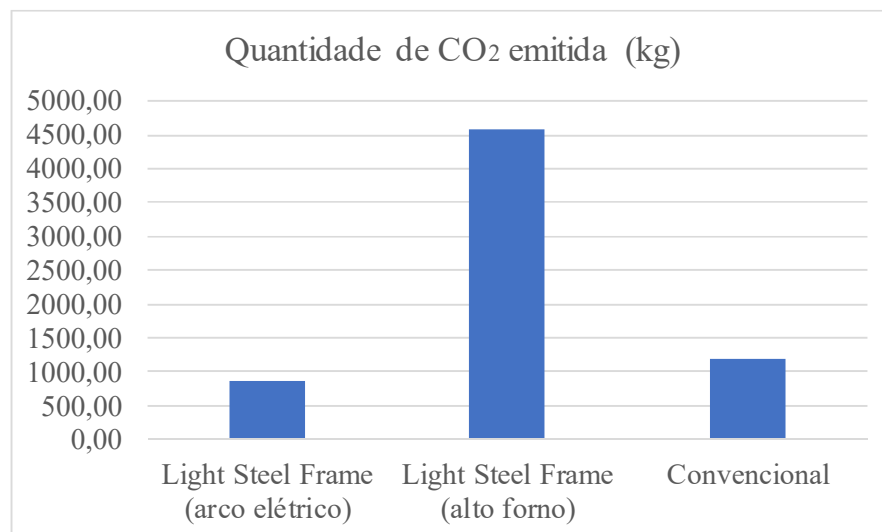
Fonte: Autora (2017)

Para o cálculo das emissões de CO₂, utilizaram-se os resultados do estudo realizado por Matos (2015), o qual informa que 610 kg de CO₂ são emitidos a cada 1 tonelada de cimento produzida, e por Gervásio (2008), o qual indica 1 kg de aço produzido em arco elétrico emite cerca de 462 g de CO₂ e o produzido em alto forno, 2494 g. A partir dos dados dessas referências, tem-se a quantidade de gás carbônico emitida por cada sistema construtivo, representada na Tabela 13 e Gráfico da Figura 34.

Tabela 13 – Quantidade de CO₂ emitida pelos Sistema Construtivo

Sistema Construtivo	Quantidade de CO₂ (kg)
Light Steel Frame (arco elétrico)	854,58
Light Steel Frame (alto forno)	4593,35
Convencional	1192,41

Fonte: Autora (2017)

Figura 34 – Comparativo da quantidade de CO₂ emitida pelos Sistemas Construtivos

Fonte: Autora (2017)

7 DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como estudo a comparação orçamentária e ambiental da execução de uma residência unifamiliar de caráter social utilizando dois métodos construtivos, o Convencional e o Light Steel Frame. No que se diz respeito ao quesito orçamentário, obteve-se como resultado um menor custo direto total e menor tempo de execução utilizando o Sistema Construtivo Light Steel Frame. As análises orçamentárias apontaram que, para o Sistema Construtivo Convencional, o custo direto total foi de R\$44.606,97, e para o Light Steel Frame, R\$42.616,67, acarretando uma economia de 4,67%. Ao comparar o custo direto total entre as residências, o Sistema Construtivo Light Steel Frame apresentou-se mais barato nos trabalhos de Klein e Maronezi (2013) e Petersen (2012), 6,17% e 14,71%, respectivamente. Nos trabalhos de Farias (2013) e Pivovarski e Junior (2014), o valor foi mais oneroso 40,44% e 6,39%, respectivamente. Tais dados estão representados na Tabela 14.

Tabela 14 – Comparação do Custo Direto Total

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017)	- 4,67%
Klein e Maronezi (2013)	- 6,17%
Petersen (2012)	- 14,71%
Farias (2013)	+ 40,44%
Pivovarski e Junior (2014)	+ 6,39%

Fonte: Autora (2017)

Ao analisar os dados orçamentários obtidos neste trabalho, nota-se que o Steel Frame é mais oneroso quando se trata dos perfis metálicos, principalmente na etapa de coberturas e proteções, porém a economia na etapa de revestimento, forro e pintura supera tal valor.

Na etapa de fundação, o custo direto total é 41,25% menor ao se utilizar Light Steel Frame. Tal resultado ocorre, pois, de acordo com Pinho e Penna (2008), ao utilizar a estrutura de aço, pode-se esperar uma redução em torno de 20% das cargas verticais aplicadas sobre a fundação. A fundação, ao utilizar o Light Steel Frame, apresentou um custo direto total menor nos trabalhos de Farias (2013) e Pivovarski e Junior (2014), de 64,66% e 50,04%,

respectivamente. Já no trabalho realizado por Petersen (2012), houve um custo 5,47% mais elevado. Tais dados estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 – Comparação do Custo Direto da Fundação

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017)	- 41,25%
Petersen (2012)	+ 5,47%
Farias (2013)	- 64,66%
Pivovarski e Junior (2014)	- 50,04%

Fonte: Autora (2017)

Na execução da superestrutura o custo direto é 4,97% maior ao se construir com Light Steel Frame. Isso se deve ao fato que a produção da estrutura metálica no Brasil é mais cara que os materiais comumente utilizados na construção, como tijolos, cimento e madeira, que podem ser encontrados com mais facilidade em todas as regiões do país. Petersen (2012), Farias (2013) e Pivovarski e Junior (2014) também apresentaram os custos maiores na etapa de superestrutura ao utilizar o LSF, sendo, respectivamente, 91,44%, 380,26% e 33,07%. Tais dados estão representados na Tabela 16.

Tabela 16 – Comparação do Custo Direto da Superestrutura

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017)	- 41,25%
Petersen (2012)	+ 5,47%
Farias (2013)	- 64,66%
Pivovarski e Junior (2014)	- 50,04%

Fonte: Autora (2017)

Na etapa de revestimento, o custo direto total também é menor ao se utilizar Light Steel Frame. Isto é resultado do sistema de fechamento dos painéis de Steel Frame não necessitar de revestimento como chapisco, emboço, reboco e emassamento. Nos trabalhos realizados por

Petersen (2012) e Farias (2013), o Sistema Light Steel Frame também foi menos oneroso se comparado ao Sistema convencional, em 25,48% e 35,73%, respectivamente. Tais dados estão representados na Tabela 17.

Tabela 17 – Comparação do Custo Direto do Revestimento

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017)	- 21,14%
Petersen (2012)	- 25,48%
Farias (2013)	- 35,73%

Fonte: Autora (2017)

Na etapa de cobertura, este trabalho obteve com o Light Steel Frame um custo direto total 136,09% maior, se comparado ao obtido com o Sistema Construtivo Convencional. Farias (2013) e Pivovarski e Junior (2014) também obtiveram custos mais onerosos com o LSF, de 53,35% e 4,23%, respectivamente. Já o trabalho de Petersen (2012) resultou em um custo 33,81% menor. Tais dados estão representados na Tabela 18.

Tabela 18 – Comparação do Custo Direto da Cobertura

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017)	+ 136,09%
Petersen (2012)	- 33,81%
Farias (2013)	+ 53,35%
Pivovarski e Junior (2014)	+ 4,23%

Fonte: Autora (2017)

No quesito ambiental, ao comparar a emissão de CO₂ na atmosfera, o Light Steel Frame também obteve melhor resultado, uma redução de 28,33% quando utilizados perfis metálicos produzidos a partir do arco elétrico. Já a produção do aço realizada no alto forno produz 285,22% mais CO₂ que a fabricação do cimento utilizado no Sistema Construtivo Convencional. Tal diferença acontece, pois, o arco elétrico utiliza, em maior proporção, a sucata

como matéria prima, e o alto forno, o minério de ferro e o coque. Desse modo, no arco elétrico há a maximização da reciclagem do aço, reduzindo a porcentagem de minério que deverá ser oxidado e a energia que será consumida. Os dados estão representados na Tabela 19

No estudo realizado por Marcos (2015), para a execução de uma residência utilizando alvenaria, produz 55.888,04 kg CO₂ e utilizando o LSF, 44.213,01 kg CO₂, obtendo, assim, uma redução na emissão de CO₂ de 21,43%. Nas etapas de estrutura, fundação e cobertura no Sistema Construtivo Convencional há o impacto ambiental causado pela extração de madeira para a execução das fôrmas dos pilares, vigas e lajes, e estrutura da cobertura. Os serviços de revestimento utilizam uma grande quantidade de cimento e água para a produção de argamassa e concreto, o que contribui para um maior impacto ambiental. O consumo de água nas etapas exclusivas do sistema convencional foi de 781,79 litros, enquanto não houve consumo nas etapas exclusivas do LSF.

Tabela 19 – Comparação da Emissão de CO₂

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017) – arco elétrico	- 28,33%
Mossinato (2017) – alto forno	+ 285,22%
Marcos (2015)	- 21,43%

Fonte: Autora (2017)

Além das vantagens orçamentária e ambiental, a partir dos cronogramas é possível notar a diferença expressiva no tempo de execução do Light Steel Frame, quase quatro vezes mais veloz que o método construtivo convencional. De acordo com a Figura 30 (Gráfico de Gantt da Alvenaria), o Sistema Construtivo Convencional possui atividades que consomem muito tempo de execução e também serviços, como a execução da alvenaria e cura do concreto, que impossibilitam que outras atividades sejam realizadas ao mesmo tempo. Klein e Maronezi (2013), Petersen (2012), Farias (2013) e Pivovarski e Junior (2014) também executaram, em seus trabalhos, residências em LSF em tempos menores se comparado com o sistema convencional. O tempo de execução foi 2,76, 2,5, 2 e 5,8 vezes mais rápido, respectivamente. Tais dados estão representados na Tabela 20.

Tabela 20 – Comparação da Velocidade de Execução das Residências

Autor	Light Steel Frame
Mossinato (2017)	4,33 x mais rápido
Klein e Maronezi (2013)	2,76 x mais rápido
Petersen (2012)	2,5 x mais rápido
Farias (2013)	2 x mais rápido
Pivovarski e Junior (2014)	5,8 x mais rápido

Fonte: Autora (2017)

Essa característica de velocidade de execução é valiosa para construções onde a relação custo x tempo seja preponderante, como shoppings e áreas comerciais, e quando há necessidade de rápida entrega do imóvel, como em casos de habitações populares. O desprendimento do capital para a execução de obras em Light Steel Frame é mais rápido, portanto, pode não ser viável para pessoas que não participam de programas de financiamento habitacional ou que não possuem o dinheiro total da obra em mãos. Já para obras com fim comercial, é uma boa opção, uma vez que o tempo de construção é menor e o retorno financeiro ocorre mais rapidamente.

No que se diz respeito à mão de obra, no sistema construtivo convencional o servente e pedreiro são os que têm mais horas trabalhadas, uma vez que a maior parte dos serviços são executadas pelos mesmos, como alvenaria, revestimento, fundação, esquadrias e execução das estruturas de concreto. Já no sistema Light Steel Frame, o servente é quem possui mais horas trabalhadas, uma vez que é o ajudante do montador e do pintor em todas as etapas executivas da obra.

8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O déficit habitacional no Brasil é um grande problema social que atinge cerca de 5 milhões de pessoas, apesar de haver investimentos em torno de R\$600 bilhões na construção de moradias. A geração de resíduos pela construção civil tem causado impactos ambientais ao emitir grandes quantidades de CO₂ na atmosfera, produzir muito resíduo sólido e utilizar muita água em seu processo executivo. Tal cenário do país pode ser revertido executando obras mais baratas e mais sustentáveis.

O Sistema Construtivo Light Steel Frame, embora muito difundido na Europa e Estados Unidos, é ainda, no Brasil, pouco conhecido e visto como frágil aos olhos dos leigos, porém apresenta vantagens técnicas, construtivas, ambientais e orçamentárias pouco conhecidas, como rapidez na execução, alta produtividade, leveza da estrutura, alta durabilidade, menor geração de resíduos, menor desperdício e retrabalho, canteiro de obra limpo e organizado, excelente resistência ao fogo, pouca utilização de água no processo construtivo, estrutura de aço reciclável e menor geração de CO₂.

Mesmo o Light Steel Frame sendo uma boa opção no viés ambiental e em muitas vezes no financeiro, é indispensável que seja escolhido para a obra o sistema construtivo mais adequado para a mesma, levando em consideração tempo de execução, tempo de desprendimento de capital, disponibilidade e custo de insumos, local da obra, durabilidade, qualidade, desempenho, estética, entre outras características. Desse modo, a decisão será tomada com base nas características dos sistemas disponíveis e nos anseios do consumidor.

Tendo em vista as vantagens do LSF, este trabalho reforça a necessidade dos profissionais da área incentivarem seus clientes a experimentarem o Light Steel Frame, para que, desse modo, ele se torne mais conhecido no mercado e a diferença de custo em relação ao método convencional seja cada vez menor, tornando-o mais atrativo e confiável aos olhos dos usuários.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762**: dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**: perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2014.
- AGOPYAN, V. et al. **Pesquisa alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. EPUSP/FINEP/ITQC. São Paulo: [S.l.]. 1998.
- AVILA, A.V.; LIBRELOTTO, L.I.; LOPES, O.C. **Orçamento de obras**: construção civil. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003. 67 p.
- AZEREDO, H.A. O Edifício até sua cobertura. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. 181 p.
- BATEMAN, B. W. Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction. Texas: Department of Construction Science of A&M University, College Station, 1998.
- BELTRAME, E.S. **Meio ambiente na construção civil**. 2013. Disponível em: <http://www.eduardo.floripa.com.br/download/Artigo_meio_ambiente.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2017.
- BERTOLINI, H.O.L. **Construção via obras secas como fator de produtividade e qualidade**. 2013. 98 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- BODEN, T.A.; MARLAND, G.; ANDRES, R.J. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions. **Carbon dioxide information analysis center**, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. 2017. Disponível em: <http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/tre_glob_2014.html>. Acesso em: 15 abr. 2017.
- BRASIL. Confederação nacional da indústria. **A indústria do Aço no Brasil**. Brasília: CNI, 2012. 53 p.
- BRASIL. MCTI. **Emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais**: produtos minerais – produção de cimento. Relatório de referência: processos industriais. 2º Inventário Brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Brasília, Distrito Federal: MCTI, 2010. 36 p.
- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1998.
- CONAMA, **Resolução n. 307**, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA: estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, publicada no Diário Oficial da União em 17 jul.2002, Brasília, DF.

DEIFELD, T.E.C. **Estruturas de concreto armado I: aula 2: notas de aula..** Universidade Federal do Pampa, 2013.

DE SPOT, M. **The application of structural steel to single-family residential construction**, Surrey: Node Engineering Corp. 2002, 216 p.

FARIAS, J.L. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo light steel framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. 2013. 124 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

FIESP. Investir com Responsabilidade. In: CONSTRUBUSINESS - CONGRESSO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO, 12., 2016. **Anais...** São Paulo, 2016, 144 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2013-2014**. Belo Horizonte, 2016. 92 p.

FURTADO, E.R.L. **Análise comparativa de custo de um edifício utilizando os sistemas construtivos convencionais e light steel framing**. 2016. 79 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Uninorte Laureate International, Manaus, 2016.

GERVÁSIO, H. M. A Sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população: Brasil e unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IPEA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil: relatório de pesquisa**. Brasília: 2012. 42 p.

KAEFER, L.F. **A evolução do concreto armado: notas de aula**. 1998, São Paulo, [S.l.: s.n.]. 1998. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/HistoriadoConcreto.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

KLEIN, B.G.; MARONEZI, V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame para construção de conjuntos habitacionais**. 2013. 141 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Pato Branco, 2013.

LIUBARTAS, D. A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. **Inovae: Journal of Engineering and Technology Innovation**, São Paulo, v.3, n. 1, p. 92-110, jan/abr 2015.

MARCOS, M.H.C. **Método de obtenção de dados de impactos ambientais, durante o processo de desenvolvimento do projeto, através do uso de ferramenta BIM**. 2015. 144 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2015.

- MARTINS, J.G. **Alvenarias**: condições técnicas de execução. 2009. (série materiais). Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/55744997/Alvenarias>>. Acesso em: 09 jul. 2017.
- MATOS, L.W. Análise dos métodos de redução de emissão de co2 em uma indústria de cimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2015.
- MATTOS, A.D. **Como preparar orçamentos de obra**: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplo. São Paulo: Editora Pini, 2006. 286 p.
- MILITO, J.A. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. [S.l: s.n.], 2009. Disponível em: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/6244477/tecnicas-de-construcao-civil-e-construcao-de-edificios---jose-antonio-de-milito>>. Acesso em: 22 abr. 2017.
- OLIVEIRA, G.V. **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. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- OLIVEIRA, T.Y.M. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações**. 2015. 114 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- PEDROSO, S. P. et al. Steel frame na construção civil. In: ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL, 12., 2014, Cascavel. **Anais...** Cascavel: FAG e Dom Bosco, 2014.
- PESSARELLO, R.G. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios**: avaliação e fatores influenciadores. 2008. 114 f. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- PETERSEN, R.L. **Sistema “light steel frame”**: comparativo de execução e custos com sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolo de seis furos e tijolos maciços. 2012. 72 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUÍ, Ijuí, 2012.
- PINHO. F.O.; PENNA, F. **Viabilidade econômica**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2008. 84p. (série manual de construção em aço)
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo. 1999. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- PIVOVARSKI, M.B.A.; T. JUNIOR, J.L. **Comparativo econômico entre a aplicação do sistema light steel frame e o sistema convencional na construção de habitações de interesse social**. Araucária: 2014. 13 p. Disponível em: < <http://www.revista.facear.edu.br>>. Acesso em: 10 out. 2017.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. 415 p.

RICARDI light steel frame. Disponível em: <<https://www.ricardilsf.com/copia-documentacao-do-terreno>>. Acesso em: 12 set. 2017.

RODRIGUES, F. C.; CALDAS, R.B. **Steel framing**: engenharia. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2016. 224 p.

SANTIAGO, A.K.; FREITAS, A.M.S.; CRASTO, R.D.M. **Steel Framing**: Arquitetura. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 151 p.

SANTOS, A. P. S.; SILVA, N. D.; OLIVEIRA, V. M. **Orçamento na construção civil como instrumento para participação em processo licitatório**. 2012. 123 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Ciências Contábeis) – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, UNISALESIANO, Lins, 2012.

SOLARA ENGENHARIA. **Título/ descrição do que foi visualizado (em negrito)**. 2016. Disponível em: <<http://www.solaradrywallbh.com.br/blog/afinal-e-seguro-construir-em-steel-frame>> Acesso em: 12 set. 2017.

SPOHR, V.H. **Análise comparativa**: sistemas estruturais convencionais e estruturas de lajes nervuradas. 2008. 108 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Santa Maria, 2008.

TIZOTT, R.M. **Comparação do custo benefício entre dois tipos de fundações: sapata rígida e radier**. 2013. 117 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijuí, Ijuí, 2013.

VALENTINI, J. **Metodologia para elaboração de orçamentos de obras civis**. 2009. 72 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2009.

VASQUES, C.C.P.C.F.; PIZZO, L.M.B.F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. 2014. Disponível em: <<http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/view/193/188>>. Acesso em: 24 set. 2017.

WORLDSTEEL ASSOCIATION. **Steel's contribution to a low carbon future and climate resilient societies**. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/publications/position-papers/steel-s-contribution-to-a-low-carbon-future.html>>. Acesso em: 10 set. 2017.

APÊNDICE A – MODELO DO QUADRO DO CUSTO UNITÁRIO DOS SERVIÇOS

Serviço:		Código:		Unid:	
EQUIPAMENTOS					
Código	Descrição	Quantidade	Custo Horário		
CUSTO HORÁRIO DE EQUIPAMENTO					
MÃO-DE-OBRA					
Código	Descrição	Quantidade	Salário Base	Custo Hor.	
CUSTO DE MÃO-DE-OBRA					
CUSTO HORÁRIO DE EXECUÇÃO					
PRODUÇÃO DA EQUIPE			CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO		
MATERIAIS					
Código	Descrição	Unidade	Custo	Consumo	Custo Unit.
CUSTO TOTAL DE MATERIAIS					
ENCARGOS SOCIAIS (88,15%)					
CUSTO UNITÁRIO DIRETO TOTAL					
LUCRO E DESPESAS INDIRETAS					
PREÇO UNITÁRIO TOTAL					
Observações:					

Fonte: Autora (2017)

APÊNDICE B – TABELAS DO LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DIRETOS

Custos Diretos – Light Steel Frame

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
1.0	SERVIÇOS GERAIS PRELIMINARES				
1.1	Locação convencional de obra através de gabaritos de tábuas corridas pontaleteadas a cada 1,5m sem reaproveitamento	m ²	42,29	R\$8,52	R\$360,31
SUB-TOTAL					R\$360,31
2.0	FUNDAÇÕES				
2.1.	ESTACAS				
2.1.1.	Escavação manual de valas	m ³	1,27	R\$53,77	R\$68,29
2.1.2.	Concreto Fck=25,0MPA, traço 1:2,3:2,7 (cimento, areia média e brita 1) com preparo mecânico com betoneira de 400 L, sem lançamento	m ³	1,27	R\$315,95	R\$401,26
2.1.3.	Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas	m ³	1,27	R\$278,11	R\$353,20
2.1.4.	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50, Ø 8,00mm (5/16")	m ³	50,54	R\$8,16	R\$412,41
SUB-TOTAL					R\$1.235,15
2.2.	VIGA BALDRAME				
2.2.1.	Escavação manual de valas	m ³	1,74	R\$53,77	R\$93,56
2.2.2.	Concreto F _{ck} =25,0MPA, traço 1:2,3:2,7 (cimento, areia média e brita 1) com preparo mecânico com betoneira de 400 L, sem lançamento	m ³	0,63	R\$315,95	R\$199,05
2.2.3.	Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas	m ³	0,63	R\$278,11	R\$175,21
2.2.4.	Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50, Ø 6,30 mm (5/16")	kg	15,06	R\$8,22	R\$123,79

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
2.2.5.	Cinta de amarração de alvenaria moldada in loco com utilização de blocos canaleta	m ²	7,22	R\$21,06	R\$152,05
2.2.6.	Impermeabilização de superfície com emulsão asfáltica a base de água	m ²	17,00	R\$53,39	R\$907,63
SUB-TOTAL					R\$1.651,29
3.0	SUPERESTRUTURA				
3.1.	Estrutura em Light Steel Frame	m ²	95,88	R\$52,68	R\$5.050,96
3.2.	Vedação em placas cimentícias parte externa e=12,5 mm	m ²	53,85	R\$35,90	R\$1.933,22
3.3.	Vedação em placas de gesso acartonado parte interna	m ²	108,62	R\$15,48	R\$1.681,44
SUB-TOTAL					R\$8.665,61
4.0	ESQUADRIAS				
4.1.	ESQUADRIAS METÁLICAS				
4.1.1.	Janela de aço basculante, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada	m ²	1,16	R\$666,71	R\$773,38
4.1.2.	Janela de aço de correr, 4 folhas, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada	m ²	5,10	R\$447,07	R\$2.280,06
4.1.3.	Porta em alumínio de abrir tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos – fornecimento e instalação	m ²	1,68	R\$467,72	R\$785,77
4.2.	ESQUADRIAS DE MADEIRA				
4.2.1.	Kit de porta de madeira frisada, semi-oca, padrão popular, 70x210cm, e=3 cm (incluso dobradiça, montagem, instalação do batente, sem fechadura) – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$556,90	R\$556,90
4.2.2.	Kit de porta de madeira frisada, semi-oca, padrão popular, 80x210cm, e=3 cm (incluso dobradiça, montagem, instalação do batente, sem fechadura) – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$612,59	R\$1.225,18
4.3.	VIDROS				
4.3.1.	Vidro fantasia tipo canelado, e=4mm	m ²	0,36	R\$95,37	R\$34,33

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
4.3.2.	Vidro liso comum transparente, e=3mm	m ²	5,90	R\$87,65	R\$517,14
SUB-TOTAL					R\$6.172,76
5.0.	COBERTURAS E PROTEÇÕES				
5.1.	COBERTURAS				
5.1.1.	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento e=6mm, com recobrimento lateral de ¼ de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas, incluso içamento	m ²	57,6	R\$30,31	R\$1.745,86
5.1.2.	Cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e=6mm, incluso acessórios de fixação e içamento	m	7,20	R\$41,41	R\$298,15
5.1.3.	Estr. em LSF tesouras/terças para telha de fibrocimento	m ²	57,6	R\$70,51	R\$4.061,38
SUB-TOTAL					R\$6.105,38
6.0	REVESTIMENTOS, FORROS E PINTURAS				
6.1.	REVESTIMENTOS INTERNOS				
6.1.1.	Revestimento cerâmico para paredes internas, padrão popular de dimensões 20x20cm na altura inteira das paredes	m ²	9,45	R\$36,02	R\$340,39
6.1.2.	Membrana hidrófuga	m ²	162,47	R\$7,46	R\$1.212,03
6.2.	FORROS				
6.2.1.	Forro em réguas de PVC, liso, para ambientes residenciais, inclusive estrutura de fixação	m ²	54,16	R\$55,62	R\$3.012,38
6.2.2.	Forro em madeira pinnus, para ambientes residenciais, inclusive estrutura de fixação	m ²	3,10	R\$166,34	R\$515,65
6.2.3.	Instalação de isolamento com lã de rocha em paredes drywall	m ²	95,88	R\$36,65	R\$3.514,00
6.3.	PINTURAS				
6.3.1.	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos	m ²	72,52	R\$9,11	R\$660,66
6.3.2.	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos	m ²	99,03	R\$7,16	R\$709,05

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
6.3.3.	Pintura esmalte fosco, duas demãos, sobre superfície metálica, incluso uma demão de fundo anticorrosivo, utilização de revolver (ar comprimido)	m ²	15,88	R\$16,22	R\$257,57
6.3.4.	Verniz sintético em madeira, duas demãos	m ²	13,02	R\$20,48	R\$266,65
SUB-TOTAL					R\$10.488,39
7.0.	PAVIMENTAÇÕES				
7.1.	PISOS				
7.1.1.	Lastro com material granular, aplicação em pisos ou radiers, espessura de 5cm	m ²	1,85	R\$103,27	R\$191,05
7.1.2.	Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas, espessura de 5 cm	m ²	37,16	R\$24,49	R\$910,05
7.1.3.	(Composição representativa) do serviço de contrapiso em argamassa traço 1:4 (cim e areia), em betoneira 400 L, espessura 3 cm áreas secas e 3 cm áreas molhadas, para edificação unifamiliar (casa) e edificação pública padrão	m ²	37,16	R\$30,83	R\$1.145,64
7.1.4.	(Composição representativa) do serviço de revestimento cerâmico para piso com placas tipo grés de dimensões 35x35 cm, para edificação habitacional unifamiliar (casa) e edificação pública padrão	m ²	2,76	R\$38,06	R\$105,05
SUB-TOTAL					R\$2.351,79
8.0	INSTALAÇÕES E APARELHOS				
8.1.	ELÉTRICAS				
8.1.1.	Caixa retangular 4"x2" média (1,30m do piso), metálica, instalada em parede – fornecimento e instalação	unid	14,00	R\$10,29	R\$144,06
8.1.2.	Caixa octagonal 4"x4", metálica, instalada em laje – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$7,79	R\$7,79

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.1.3.	Curva 90 graus para eletroduto, PVC, roscável, DN 25 mm, para circuitos terminais, instalada em laje – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$9,29	R\$18,58
8.1.4.	Eletroduto rígido roscável, PVC, DN 25 mm, para circuitos terminais, instalado em forro – fornecimento e instalação	m	12,00	R\$32,90	R\$394,80
8.1.5.	Luva para eletroduto, PVC, soldável, DN 25 mm, aparente, instalada em parede – fornecimento e instalação	unid	6,00	R\$5,84	R\$35,04
8.1.6.	Eletroduto rígido roscável, PVC, DN 20 mm, para circuitos terminais, instalados em forro – fornecimento e instalação	m	29,00	R\$6,10	R\$176,90
8.1.7.	Quadro de distribuição de energia p/ 6 disjuntores termomagnéticos monopolares sem barramento, de embutir, em chapa metálica – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$70,21	R\$70,21
8.1.8.	Cabo de cobre flexível isolado, 1,4 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	90,00	R\$1,52	R\$136,80
8.1.9.	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	25,00	R\$7,19	R\$179,75
8.1.10.	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	90,00	R\$2,14	R\$192,60
8.1.11.	Cabo de cobre flexível isolado, 6 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	15,00	R\$4,48	R\$67,20
8.1.12.	Terminal ou conector de pressão – para cabo 10 mm ² - fornecimento e instalação	unid	3,00	R\$12,99	R\$38,97

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.1.13.	Disjuntor termomagnético monopolar padrão NEMA (americano) 10 a 30 A 240 V – fornecimento e instalação	unid	3,00	R\$11,94	R\$35,82
8.1.14.	Disjuntor termomagnético bipolar padrão NEMA (americano) 10 a 50 A 240 V – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$54,13	R\$54,13
8.1.16.	Suporte parafusado com placa de encaixe 4"x2" médio (1,30 m do piso) para ponto elétrico – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$6,24	R\$6,24
8.1.17.	Interruptor simples (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	3,00	R\$21,40	R\$64,20
8.1.18.	Interruptor simples (1 módulo) com 1 tomada de embutir 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$37,96	R\$37,96
8.1.19.	Interruptor simples (2 módulos), 10A/250V, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$33,90	R\$67,80
8.1.21.	Tomada média de embutir (1 módulo), 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	6,00	R\$25,50	R\$153,00
8.2	HIDRAULICAS				
8.2.1.	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4	unid	3,00	R\$3,08	R\$9,24
8.2.2.	Adaptador com flange e anel de vedação, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4	unid	2,00	R\$16,12	R\$32,24
8.2.3.	Adaptador com flange e anel de vedação, PVC, soldável, DN 32 mm x 1	unid	1,00	R\$19,41	R\$19,41
8.2.4.	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25mm x 1/2	unid	3,00	R\$7,75	R\$23,25
8.2.5.	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25mm x 3/4	unid	1,00	R\$8,59	R\$8,59

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.2.6.	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 25 mm	unid	7,00	R\$2,81	R\$19,67
8.2.7.	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 32 mm	unid	1,00	R\$4,51	R\$4,51
8.2.8.	Luva com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4 – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$5,95	R\$11,90
8.2.9.	Registro de gaveta bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados	unid	1,00	R\$59,68	R\$59,68
8.2.10.	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados	unid	1,00	R\$56,53	R\$56,53
8.2.11	Tê, PVC, soldável, DN 25 mm – fornecimento e instalação	unid	4,00	R\$5,09	R\$20,36
8.2.12	Tubo, PVC, soldável, DN 25 mm – fornecimento e instalação	unid	21,00	R\$5,20	R\$109,20
8.2.13.	Tubo, PVC, soldável, DN 32 mm – fornecimento e instalação	unid	6,00	R\$9,06	R\$54,36
8.2.14.	Caixa d'água em polietileno, 500 litros, com acessórios	unid	1,00	R\$656,98	R\$656,98
8.2.15.	Bucha de redução - longa - (50 x 40) mm	unid	1,00	R\$6,16	R\$6,16
8.2.16.	Caixa de gordura simples em concreto pré-moldado DN 40 mm com tampa – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$83,97	R\$83,97
8.2.17.	Caixa de inspeção 80x80x80cm em alvenaria - execução	unid	1,00	R\$214,38	R\$214,38
8.2.18.	Caixa de passagem 80x80x62 cm fundo de brita com tampa	unid	1,00	R\$248,59	R\$248,59
8.2.19.	Caixa sifonada, PVC, DN 100 x 100 x 50 mm, junta elástica	unid	1,00	R\$17,51	R\$17,51
8.2.20.	Curva curta 90 graus, PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 mm, junta elástica	unid	1,00	R\$22,97	R\$22,97
8.2.21.	Joelho 90 graus, PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 mm, junta soldável	unid	6,00	R\$8,21	R\$49,26
8.2.22.	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 mm	m	21,00	R\$27,53	R\$578,13

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.2.23.	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 mm	m	15,00	R\$9,57	R\$143,55
8.2.24.	Chuveiro elétrico comum – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$64,52	R\$64,52
8.2.25.	Lavatório louça branca com coluna 44 x 35,5 cm, padrão popular, incluso sifão flexível PVC, válvula e engate flexível 30 cm em plástico e com torneira cromada padrão popular – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$284,51	R\$284,51
8.2.26.	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$494,60	R\$494,60
8.2.27.	Tanque de mármore sintético com coluna, 22 L, incluso sifão flexível PVC, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$283,05	R\$283,05
8.2.28.	Torneira cromada longa, de parede, 1/2” ou 3/4”, para pia de cozinha, padrão popular – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$30,06	R\$60,12
SUB-TOTAL					R\$5.519,09
9.0.	LIMPEZA GERAL				
9.1.	Limpeza final da obra	m ²	36,99	R\$1,81	R\$66,95
SUB-TOTAL					R\$66,95
TOTAL DA OBRA					R\$42.616,72

Fonte: Autora (2017)

Custos Diretos – Alvenaria

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
1.0	SERVIÇOS GERAIS PRELIMINARES				
1.1	Locação convencional de obra através de gabaritos de tábuas corridas pontaleteadas a cada 1,5m sem reaproveitamento	m ²	40,80	R\$8,52	R\$347,62
SUB-TOTAL					R\$347,62
2.0	FUNDAÇÕES				
2.1.	ESTACAS				
2.1.1.	Escavação manual de valas	m ³	1,27	R\$53,77	R\$68,29
2.1.2.	Concreto Fck=25,0MPA, traço 1:2,3:2,7 (cimento, areia média e brita 1) com preparo mecânico com betoneira de 400 L, sem lançamento	m ³	1,27	R\$315,95	R\$401,26
2.1.3.	Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas	m ³	1,27	R\$278,11	R\$353,20
2.1.4.	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50, Ø 8,00mm (5/16")	m ³	50,54	R\$8,16	R\$412,41
SUB-TOTAL					R\$1.235,15
2.2.	VIGA BALDRAME				
2.2.1.	Escavação manual de valas	m ³	1,14	R\$53,77	R\$61,30
2.2.2.	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para viga baldrame, em chapa de madeira compensada resinada, e=17 mm – 2 utilizações	m ²	15,20	R\$127,95	R\$1.944,84
2.2.3.	Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas	m ³	0,76	R\$278,11	R\$211,36
2.2.4.	Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50, Ø 6,30mm (5/16")	kg	38,00	R\$8,22	R\$312,36
2.2.5.	Concreto Fck=25,0MPA, traço 1:2,3:2,7 (cimento, areia média e brita 1) com preparo mecânico com betoneira de 400 L, sem lançamento	m ³	0,76	R\$315,95	R\$240,12

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
2.2.6.	Impermeabilização de superfície com emulsão asfáltica a base de água	m ²	17,00	R\$53,39	R\$907,63
SUB-TOTAL					R\$3.677,61
3.0	SUPERESTRUTURA				
3.1	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapa de madeira compensada resinada, e=17mm	m ²	4,80	R\$105,40	R\$505,92
3.2	Fabricação de fôrma para vigas, em chapas de madeira compensada resinada, e=17mm	m ²	15,20	R\$77,44	R\$1.177,09
3.3.	Concreto Fck=25,0MPa, traço 1:2,3:2,7 (cimento, areia média e brita 1) com preparo mecânico com betoneira de 400 L, sem lançamento	m ³	0,92	R\$315,95	R\$290,67
3.4.	Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas	m ³	0,92	R\$278,11	R\$255,86
3.5.	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50, Ø 8,0mm	kg	19,97	R\$8,16	R\$162,96
3.6.	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-50, Ø 6,30mm	kg	46,50	R\$8,21	R\$381,77
3.7.	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço CA-60, Ø 4,20mm (5/16")	kg	10,43	R\$6,67	R\$69,57
3.8.	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm (e=9cm) de paredes com área líquida menor que 6m ² com vãos e argamassa de assentamento com preparo manual	m ²	90,75	R\$59,63	R\$5.411,42
SUB-TOTAL					R\$8.255,25
4.0	ESQUADRIAS				
4.1.	ESQUADRIAS METÁLICAS				

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
4.1.1.	Janela de aço basculante, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada	m ²	1,16	R\$666,71	R\$773,38
4.1.2.	Janela de aço de correr, 4 folhas, fixação com argamassa, sem vidros, padronizada	m ²	5,10	R\$447,07	R\$2.280,06
4.1.3.	Porta em alumínio de abrir tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos – fornecimento e instalação	m ²	1,68	R\$467,72	R\$785,77
4.2.	ESQUADRIAS DE MADEIRA				
4.2.1.	Kit de porta de madeira frisada, semi-oca, padrão popular, 70x210cm, e=3cm (incluso dobradiça, montagem, instalação do batente, sem fechadura) – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$556,90	R\$556,90
4.2.2.	Kit de porta de madeira frisada, semi-oca, padrão popular, 80x210cm, e=3cm (incluso dobradiça, montagem, instalação do batente, sem fechadura) – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$612,59	R\$1.225,18
4.3.	VIDROS				
4.3.1.	Vidro fantasia tipo canelado, e=4mm	m ²	0,36	R\$95,37	R\$34,33
4.3.2.	Vidro liso comum transparente, e=3mm	m ²	5,90	R\$87,65	R\$517,14
SUB-TOTAL					R\$6.172,76
5.0.	COBERTURAS E PROTEÇÕES				
5.1.	COBERTURAS				
5.1.1.	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento e=6mm, com recobrimento lateral de ¼ de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas, incluso içamento	m ²	57,60	R\$30,31	R\$1.745,86
5.1.2.	Cumeeira para telha de fibrocimento ondulada e=6mm, incluso acessórios de fixação e içamento	m	7,20	R\$41,41	R\$298,15

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
5.1.3.	Trama de madeira composta por terças para telhados de até 2 águas para telha estrutural de fibrocimento, incluso transporte vertical	m ²	57,60	R\$9,41	R\$542,02
SUB-TOTAL					R\$2.586,02
6.0	REVESTIMENTOS, FORROS E PINTURAS				
6.1.	REVESTIMENTOS INTERNOS				
6.1.1.	Chapisco aplicado em alvenaria (sem presença de vãos) e estrutura de concreto de fachada, com rolo para textura acrílica, argamassa traço 1:4 e emulsão polimérica (adesivo) com preparo manual	m ²	108,48	4,03	R\$437,17
6.1.2.	Emboço traço 1:2:8, preparo manual, aplicado manualmente, espessura de 20mm, com execução de taliscas	m ²	108,48	22,29	R\$2.418,02
6.1.3.	Reboco para parede interna ou externa, com argamassa de cal hidratada e areia peneirada e=5mm	m ²	99,03	R\$12,00	R\$1.188,36
6.1.4.	Revestimento cerâmico para paredes internas, padrão popular de dimensões 20x20cm na altura inteira das paredes categoria, assentado com argamassa pré fabricada de cimento colante	m ²	9,45	R\$36,02	R\$340,39
6.2.	REVESTIMENTO EXTERNO				
6.2.1.	Chapisco aplicado em alvenaria e estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro, argamassa 1:3 com preparo manual	m ²	72,52	R\$5,71	R\$414,09
6.2.2.	Emboço traço 1:2:8, preparo manual, aplicado manualmente, espessura de 20mm, com execução de taliscas	m ²	72,52	R\$24,69	R\$1.790,52
6.2.3.	Reboco para parede interna ou externa, com argamassa de cal hidratada e areia peneirada e=5mm	m ²	72,52	R\$16,10	R\$1.167,57
6.3.	FORROS				
6.3.1.	Forro em régua de PVC, liso, para ambientes residenciais, inclusive estrutura de fixação	m ²	54,16	R\$55,62	R\$3.012,38

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
6.3.2.	Forro em madeira pinnus, para ambientes residenciais, inclusive estrutura de fixação	m ²	3,10	R\$166,34	R\$515,65
6.4.	PINTURAS				
6.4.1.	Aplicação manual de massa acrílica em paredes externas de casas, uma demão	m ²	72,52	9,58	R\$694,74
6.4.2.	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos	m ²	72,52	R\$9,11	R\$660,66
6.4.3.	Aplicação e lixamento de massa látex em paredes, uma demão	m ²	99,03	R\$5,27	R\$521,89
6.4.2.	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos	m ²	99,03	R\$7,16	R\$709,05
6.4.3.	Pintura esmalte fosco, duas demãos, sobre superfície metálica, incluso uma demão de fundo anticorrosivo, utilização de revolver (ar comprimido)	m ²	15,88	R\$16,22	R\$257,57
6.4.4.	Verniz sintético em madeira, duas demãos	m ²	13,02	R\$20,48	R\$266,65
SUB-TOTAL					R\$14.394,72
7.0.	PAVIMENTAÇÕES				
7.1.	PISOS				
7.1.1.	Lastro com material granular, aplicação em pisos ou radiers, espessura de 5cm	m ²	1,85	R\$103,27	R\$191,05
7.1.2.	Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas, espessura de 5 cm	m ²	37,16	R\$24,49	R\$910,05
7.1.3.	(Composição representativa) do serviço de contrapiso em argamassa traço 1:4 (cim. e areia), em betoneira 400 L, espessura 3 cm áreas secas e 3 cm áreas molhadas, para edificação unifamiliar (casa) e edificação pública padrão	m ²	37,16	R\$30,83	R\$1.145,64

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
7.1.4.	(Composição representativa) do serviço de revestimento cerâmico para piso com placas tipo grés de dimensões 35x35 cm, para edificação habitacional unifamiliar (casa) e edificação pública padrão	m ²	2,76	R\$38,06	R\$105,05
SUB-TOTAL					R\$2.351,79
8.0	INSTALAÇÕES E APARELHOS				
8.1.	ELÉTRICAS				
8.1.1.	Caixa retangular 4"x2" média (1,30m do piso), metálica, instalada em parede – fornecimento e instalação	unid	14,00	R\$10,29	R\$144,06
8.1.2.	Caixa octagonal 4"x4", metálica, instalada em laje – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$7,79	R\$7,79
8.1.3.	Curva 90 graus para eletroduto, PVC, roscável, DN 25 mm, para circuitos terminais, instalada em laje – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$9,29	R\$18,58
8.1.4.	Eletroduto rígido roscável, PVC, DN 25 mm, para circuitos terminais, instalado em forro – fornecimento e instalação	m	12,00	R\$32,90	R\$394,80
8.1.5.	Luva para eletroduto, PVC, soldável, DN 25 mm, aparente, instalada em parede – fornecimento e instalação	unid	6,00	R\$5,84	R\$35,04
8.1.6.	Eletroduto rígido roscável, PVC, DN 20 mm, para circuitos terminais, instalados em forro – fornecimento e instalação	m	29,00	R\$6,10	R\$176,90
8.1.7.	Quadro de distribuição de energia p/ 6 disjuntores termomagnéticos monopolares sem barramento, de embutir, em chapa metálica – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$70,21	R\$70,21
8.1.8.	Cabo de cobre flexível isolado, 1,4 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	90,00	R\$1,52	R\$136,80

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.1.9.	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	25,00	R\$7,19	R\$179,75
8.1.10.	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	90,00	R\$2,14	R\$192,60
8.1.11.	Cabo de cobre flexível isolado, 6 mm ² , antichama 450/750 V, para circuitos terminais – fornecimento e instalação	m	15,00	R\$4,48	R\$67,20
8.1.12.	Terminal ou conector de pressão – para cabo 10 mm ² - fornecimento e instalação	unid	3,00	R\$12,99	R\$38,97
8.1.13.	Disjuntor termomagnético monopolar padrão NEMA (americano) 10 a 30 A 240 V – fornecimento e instalação	unid	3,00	R\$11,94	R\$35,82
8.1.14.	Disjuntor termomagnético bipolar padrão NEMA (americano) 10 a 50 A 240 V – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$54,13	R\$54,13
8.1.16.	Suporte parafusado com placa de encaixe 4”x2” médio (1,30 m do piso) para ponto elétrico – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$6,24	R\$6,24
8.1.17.	Interruptor simples (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	3,00	R\$21,40	R\$64,20
8.1.18.	Interruptor simples (1 módulo) com 1 tomada de embutir 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$37,96	R\$37,96
8.1.19.	Interruptor simples (2 módulos), 10A/250V, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$33,90	R\$67,80
8.1.21.	Tomada média de embutir (1 módulo), 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa – fornecimento e instalação	unid	6,00	R\$25,50	R\$153,00
8.2	HIDRAULICAS				

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.2.1.	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4	unid	3,00	R\$3,08	R\$9,24
8.2.2.	Adaptador com flange e anel de vedação, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4	unid	2,00	R\$16,12	R\$32,24
8.2.3.	Adaptador com flange e anel de vedação, PVC, soldável, DN 32 mm x 1	unid	1,00	R\$19,41	R\$19,41
8.2.4.	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25mm x 1/2	unid	3,00	R\$7,75	R\$23,25
8.2.5.	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25mm x 3/4	unid	1,00	R\$8,59	R\$8,59
8.2.6.	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 25 mm	unid	7,00	R\$2,81	R\$19,67
8.2.7.	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 32 mm	unid	1,00	R\$4,51	R\$4,51
8.2.8.	Luva com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4 – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$5,95	R\$11,90
8.2.9.	Registro de gaveta bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados	unid	1,00	R\$59,68	R\$59,68
8.2.10.	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados	unid	1,00	R\$56,53	R\$56,53
8.2.11	Tê, PVC, soldável, DN 25 mm – fornecimento e instalação	unid	4,00	R\$5,09	R\$20,36
8.2.12	Tubo, PVC, soldável, DN 25 mm – fornecimento e instalação	unid	21,00	R\$5,20	R\$109,20
8.2.13.	Tubo, PVC, soldável, DN 32 mm – fornecimento e instalação	unid	6,00	R\$9,06	R\$54,36
8.2.14.	Caixa d'água em polietileno, 500 litros, com acessórios	unid	1,00	R\$656,98	R\$656,98
8.2.15.	Bucha de redução - longa - (50 x 40) mm	unid	1,00	R\$6,16	R\$6,16
8.2.16.	Caixa de gordura simples em concreto pré-moldado DN 40 mm com tampa – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$83,97	R\$83,97
8.2.17.	Caixa de inspeção 80x80x80cm em alvenaria - execução	unid	1,00	R\$214,38	R\$214,38

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
				Unitário	Total
8.2.18.	Caixa de passagem 80x80x62 cm fundo de brita com tampa	unid	1,00	R\$248,59	R\$248,59
8.2.19.	Caixa sifonada, PVC, DN 100 x 100 x 50 mm, junta elástica	unid	1,00	R\$17,51	R\$17,51
8.2.20.	Curva curta 90 graus, PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 mm, junta elástica	unid	1,00	R\$22,97	R\$22,97
8.2.21.	Joelho 90 graus, PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 mm, junta soldável	unid	6,00	R\$8,21	R\$49,26
8.2.22.	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 mm	m	21,00	R\$27,53	R\$578,13
8.2.23.	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 mm	m	15,00	R\$9,57	R\$143,55
8.2.24.	Chuveiro elétrico comum – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$64,52	R\$64,52
8.2.25.	Lavatório louça branca com coluna 44 x 35,5 cm, padrão popular, incluso sifão flexível PVC, válvula e engate flexível 30 cm em plástico e com torneira cromada padrão popular – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$284,51	R\$284,51
8.2.26.	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$494,60	R\$494,60
8.2.27.	Tanque de mármore sintético com coluna, 22 L, incluso sifão flexível PVC, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular – fornecimento e instalação	unid	1,00	R\$283,05	R\$283,05
8.2.28.	Torneira cromada longa, de parede, 1/2” ou 3/4”, para pia de cozinha, padrão popular – fornecimento e instalação	unid	2,00	R\$30,06	R\$60,12
SUB-TOTAL					R\$5.519,09
9.0.	LIMPEZA GERAL				
9.1.	Limpeza final da obra	m ²	36,99	R\$1,81	R\$66,95
SUB-TOTAL					R\$66,95
TOTAL DA OBRA					R\$44.606,97

Fonte: Autora (2017)

ANEXO A – TABELA DE PRODUTIVIDADE FORNECIDO PELA SBD

TABELA BADRA DE PRODUTIVIDADE		COPYRI		SBD		Dimensionamento			
ID	Serviço	Produtividade	Produção	Produção dia	Equipe	QUANTIDADE	PRAZO 1 EQ	EQUIPES	PRAZO
ETAPA SERVIÇOS PRELIMINARES									
	limpeza de terreno	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia		100	12,50	3	4,17
	demolições	0,00	0,00						
	alvenaria	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	2p+5s	100	10,00	3	3,33
	concreto armado	1,60 h/m ³	0,63 m ³ /h	5,00 m ³ /dia	2p+3s	100	20,00	3	6,67
	tijolo maciço s/aproveitamento	0,67 h/m ²	1,50 m ² /h	12,00 m ² /dia	2p+3s	100	8,33	3	2,78
	pisos cerâmicos	1,33 h/m ²	0,75 m ² /h	6,00 m ² /dia	2p+3s	100	16,67	3	5,56
	telhados	0,53 h/m ²	1,88 m ² /h	15,00 m ² /dia	2p+2s	100	6,67	3	2,22
	telhas	0,32 h/m ²	3,13 m ² /h	25,00 m ² /dia	1p+1s	100	4,00	3	1,33
	forros	0,67 h/m ²	1,50 m ² /h	12,00 m ² /dia	1ca+2s	100	8,33	3	2,78
	esquadrias	0,47 h/m ³	2,13 m ³ /h	17,02 m ³ /dia	1ca+1s	100	5,88	3	1,96
	revestimento	0,20 h/un	5,00 un/h	40,00 un/dia	2p+1s	100	2,50	3	0,83
	pisos cimentados	0,72 h/m ²	1,39 m ² /h	11,11 m ² /dia	2p+2s	100	9,00	3	3,00
	pisos ladrilhados	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	2s	100	10,00	3	3,33
	pisos tacos	0,46 h/m ²	2,19 m ² /h	17,51 m ² /dia	2p+2s	100	5,71	3	1,90
	degraus	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	2c+2s	100	10,00	3	3,33
	alven/tijolo	0,64 h/m ³	1,56 m ³ /h	10,00 m ³ /dia	2p+2s	100	10,00	3	3,33
	alven/pedra	1,00 h/m ³	1,00 m ³ /h	12,50 m ³ /dia	2p+5s	100	8,00	3	2,67
	concreto	1,60 h/m ³	0,63 m ³ /h	8,00 m ³ /dia	2p+5s	100	12,50	3	4,17
	concreto armado	1,33 h/m ³	0,75 m ³ /h	5,00 m ³ /dia	2p+4s	100	20,00	3	6,67
	revestimentos(mg/mf)	0,32 h/m ²	3,13 m ² /h	6,00 m ³ /dia	2p+3s	100	16,67	3	5,56
	revestimento c/ argamassa	0,67 h/m ²	1,50 m ² /h	25,00 m ² /dia	2p+2s	100	4,00	3	1,33
	remoções	0,90 h/m ²	1,11 m ² /h	12,00 m ² /dia	2p+2s	100	8,33	3	2,78
	manual paralelepipedo	1,50 h/m ³	0,67 m ³ /h	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	manual entulho	0,94 h/m ³	1,06 m ³ /h	8,89 m ² /dia	2s	100	11,25	3	3,75
	esgotamento de agua	2,00 h/m ³	0,50 m ³ /h	5,33 m ³ /dia	2s	100	18,75	3	6,25
	manual ate 3m de prof. und.			0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	escavação manual de valetas			8,51 m ³ /dia	2s	100	11,75	3	3,92
	ate 2m			4,00 m ³ /dia	2s	100	25,00	3	8,33

2m a 4m	1,00 hm3	1,00 m3/h	8,00 m3/dia	1p+5s	100	12,50	3	4,17
	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+7s	100	10,00	3	3,33
escavação manual	0,00	0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33
1a cat ate 1,5m	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33
1a cat 1,5 a 3,0m	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33
2a cat ate 1,5m	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+6s	100	10,00	3	3,33
2a cat 1,5 a 3,00m	1,00 hm3	1,00 m3/h	8,00 m3/dia	1p+6s	100	12,50	3	4,17
manual (0,40m)	2,00 hm3	0,50 m3/h	4,00 m3/dia	2s	100	25,00	3	8,33
terra solta ate 1,50 m	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+5s	100	10,00	3	3,33
terra solta de 1,5 a 4,00	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1p+6s	100	10,00	3	3,33
desmonte de rocha a dinamite	4,00 hm3	0,25 m3/h	2,00 m3/dia	1cav+1s	100	50,00	3	16,67
aterro compactado	0,00	0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	4,70 hm3	0,21 m3/h	1,70 m3/dia	2s	100	58,75	3	19,58
manualmente	0,40 hm3	2,50 m3/h	20,00 m3/dia	1a+eq	100	5,00	3	1,67
mechanicamente	0,00	0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
reaterro	4,00 hm3	0,25 m3/h	2,00 m3/dia	2s	100	50,00	3	16,67
	0,65 hm3	1,54 m3/h	12,31 m3/dia	1a+eq	100	8,13	3	2,71
simples manualmente	0,27 hm3	3,75 m3/h	30,00 m3/dia	2s	100	3,33	3	1,11
simples mecanicamente	0,18 hm3	6,25 m3/h	50,00 m3/dia	1a+eq	100	2,00	3	0,67
compactado manualmente	0,00	0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
compactado mecanicamente	0,40 hm3	2,50 m3/h	20,00 m3/dia	2s	100	5,00	3	1,67
enchimento de valas	0,80 hm3	1,25 m3/h	10,00 m3/dia	1a+eq	100	10,00	3	3,33
simples s/compact	0,00	0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
simples c/compact	1,30 hm3	0,77 m3/h	6,15 m3/dia	2s	100	18,25	3	5,42
bota fora	0,60 hm3	1,87 m3/h	13,33 m3/dia	2s	100	7,50	3	2,50
bases simples	3,00 hm3	0,33 m3/h	2,67 m3/dia	1s	100	37,50	3	12,50
bases de fundacao	2,30 hm3	0,43 m3/h	3,48 m3/dia	1s	100	28,75	3	9,58
enrocamento	4,00 hm3	0,25 m3/h	2,00 m3/dia	1ca+1s	100	50,00	3	16,67
com transporte ate 500 m	4,00 hm3	0,25 m3/h	2,00 m3/dia	1cav+1s	100	50,00	3	16,67
desmonte de terra ate 10m de alt	0,12 hm2	8,13 m2/h	65,04 m2/dia	2s	100	1,54	3	0,51
1cav	0,18 hm2	5,62 m2/h	44,99 m2/dia	2s	100	2,22	3	0,74
1cal/1s	0,00	0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
desmontec/dinamite	2,67 hm	0,37 m/h	3,00 m/dia	1pot+1s	100	33,38	3	11,13
2s	5,33 hm	0,19 m/h	1,50 m/dia	1pot+1s	100	68,63	3	22,21
limpiza e queima de corte de mato	8,00 hm	0,13 m/h	1,00 m/dia	1pot+1s	100	100,00	3	33,33
2s	5,33 hm	0,19 m/h	1,50 m/dia	1pot+1s	100	68,63	3	22,21
limpiza e queima de corte de mato	8,00 hm	0,13 m/h	1,00 m/dia	1pot+1s	100	100,00	3	33,33
2s	5,33 hm	0,19 m/h	1,50 m/dia	1pot+1s	100	68,63	3	22,21
poço	0,00	0,00	0,00		100	100,00	3	33,33
d=1,5m h=5m	2,67 hm	0,37 m/h	3,00 m/dia	1pot+1s	100	33,38	3	11,13
d=1,5m h=5a10m	5,33 hm	0,19 m/h	1,50 m/dia	1pot+1s	100	68,63	3	22,21
d=1,5m h=10a15m	8,00 hm	0,13 m/h	1,00 m/dia	1pot+1s	100	100,00	3	33,33
revestimento de poço h=5m	5,33 hm	0,19 m/h	1,50 m/dia	1pot+1s	100	68,63	3	22,21
revestimento de poço h=5a10	8,00 hm	0,13 m/h	1,00 m/dia	1pot+1s	100	100,00	3	33,33

ETAPA	FUNDACAO	10,00 h/m	0,10 m/h	0,80 m/dia	1p+1s	100	125,00	3	41,67
	revestimento de poco h=10 a15m		0,00	0,00	0,80 m/dia	100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	aplicamento de valas com soquetes	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	2s	100	6,67	3	2,22
	soq=20kg	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	2s	100	10,00	3	3,33
	soq=20a50kg		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	barracao	2,67 h/m3	0,38 m3/h	3,00 m3/dia	1c+1s	100	33,33	3	11,11
	tapume	2,00 h/m2	0,50 m/h	4,00 m/dia	1c+1s	100	25,00	3	8,33
			0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	estaqueamento		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	estaqueamento in loco	0,16 h/m	6,25 m/h	50,00 m/dia	1op+eq	100	2,00	3	0,67
	estaqueamento pre-moldado	0,08 h/m	12,50 m/h	100,00 m/dia	1op+eq	100	1,00	3	0,33
			0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	denagem c/manilha barro-cob	0,40 h/m	2,50 m/h	20,00 m/dia	1p+3s	100	5,00	3	1,67
	brocas		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	brocas-perfuracao	0,80 h/m	1,25 m/h	10,00 m/dia	2s	100	10,00	3	3,33
	brocas concretagem	0,53 h/m	1,88 m/h	15,00 m/dia	2p+2s	100	6,67	3	2,22
			0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	alvenaria de embasamento	8,00 h/m3	0,13 m3/h	1,00 m3/dia	1p+2s	100	100,00	3	33,33
	formas		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	formas fabricacao,tubas retas	1,60 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia	1c+1a	100	20,00	3	6,67
	formas fabricacao,tubas,curvas	2,50 h/m2	0,40 m2/h	3,20 m2/dia	1c+1a	100	31,25	3	10,42
	formas colocacao,tubas retas	0,57 h/m2	1,75 m2/h	14,00 m2/dia	1c+1a	100	7,14	3	2,38
	formas colocacao,tubas,curvas	0,87 h/m2	1,50 m2/h	12,00 m2/dia	1c+1a	100	8,33	3	2,78
	armacao		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	fabricacao CA25	0,05 h/kg	18,75 kg/h	150,00 kg/dia	1f+1a	100	0,67	3	0,22
	fabricacao CA-50	0,08 h/kg	12,50 kg/h	100,00 kg/dia	1f+1a	100	1,00	3	0,33
	colocacao CA-50	0,18 h/kg	6,25 kg/h	50,00 kg/dia	1f+1a	100	2,00	3	0,67
	preparo do concreto		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	concreto magro c/central	1,60 h/m3	0,63 m3/h	5,00 m3/dia	2p+7s	100	20,00	3	6,67
	concreto simples c/central	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+7s	100	16,67	3	5,56
	concreto estrutural c/central	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+7s	100	16,67	3	5,56
	concreto cicloptico c/central	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+7s	100	16,67	3	5,56
	lançamento		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	concreto magro manual	1,60 h/m3	0,63 m3/h	5,00 m3/dia	2p+7s	100	20,00	3	6,67
	concreto simples manual	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+7s	100	16,67	3	5,56
	concreto estrutural manual	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+7s	100	16,67	3	5,56
	concreto cicloptico manual	1,33 h/m3	0,75 m3/h	6,00 m3/dia	2p+7s	100	16,67	3	5,56

	concreto magro c/grua	0,40 h/m3	2,50 m3/h	20,00 m3/dia	2p+2s	100	5,00	3	1,67
	concreto simplesc/grua	0,40 h/m3	2,50 m3/h	20,00 m3/dia	2p+2s	100	5,00	3	1,67
	concreto estrutural c/grua	0,44 h/m3	2,25 m3/h	18,00 m3/dia	2p+2s	100	5,56	3	1,85
	concreto cicloptico c/ grua	0,40 h/m3	2,50 m3/h	20,00 m3/dia	2p+2s	100	5,00	3	1,67
Adensamento			0,00	0,00			#DIV/0!	3	#DIV/0!
	concreto estrutural	0,67 h/m3	1,50 m3/h	12,00 m3/dia	2p	100	8,33	3	2,78
	concreto cicloptico	0,67 h/m3	1,50 m3/h	12,00 m3/dia	2p	100	8,33	3	2,78
	concreto simples	0,67 h/m3	1,50 m3/h	12,00 m3/dia	2p	100	8,33	3	2,78
ETAPA ESTRUTURA			0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	concretagem		0,00			100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	Concretagem c/bet180	0,62 h/m3	1,63 m3/h	13,01 m3/dia	2p+7s	100	7,69	3	2,56
	Concretagem c/bet320	0,18 h/m3	5,62 m3/h	44,99 m3/dia	2p+7s	100	2,22	3	0,74
	Concretagem c/bet580	0,09 h/m3	10,64 m3/h	85,11 m3/dia	2p+7s	100	1,18	3	0,39
Ciclo	Concreto/cam/Bet(5m3) e Guind	0,11 h/m3	8,77 m3/h	70,18 m3/dia	ciclo 30	100	1,43	3	0,48
	Concreto/Central-2bet580lts	0,07 h/m3	15,00 m3/h	120,00 m3/dia	1op+eq	100	0,83	3	0,28
	Concreto/cam/bet 1 guind/5m3 30 a 40m	0,13 h/m3	7,50 m3/h	60,00 m3/dia	2p	100	1,67	3	0,56
	grauteamento	1,60 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia		100	20,00	3	6,67
FORMAS			0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	formas comuns, retas de compensado		0,00			100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	fabricação	1,78 h/m2	0,56 m2/h	4,50 m2/dia		100	22,22	3	7,41
	colocação	0,94 h/m2	1,06 m2/h	8,50 m2/dia		100	11,76	3	3,92
	desforma	0,16 h/m2	6,25 m2/h	50,00 m2/dia		100	2,00	3	0,67
	formas comuns curvas de compensado		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	fabricação	1,78 h/m2	0,56 m2/h	4,50 m2/dia		100	22,22	3	7,41
	colocação	3,20 h/m2	0,31 m2/h	2,50 m2/dia		100	40,00	3	13,33
	desforma	0,13 h/m2	7,50 m2/h	60,00 m2/dia		100	1,97	3	0,56
	formas comuns de madeirite		0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	fabricação	1,33 h/m2	0,75 m2/h	6,00 m2/dia		100	16,67	3	5,56
	colocação	0,89 h/m2	1,13 m2/h	9,00 m2/dia		100	11,11	3	3,70
	desforma	0,13 h/m2	7,50 m2/h	60,00 m2/dia		100	1,97	3	0,56
forma geral			1,88 m2/h	15,00 m2/dia	2c+2a	100	6,67	3	2,22
	colocação tipo painel madeirite	1,60 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia		100	20,00	3	6,67
	colocação formas deslizantes	1,00 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia		100	20,00	3	6,67
ARMAÇÃO			0,00	0,00		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
armação em geral		0,07 h/kg	15,00 kg/h	120,00 kg/dia	1f+1a	100	0,83	3	0,28
aço CA 50		0,08 h/kg	12,50 kg/h	100,00 kg/dia	1f+1a	100	1,00	3	0,33
aço CA 25		0,08 h/kg	12,50 kg/h	100,00 kg/dia	1f+1a	100	1,00	3	0,33

13 L

	inserts	6,00 h/kg	0,17 kg/h	1,33 kg/dia	100	75,00	3	25,00
	chumbadores	0,30 h/kg	3,33 kg/h	26,67 kg/dia	100	3,75	3	1,25
	malha metálicas	0,30 h/kg	3,33 kg/h	26,67 kg/dia	100	3,75	3	1,25
	Pre moldados em geral	6,08 h/m ³	0,17 m ³ /h	1,32 m ³ /dia	100	75,76	3	25,25
	esmerilhamento de concreto	2,15 h/m ²	0,47 m ² /h	3,72 m ³ /dia	100	26,88	3	8,96
	levantamento de pre-moldado	1,14 h/und	0,88 un/h	7,00 un/dia	100	14,29	3	4,76
ETAPA	ALVENARIA				100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	tijolo maciço 10 cm	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	100	10,00	3	3,33
	tijolo maciço 15 cm	1,14 h/m ²	0,88 m ² /h	7,00 m ² /dia	100	14,29	3	4,76
	tijolo furado 15cm - 10x20x20	0,53 h/m ²	1,88 m ² /h	15,00 m ² /dia	100	6,67	3	2,22
	tijolo furado 25 cm - 10x20x20	0,67 h/m ²	1,50 m ² /h	12,00 m ² /dia	100	8,33	3	2,78
	tijolo refratário - 20cm	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia	100	12,50	3	4,17
	bloco de concreto 20x20x40	1,14 h/m ²	0,88 m ² /h	7,00 m ² /dia	100	14,29	3	4,76
	bloco de concreto 15x20x40	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	100	10,00	3	3,33
	bloco de concreto 10x20x40	0,53 h/m ²	1,88 m ² /h	15,00 m ² /dia	100	6,67	3	2,22
	pedras de mão rejuntadas	2,67 h/m ²	0,38 m ² /h	3,00 m ² /dia	100	33,33	3	11,11
	elementos vazados de concreto	2,40 h/m ²	0,42 m ² /h	3,33 m ² /dia	100	30,00	3	10,00
	elementos vazados de cerâmica	2,60 h/m ²	0,38 m ² /h	3,08 m ² /dia	100	32,50	3	10,83
ETAPA	REVESTIMENTOS DE PAREDES				100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	chepisco grosso	0,32 h/m ²	3,13 m ² /h	25,00 m ² /dia	100	4,00	3	1,33
	chepisco fino	0,40 h/m ²	2,50 m ² /h	20,00 m ² /dia	100	5,00	3	1,67
	embosso	0,40 h/m ²	2,50 m ² /h	20,00 m ² /dia	100	5,00	3	1,67
	reboco	0,40 h/m ²	2,50 m ² /h	20,00 m ² /dia	100	5,00	3	1,67
	massa unica	0,28 h/m ²	3,50 m ² /h	28,00 m ² /dia	100	3,57	3	1,19
	azulejos	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia	100	12,50	3	4,17
	pastilhas	1,60 h/m ²	0,63 m ² /h	5,00 m ² /dia	100	20,00	3	6,67
ETAPA	REVESTIMENTO DE PISOS				100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
	piso de madeira-lacos	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia	100	12,50	3	4,17
	piso de granilite	0,64 h/m ²	1,56 m ² /h	12,50 m ² /dia	100	8,00	3	2,67
	piso de cerâmica	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia	100	12,50	3	4,17
	piso cimentado liso	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	100	10,00	3	3,33
	piso cimentado aspero	0,67 h/m ²	1,50 m ² /h	12,00 m ² /dia	100	8,33	3	2,78
	piso com ladrilhos	0,80 h/m ²	1,25 m ² /h	10,00 m ² /dia	100	10,00	3	3,33
	piso com pedras irregulares	1,50 h/m ²	0,67 m ² /h	5,33 m ² /dia	100	18,75	3	6,25
	piso de pastilha	1,59 h/m ²	0,63 m ² /h	5,03 m ² /dia	100	19,88	3	6,63
	piso de revestimento de pedra	2,63 h/m ²	0,38 m ² /h	3,04 m ² /dia	100	32,88	3	10,96
	piso de caco ceramico	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia	100	12,50	3	4,17

208

	piso de granilite	0,64 h/m2	1,56 m2/h	12,50 m2/dia	1p+1s	100	8,00	3	2,67
	piso de marmore	1,23 h/m2	0,81 m2/h	6,50 m2/dia	1ass+1s	100	15,36	3	5,13
	piso de cacos de marmore	1,59 h/m2	0,63 m2/h	5,03 m2/dia	1p+1s	100	19,88	3	6,63
	piso de lajotões (50x50cm)	1,60 h/m2	0,63 m2/h	5,00 m2/dia	1p+2s	100	20,00	3	6,67
	rodapés de madeira	0,23 h/m	4,36 m/h	35,00 m/dia	1ca+1a	100	2,96	3	0,95
	rodapés de cerâmicas	0,80 h/m	1,25 m/h	10,00 m/dia	1p+1s	100	10,00	3	3,33
	rodapés de ladrilhos e azulejos	0,53 h/m	1,88 m/h	15,00 m/dia	1p+1s	100	6,67	3	2,22
	rodapés de marmore (10cm)	0,80 h/m	1,25 m/h	10,00 m/dia	1ma+1a	100	10,00	3	3,33
	soleiras e peitoris	4,00 h/m2	0,25 m2/h	2,00 m2/dia	1o+1a	100	50,00	3	16,67
	soleira de marmores ou de cerâmica	2,00 h/m	0,50 m/h	4,00 m/dia	1o+1a	100	25,00	3	8,33
ETAPA	DIVISÓRIAS E FORROS					100	#DIV/OI	3	#DIV/OI
	forro metálico	2,50 h/m2	0,40 m2/h	3,20 m2/dia		100	31,25	3	10,42
	forro falso de isopor	3,00 h/m2	0,33 m2/h	2,67 m2/dia		100	37,50	3	12,50
	divisórias metálicas	5,00 h/m2	0,20 m2/h	1,60 m2/dia		100	62,50	3	20,83
ETAPA	COBERTURAS					100	#DIV/OI	3	#DIV/OI
	madrimento para telhas cerâmicas	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1c+1a	100	10,00	3	3,33
	madrimento para fibro-cimento	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1c+1a	100	10,00	3	3,33
	madrimento para canalete 43	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	1c+1a	100	6,67	3	2,22
	telha de fibro cimento 8mm	0,32 h/m2	3,13 m2/h	25,00 m2/dia	1p+2s	100	4,00	3	1,33
	telha tipo cerâmica	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1p+2s	100	10,00	3	3,33
	cumieira para telha cerâmica	1,20 h/m2	0,83 m2/h	6,67 m2/dia		100	15,00	3	5,00
	cumieira para fibro cimento	0,70 h/m2	1,43 m2/h	11,43 m2/dia		100	8,75	3	2,92
ETAPA	TRATAMENTOS					100	8,75	3	2,92
	argamassa impermeavel(cim/areia/sika)	3,00 h/m2	0,33 m2/h	2,67 m2/dia		100	37,50	3	12,50
	espessamento asfáltico no concreto	3,00 h/m2	0,33 m2/h	2,67 m2/dia		100	37,50	3	12,50
	pintura asfáltica em fundação	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia		100	5,00	3	1,67
	impermeabilização de caixa d'agua	6,00 h/m2	0,17 m2/h	1,33 m2/dia		100	75,00	3	25,00
	impermeabilização interna em paredes	3,80 h/m2	0,26 m2/h	2,11 m2/dia		100	47,50	3	15,83
	junta fungemband	0,70 h/ml	1,43 ml/h	11,43 ml/dia		100	8,75	3	2,92
ETAPA	ESQUADRIAS					100	#DIV/OI	3	#DIV/OI
	janela de madeira com vidro	2,00 h/m2	0,50 m2/h	4,00 m2/dia	1c+1a	100	25,00	3	8,33
	janela de alumínio anodizada	5,00 h/m2	0,20 m2/h	1,60 m2/dia	1c+1a	100	62,50	3	20,83
	janela de correr 1 carp./1 aj.	2,00 h/un	0,50 un/h	4,00 un/dia	1ca+1a	100	25,00	3	8,33
	janela guilhotina 1 carp./1 aj.	1,79 h/un	0,56 un/h	4,47 un/dia	1ca+1a	100	22,38	3	7,46
	esquadria metálica 1s/1aj	2,27 h/un	0,44 un/h	3,52 un/dia	1s+1a	100	28,38	3	9,46
	porta 1 carp./1 aj	2,27 h/un	0,44 un/h	3,52 un/dia	1c+1a	100	28,38	3	9,46

	batentes 1 carp./1 aj.	2,27 h/un	0,44 un/h	3,52 un/dia	1c+1a	100	28,38	3	9,46
	guarnições 1 carp./1 aj.	0,18 h/m	5,56 ml/h	44,44 ml/dia	1c+1a	100	2,25	3	0,75
	porta de madeira completa	2,67 h/un	0,38 un/h	3,00 un/dia	1c+1a	100	33,33	3	11,11
	corrimão de madeira ou metálico	1,50 h/ml	0,67 ml/h	5,33 ml/dia	1c+1a	100	18,75	3	6,25
	escadas de madeira	5,80 h/m2	0,17 m2/h	1,38 m2/dia	1c+1a	100	72,50	3	24,17
	escadas marinheiro	2,00 h/ml	0,50 ml/h	4,00 ml/dia	1c+1a	100	25,00	3	8,33
	porta corta-fogo	16,00 h/un	0,06 un/h	0,50 un/dia	1p+2s	100	200,00	3	66,67
	gradil 1p/2s	0,64 h/ml	1,56 ml/h	12,50 ml/dia	1p+2s	100	8,00	3	2,67
ETAPA	PINTURA						#DIV/0!	3	#DIV/0!
	raspagem pintura antiga	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1s	100	5,00	3	1,67
	raspagem de superfície	0,53 h/m2	1,88 m2/h	15,00 m2/dia	1r+1a	100	6,67	3	2,22
	calação em paredes (tres demãos)	0,27 h/m2	3,75 m2/h	30,00 m2/dia	1p+1a	100	3,33	3	1,11
	calação em paredes (duas demãos)	0,20 h/m2	5,00 m2/h	40,00 m2/dia	1p+1a	100	2,50	3	0,83
	massamento e livramento	0,40 h/m2	2,50 m2/h	20,00 m2/dia	1p	100	5,00	3	1,67
	massamento de paredes	0,50 h/m2	2,00 m2/h	16,00 m2/dia		100	6,25	3	2,08
	pintura de paredes	1,20 h/m2	0,83 m2/h	6,67 m2/dia		100	15,00	3	5,00
	pintura de esquadrias de madeira	1,40 h/m2	0,71 m2/h	5,71 m2/dia		100	17,50	3	5,83
	pintura de esquadrias metálicas	0,90 h/m2	1,11 m2/h	8,89 m2/dia		100	11,25	3	3,75
	calafetagem c/ uma demão	0,80 h/m2	1,25 m2/h	10,00 m2/dia	1cat+1a	100	10,00	3	3,33
	gesso e cola (1 demão)	0,23 h/m2	4,35 m2/h	34,78 m2/dia	1p+1a	100	2,88	3	0,96
	oleo (3 demãos)	0,64 h/m2	1,56 m2/h	12,50 m2/dia	1p+1a	100	8,00	3	2,67
	esmalte	1,08 h/m2	0,94 m2/h	7,55 m2/dia	1p+1a	100	13,25	3	4,42
	verniz	1,06 h/m2	0,94 m2/h	7,55 m2/dia	1p+1a	100	13,25	3	4,42
	oleo em esquadrias 3 demãos	1,07 h/m2	0,94 m2/h	7,50 m2/dia	1p+1a	100	13,33	3	4,44
	reboques	0,27 h/m2	3,75 m2/h	30,00 m2/dia	1p+1a	100	3,33	3	1,11
ETAPA	INSTALAÇÕES						#DIV/0!	3	#DIV/0!
	hidráulica	0,47 h/pto	2,13 pto/h	17,00 pto/dia	1en+1a	100	5,68	3	1,96
	elétrica	0,88 h/pto	1,13 pto/h	9,00 pto/dia	1e+1a	100	11,11	3	3,70
	hidráulica em laboratórios	0,40 h/pto	2,50 pto/h	20,00 pto/dia	1en+1a	100	5,00	3	1,67
	fossa septica-colocação	0,50 h/pto	2,00 pto/h	16,00 pto/dia	1en+1a	100	6,25	3	2,08
ETAPA	PECAS HIDRAULICAS						#DIV/0!	3	#DIV/0!
	tanque de louca c/ coluna	6,00 h/un	0,17 un/h	1,33 un/dia	1en	100	75,00	3	25,00
	bacia de louca c/ cx. acoplada	6,00 h/un	0,17 un/h	1,33 un/dia	1en	100	75,00	3	25,00
	bidê	6,60 h/un	0,15 un/h	1,21 un/dia	1en	100	82,50	3	27,50
	chuveiro	1,00 h/un	1,00 un/h	8,00 un/dia	1en	100	12,50	3	4,17
	lavatorio c/ coluna	6,60 h/un	0,15 un/h	1,21 un/dia	1en	100	82,50	3	27,50
ETAPA	VIDROS						#DIV/0!	3	#DIV/0!

ETAPA	vírio	0,60 h/m ²	1,67 m ² /h	13,33 m ² /dia	1v+1a	100	7,50	3	2,50	
							#DIV/0!		#DIV/0!	
ETAPA	CERCAS E JARDINS				1p+1a	100	11,11	3	3,70	
	cercas	0,89 h/m ³	1,13 m ³ /h	9,00 m ³ /dia	2s	100	40,00	3	13,33	
	terra preta adubada	3,20 h/m ³	0,31 m ² /h	2,50 m ² /dia	1a	100	66,67	3	22,22	
	grama	5,33 h/m ²	0,19 m ² /h	1,50 m ² /dia		100	#DIV/0!	3	#DIV/0!	
ETAPA	ESTRUTURA METALICA				1se+1a	100	10,00	3	3,33	
	grades metálicas	0,27 h/ton	3,75 ton/h	30,00 ton/dia	eqto	100	3,33	3	1,11	
	estruturas metálicas pesadas acima 20 ton	0,11 h/ton	8,75 ton/h	70,00 ton/dia	eqto	100	1,43	3	0,48	
	estruturas metal- medias 5 a 20 ton	0,05 h/ton	18,75 ton/h	150,00 ton/dia	eqto	100	0,67	3	0,22	
	estruturas leves- ate 5ton	0,11 h/ton	8,75 ton/h	70,00 ton/dia	eqto	100	1,43	3	0,48	
	pontes rolantes	0,04 h/m	22,50 m/h	180,00 m/dia	1se+1s	100	0,56	3	0,19	
	escadas/ corrimão	0,50 h/kg	2,00 Kg/h	16,00 Kg/dia	1o+1a	100	6,25	3	2,08	
	suporte de tubulação	0,60 h/kg	1,67 Kg/h	13,33 Kg/dia	1o+1a	100	7,50	3	2,50	
	suporte para eletricidade	0,70 h/kg	1,43 Kg/h	11,43 Kg/dia	1o+1a	100	8,75	3	2,92	
	tapamento lateral	1,00 h/m ²	1,00 m ² /h	8,00 m ² /dia	1o+1a	100	12,50	3	4,17	
	ETAPA	LIMPEZA FINAL					100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
		limpeza de pisos e revestimentos	0,40 h/m ²	2,50 m ² /h	20,00 m ² /dia	2s	100	5,00	3	1,67
		limpeza de vidros	0,80 h/m ²	1,67 m ² /h	13,33 m ² /dia	2s	100	7,50	3	2,50
		limpeza geral	0,70 h/m ²	1,43 m ² /h	11,43 m ² /dia	2s	100	8,75	3	2,92
		segunda revisão 13/4/95					100	#DIV/0!	3	#DIV/0!
							100		3	0,00

2-51