

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Roberta Takushi

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE COMPOSIÇÕES
DE PAREDES ESTRUTURAIS PARA OBRAS DE REPETIÇÃO
NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAIS E EM
LIGHT STEEL FRAME NA CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
Dezembro 2016

ROBERTA TAKUSHI

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE COMPOSIÇÕES
DE PAREDES ESTRUTURAIS PARA OBRAS DE REPETIÇÃO
NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAIS E EM
LIGHT STEEL FRAME NA CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Dezembro 2016

ROBERTA TAKUSHI

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE COMPOSIÇÕES
DE PAREDES ESTRUTURAIS PARA OBRAS DE REPETIÇÃO
NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAIS E EM
LIGHT STEEL FRAME NA CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 9 de dezembro de 2016

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. Ruy Alberto Cremonini
Dr. pela Universidade de São Paulo
Relator

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)
Dr. pela Universidade de São Paulo

Túlio Vinicius Petter (Prática Construções)
Engenheiro Civil

Dedico este trabalho a Deus,
que me permitiu chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Profa Cristiane Sardin, por aceitar me orientar e por dividir comigo seus conhecimentos; por sempre se mostrar disposta a me ajudar, acalmar e incentivar. Tornou-se mais do que uma orientadora, uma motivadora e um exemplo pra mim.

Agradeço ao Eng. Túlio Petter e Eng. Emerson Madruga, pela disposição e generosidade em responder às minhas dúvidas e por fornecer dados essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Eng. Valdernaque Melo, por todos os ensinamentos e pela ajuda ao longo dos últimos anos da faculdade e, principalmente, pela confiança e amizade. Serei sempre grata.

Agradeço, também, ao Eng. Iberê Orsi e a Arqt. Cynthia Mattos, pela generosidade que transmitiram seus conhecimentos, pela paciência e, claro, pela amizade e carinho.

Agradeço a todas as pessoas com quem trabalhei na Lamb Construções, pelo apoio e ensinamentos. Em especial, agradeço a Muriel e a Melissa, pela amizade e incentivo.

Agradeço aos amigos do NTIC, principalmente ao Ramiro e Paulo, pelo reconhecimento do meu trabalho, pela credibilidade, e principalmente, pela amizade (e pelos deliciosos cafés).

Agradeço ao meu padrasto João Daltro, pelo companheirismo e incentivo, e por acreditar em mim, na minha capacidade e sempre torcer pelo meu crescimento profissional.

Agradeço ao meu esposo, Dalton Felipe, com quem tenho o prazer de compartilhar minha vida. Não tenho palavras suficientes para agradecer pela paciência, apoio e acima de tudo, por estar sempre ao meu lado, por me incentivar, me amar e cuidar de mim.

Agradeço, sobretudo, à minha família, por serem à base de tudo que me tornei. Em especial, agradeço aos meus tios, Rosa e Jonas, minhas primas Flávia, Carla e Renata, pelo carinho e por acolherem a mim e minha irmã num momento tão difícil. À minha obaasan, Hotsuko Takushi (*In Memoriam*) e a minha vó, Maria Olga, pelos cuidados e orações. À minha mãe, pelo amor incondicional, pelo cuidado e pelo exemplo de garra e determinação. Ao meu pai, por todo o esforço e dedicação à nós, por ser meu porto seguro e um exemplo de caráter que levo para vida. Agradeço, também, meu irmão, pelo exemplo de perseverança e por estar sempre na torcida pela minha felicidade. E a minha irmã, por sempre me mostrar o melhor caminho, por acreditar em mim e por estar sempre, sempre ao meu lado, mesmo que distante.

“Don’t let your fears be bigger than your faith”.

Autor desconhecido

RESUMO

Em meio à demanda por moradia e habitação, em contraponto à necessidade de preservação ambiental e a busca por atividades sustentáveis, a indústria da construção civil vem procurando se desenvolver e agregar tecnologias mais conscientes e que não comprometam o desempenho das edificações. Este trabalho apresenta o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF), também designado como sistema autoportante de construção a seco em aço, que vem se consolidando nos últimos anos no mercado da construção civil brasileira, porém pouco difundido em relação aos sistemas de alvenaria estrutural e estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação. O LSF tem uma concepção racional e cumpre exigências de desempenho conforme a NBR 15575 (2013), entretanto, por vezes, não é empregado devido à “cultura do concreto” e ao preconceito existente aos novos sistemas construtivos - com a visão que são muito mais caros que os métodos construtivos tradicionais. Primeiramente, a partir de revisões bibliográficas foi detalhado o sistema LSF, destacando sua origem no mundo e no mercado nacional, suas etapas de construção e desempenho (com um direcionamento às paredes estruturais) em relação aos outros sistemas construtivos e com desempenhos garantidos por normas brasileiras. O interesse nas paredes surgiu com o pressuposto que, grande parte do investimento em uma construção faz-se na parte da estrutura, vedação e revestimentos; e no LSF, devido à diversidade de materiais de fechamento vertical, verificou-se a necessidade de uma comparação entre estes fechamentos, a fim de destacar as características e diferenças de custo entre eles. As composições de paredes estudadas neste trabalho representam as alternativas disponíveis e mais aceitas na cidade de Porto Alegre, em contrapartida às paredes comumente construídas nos sistemas tradicionais. Definidas as composições a serem avaliadas, foram elaborados os orçamentos, através de dados fornecidos por duas construtoras da cidade, cada qual em sua área de atuação. A partir destes orçamentos, foram realizadas comparações e sobre os resultados obtidos. Com o intuito de aprofundar o estudo, estudaram-se, os tempos de execução de cada composição, a fim de demonstrar que o custo vinculado ao tempo de execução pode determinar a escolha do sistema de acordo com as intenções do cliente. Com tais comparações pode-se perceber - e comprovar a bibliografia estudada - que o LSF apesar de apresentar maior custo direto em relação ao outros dois sistemas, apresenta menor tempo de execução.

Palavras-chave: *Light Steel Frame*; Comparação orçamentária entre paredes estruturais; NBR 15575; Sistemas construtivos convencionais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento do trabalho	18
Figura 2 - Estrutura de uma edificação em <i>Light Steel Frame</i>	20
Figura 3 - Construção antiga em <i>Wood Frame</i>	21
Figura 4 - Casa construída no sistema LSF	24
Figura 5 - Desenho esquemático de uma residência em LSF.....	27
Figura 6 - Fundação tipo <i>radier</i>	28
Figura 7 - Fundação tipo sapata corrida	29
Figura 8 - Painéis em LSF	30
Figura 9 - Montagem prévia dos painéis em LSF	31
Figura 10 - Desenho esquemático de laje seca	32
Figura 11 - Desenho esquemático de laje úmida.....	32
Figura 12 - Telhas <i>Shingle</i>	33
Figura 13 - Aplicação de manta de lã de vidro no interior dos painéis	36
Figura 14 - Aplicação de placas XPS no exterior dos painéis.....	36
Figura 15 - Membrana hidrófuga.....	37
Figura 16 - Placa OSB	38
Figura 17 - Placas cimentícias	40
Figura 18 - Placas de gesso acartonado	42
Figura 19 - Edificação em LSF revestido com <i>Siding Vinílico</i>	43
Figura 20 - Rasgos nas paredes construídas em alvenaria de vedação.....	45
Figura 21 - Ilustração da parede da estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação.....	46
Figura 22 - Desenho esquemático da composição de parede externa de alvenaria de vedação com concreto armado.....	47
Figura 23 - Canteiro de obra de prédios em alvenaria estrutural.....	48
Figura 24 - Desenho esquemático da composição de parede externa de alvenaria estrutural ..	49
Figura 25 - Ilustração da estrutura em LSF utilizada neste estudo.....	50
Figura 26 - Detalhamento da seção transversal de montante e guia estrutural em LSF.....	51
Figura 27 - Revestimento externo do LSF utilizando EIFS	52
Figura 28 - Revestimento externo do LSF utilizando placa cimentícia + tratamento de juntas	53
Figura 29 - Revestimento externo do LSF utilizando placa cimentícia + <i>base coat</i>	54
Figura 30 - Revestimento externo do LSF com <i>Siding Vinílico</i>	55

Figura 31 - Comparação de custos diretos das composições de paredes.....	58
Figura 32 - Porcentagem de custos diretos de mão-de-obra e materiais/equipamentos.....	60
Figura 33 - Comparação de custos diretos da estrutura das paredes	61
Figura 34 - Comparação de custos diretos do revestimento interno das paredes	61
Figura 35 - Comparação de custos diretos do revestimento externo das paredes	62
Figura 36 - Gráfico de barras com tempos de execução das composições de paredes.....	66
Figura 37 - Custo direto <i>versus</i> tempo de execução.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de redução sonora ponderado (Rw).....	35
Tabela 2 - Custo unitário das paredes.....	57
Tabela 3 - <i>Ranking</i> de custos diretos	58
Tabela 4 - Novo <i>Ranking</i> de custos diretos, considerando revestimento externo em placas cimentícias sem placas OSB	62
Tabela 5 - Custo direto por m ² de parede	63
Tabela 6 – <i>Ranking</i> de tempo de execução das composições de paredes.....	65

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço

CES - Construção Energitérmica Sustentável

CFRS - Cimento Reforçado com Fio Sintético

DECIV - Departamento de Engenharia Civil

EE - Escola de Engenharia

EIFS - *Exterior Insulation and Finish System*

EPS: *Expandable Polystyrene*

IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia

ISO - *International Organization for Standardization*

LSF - *Light Steel Frame*

NBR - Norma Brasileira

OSB - *Oriented Strand Board*

PVC – *Polyvinyl Chloride*

RF - Resistente ao Fogo

RU - Resistente à Umidade

SINAT - Sistema Brasileiro de Avaliações Técnicas

ST - *Standard*

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

XPS - *Extruded Polystyrene*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal.....	15
2.2.2 Objetivo secundário.....	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 PREMISAS	16
2.5 DELIMITAÇÕES.....	17
2.6 LIMITAÇÕES	17
2.7 DELINEAMENTO.....	17
3 SISTEMA CONSTRUTIVO <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	20
3.1 HISTÓRICO.....	21
3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA.....	23
3.2.1 Vantagens de utilização.....	24
3.2.2 Normas técnicas	26
3.3 COMPONENTES DO SISTEMA.....	27
3.3.1 Fundação	28
3.3.2 Estrutura	29
3.3.3 Laje	31
3.3.4 Cobertura	33
3.3.5 Isolamento termoacústico	34
3.3.6 Barreira hidrófuga	37
3.3.7 Fechamento vertical	37
3.3.7.1 <i>Painel OSB</i>	38
3.3.7.2 <i>Placas cimentícias</i>	39
3.3.7.3 <i>Argamassa</i>	41
3.3.7.4 <i>Gesso acartonado</i>	41
3.3.7.5 <i>Siding Vinílico</i>	42
4 COMPOSIÇÃO DE PAREDES	44
4.1 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO	44
4.2 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	47

4.3 <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	50
4.3.1 Sistema EIFS	51
4.3.2 Placa cimentícia	52
4.3.3 <i>Siding Vinílico</i>	54
5 ORÇAMENTO	56
6 TEMPO DE EXECUÇÃO	64
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A – Composições abertas dos orçamentos	76
APÊNDICE B – Composição de custos por composição de paredes	90
APÊNDICE C – Composição de tempos de execução.....	98

1 INTRODUÇÃO

Diante dos avanços tecnológicos, a indústria da construção civil mundial busca por sistemas mais eficientes de construção, com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício de materiais e atender as demandas do mercado. Segundo Capeleti (2016), o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) está presente em diversos países e tem se mostrado como uma das melhores alternativas para a construção civil atual, devido à eficiência produtiva, redução de impactos ambientais, fidelidade orçamentária, e velocidade da construção, ocasionando um retorno rápido do investimento.

A indústria da construção é considerada uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico-social, em contrapartida, a atividade de construção é considerada uma das atividades humanas que mais gera impactos ambientais, tanto pelo consumo de recursos naturais, quanto pela alteração da paisagem e geração de resíduo (ALVES, 2015, p. 1). O sistema LSF, no entanto, vem com a proposta de uma construção a seco e a busca por um sistema mais sustentável, com menores impactos ao meio ambiente.

Com o destaque de vantagens na utilização do sistema LSF em relação aos sistemas construtivos convencionais adotados no Brasil, pressupõe-se que a pouca aplicação ocorra em consequência do desconhecimento em relação ao sistema, sua aplicação, capacidade e diferenças de custo de execução, além do pré-conceito em relação a novos sistemas construtivos e a cultura popular brasileira.

Este trabalho se desenvolveu com o propósito de aprofundar os conhecimentos em relação ao novo sistema e identificar o desempenho de execução do LSF em relação aos sistemas construtivos comumente empregados no país, bem como quantificar a variação de custos para diferentes composições de paredes para a construção de empreendimentos com repetição. O foco nas paredes deve-se ao fato de serem as etapas de maior investimento em uma obra convencional em estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação. Mattos (2006, p. 41) detalha as etapas de uma obra e o percentual de investimento utilizado em cada uma para a construção de uma residência popular térrea; destaca que a etapa de estrutura e alvenaria

despense cerca de 22% do custo total da obra e o maior investimento ocorre na fase de acabamentos, com o uso de aproximadamente 26% do custo total.

Julgando pela quantidade de composições de fechamento que podem ser executado quando utilizado o sistema LSF e das variações – seja de custo, desempenho, produtividade e/ou acabamento - que a escolha pode provocar, optou-se por fazer uma comparação de custos e destacar as vantagens da utilização do LSF frente às construções convencionais: alvenaria estrutural e estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação. Sendo assim, com base em dados fornecidos por duas empresas conhecidas no ramo da construção civil, na cidade de Porto Alegre, foram comparadas as diferenças de custos entre a execução de paredes estruturais de edificações térreas em conjuntos habitacionais, construídas em LSF e nos sistemas tradicionais, considerando diferentes composições de fechamento para o sistema LSF.

O presente estudo desenvolve-se a partir desta introdução. No segundo capítulo, são apresentadas as diretrizes que conduzem a pesquisa, como objetivos, pressuposto, premissas, limitações e delimitações do tema, além do delineamento do trabalho. O terceiro capítulo, com base em pesquisas bibliográficas, descreve o sistema construtivo LSF desde seu surgimento, abordando as características mais importantes, vantagens em relação aos sistemas convencionais de construção e a organização do sistema (em destaque, as opções de fechamento vertical). O quarto capítulo apresenta as composições de paredes mais adotadas no LSF e as composições adotadas nos sistemas tradicionais, de forma a caracterizar as escolhas empregadas na construção de casas na cidade de Porto Alegre. O quinto capítulo expõe detalhes do orçamento das paredes, levando à análise dos custos obtidos, gerando gráficos com diferentes comparações a fim propiciar diferentes pontos de vista em relação aos resultados. O sexto capítulo, por sua vez, mostra o estudo de tempos de execução dos serviços envolvidos para construção de cada composição de parede, complementando o estudo de custos diretos e promovendo a análise de custos *versus* tempo de execução. O sétimo e último capítulo, apresenta considerações finais sobre todo o desenvolvimento do trabalho e conclusões obtidas em relação às diferenças encontradas entre os sistemas.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A pesquisa do trabalho pretende responder a seguinte questão: quais as vantagens e diferenças em custo e produtividade na execução de paredes estruturais nos sistemas construtivos convencionais e no sistema *Light Steel Frame*?

2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

Os objetivos de pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é apresentar a utilização do sistema construtivo *Light Steel Frame* na construção de repetição de edificações populares em Porto Alegre e verificar a variação no custo e tempo de execução de diferentes composições de paredes neste sistema comparado com os sistemas construtivos estruturados convencionais.

2.2.2 Objetivo secundário

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) identificação dos parâmetros técnicos de projeto e execução do sistema construtivo *Light Steel Frame*;
- b) identificar as possibilidades de revestimentos em *Light Steel Frame* e as características de cada material;
- c) levantamento de quantitativo e custos diretos na execução por metro quadrado para composição de paredes em *Light Steel Frame*;

- d) levantamento de quantitativo e custos diretos na execução por metro quadrado para composição de parede em alvenaria estrutural;
- e) levantamento de quantitativo e custos diretos na execução por metro quadrado para composição de parede em estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação;
- f) estudo dos tempos de execução das composições de paredes em cada sistema construtivo;
- g) análise de custos *versus* tempos de execução das composições de paredes.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho parte do pressuposto de que o tempo de execução do sistema é tão importante quanto o custo final nas decisões de escolha do sistema construtivo de uma edificação.

Pressupõe, ainda, que edificações térreas que compõe um conjunto habitacional, devem apresentar um projeto estrutural, onde serão consideradas as cargas usuais neste tipo de edificação e que os sistemas construtivos estruturados convencionais são: a alvenaria estrutural e a estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação. E que tanto estes sistemas, como o sistema *Light Steel Frame*, atendem as normas brasileiras.

Ademais, pressupõe que após escolhido o sistema estrutural, a escolha da composição das paredes pode variar com relação às necessidades e propósitos do cliente. Por exemplo, visando redução de custos, maior conforto termoacústico ou, até mesmo, melhoria estética.

2.4 PREMISSAS

O trabalho tem como premissas que muitos construtores optam pela utilização de um método construtivo, ou de um tipo de fechamento e revestimento, a partir de dados comparativos de custo e benefício, verificando quais as vantagens e desvantagens na escolha de cada composição de parede e sistema construtivos, principalmente na execução de conjuntos habitacionais, que implicam em grandes repetições.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo comparativo das composições de paredes mais utilizadas e disponíveis no ramo da construção civil na cidade de Porto Alegre no Estado do Rio Grande do Sul no sistema construtivo *Light Steel Frame*, com os sistemas construtivos estruturados tradicionalmente empregados em edificações populares da mesma cidade.

2.6 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se aos dados de orçamento do *Light Steel Frame* e dos sistemas construtivos convencionais fornecidos por empresas de construção civil situadas em Porto Alegre. No trabalho não é avaliado o tipo de fundação, nem é considerado este custo na composição de custo unitário. Os tempos de execução das composições das paredes foram calculados a partir de informações fornecidas pelas mesmas empresas de Porto Alegre e de dados obtidos através de pesquisas bibliográficas de outras regiões.

Consideram-se, também, os custos diretos e tempos de execução usando como referência o valor da construção de uma parede de seis metros de comprimento e três metros de altura, para cada composição, porém como se ela fizesse parte de uma obra de repetição. Se tratando dos sistemas construtivos autoportantes (LSF e alvenaria estrutural), considera-se que esta parede faz parte de uma casa térrea popular, comum, em Porto Alegre. Visto que, a quantidade de pavimentos de uma edificação influencia diretamente no peso da estrutura e, por fim, na composição estrutural dos elementos, pela necessidade de aumentar a capacidade de suporte dos pavimentos inferiores à medida que se considere edificações mais altas.

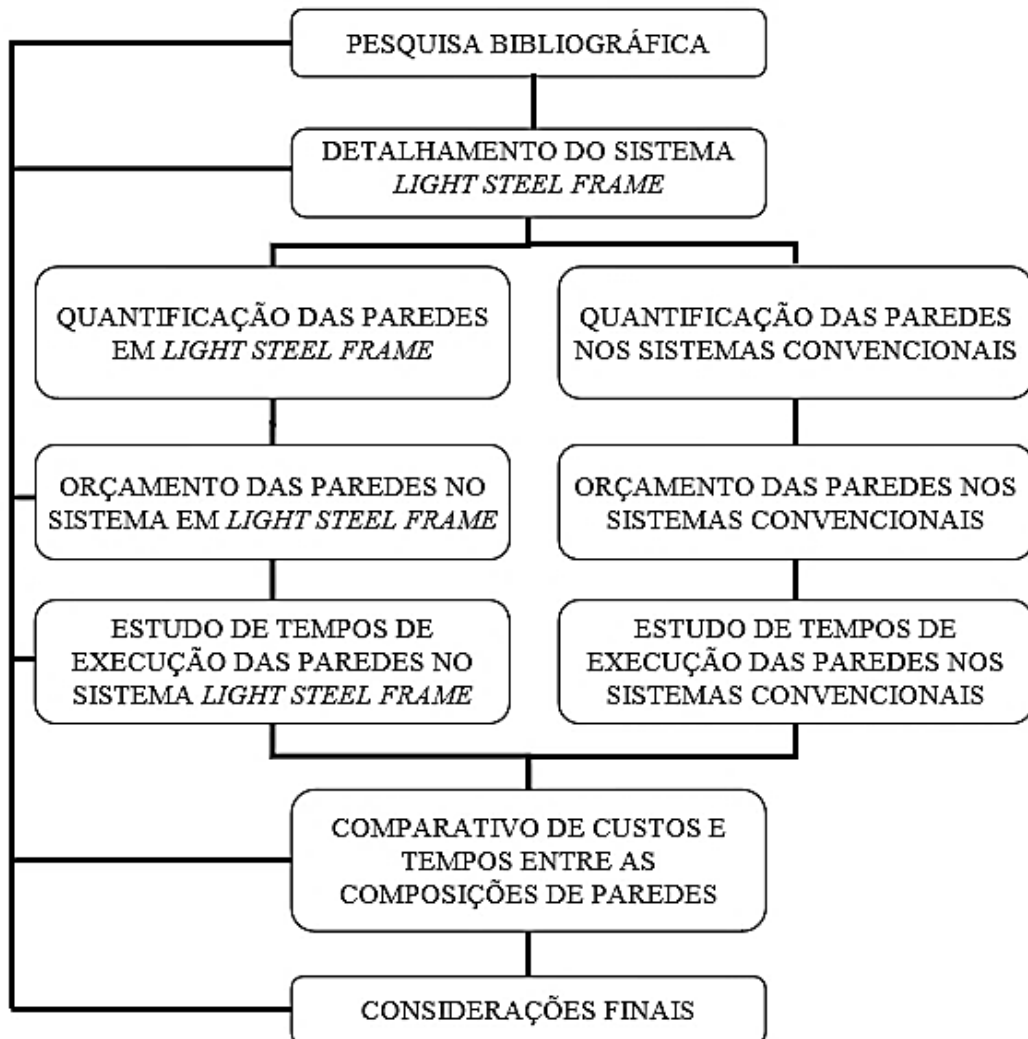
2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, descritas a seguir e representadas na figura 1:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização do sistema construtivo *Light Steel Frame*;
- c) quantificação dos materiais para execução de paredes em cada composição;
- d) orçamento de cada composição de paredes;

- e) estudo dos tempos de execução das paredes em cada sistema;
- f) comparativo entre custos e tempos;
- g) considerações finais.

Figura 1 - Delineamento do trabalho



(fonte: elaborado pela autora)

A pesquisa bibliográfica, inicialmente, teve por objetivo obter conhecimento aprofundado sobre o sistema construtivo *Light Steel Frame* e adquirir embasamento teórico para apresentação do assunto e demonstrar o conhecimento dos autores estudados. Esta pesquisa se estendeu por todo o trabalho para contextualizar os resultados obtidos e as conclusões em relação aos mesmos.

Com base na pesquisa bibliográfica iniciou-se a segunda etapa, caracterização do *Light Steel Frame*, a fim de apresentar a história do sistema, identificar as vantagens de sua utilização na construção civil brasileira em relação aos sistemas convencionais, e explicar como é executado, principalmente como são compostas e montadas as paredes estruturais. Foram apresentadas as possibilidades de revestimento mais empregadas em Porto Alegre.

Posteriormente, na terceira etapa, foram quantificados os materiais que compõe as paredes, em suas diferentes composições, tanto para o *Light Steel Frame*, quanto para alvenaria estrutural e para estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação. A quarta etapa, por sua vez, baseou-se no levantamento dos orçamentos de tais paredes, a partir de composições fornecidas pelas construtoras de Porto Alegre e preço dos insumos de empresas da cidade.

O estudo de tempos de execução iniciou-se posteriormente, quinta etapa, com a análise do tempo necessário para a execução de cada serviço e conseqüentemente compondo o total para cada parede. Os tempos de execução das paredes nos sistemas construtivos convencionais foram calculados a partir das composições unitárias concedidas pelas duas construtoras de Porto Alegre. Já para o sistema LSF, devido à falta de informações nas composições de serviços, fez-se necessário agregar dados de bibliografias, aos dados fornecidos de uma obra executada pela empresa de LSF da cidade.

As últimas etapas, por fim, comparação orçamentária e considerações finais, trataram-se, respectivamente, da comparação dos valores obtidos nas etapas de orçamento e de tempos de execução; e as considerações finais com relação aos resultados obtidos, contextualizando a estudos de outros autores.

3 SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

Mundialmente o sistema é conhecido tanto por *Light Steel Frame*, quanto por *Light Steel Framing*. A expressão “*frame*” vem do inglês e é utilizado para caracterizar a estrutura em forma de esqueleto formada por elementos individuais vinculados entre si, com função estrutural, e “*framing*” é o processo pelo qual se unem e vinculam esses elementos (RODRIGUES; CALDAS, 2016, p. 12). A expressão “*light*”, por sua vez, significa leve, define os perfis de aço, uma vez que são produzidos a partir de chapas de aço com espessuras reduzidas, caracterizando perfis de menor peso (FUTURENG, [entre 2003 e 2016]a).

No Brasil, é notável que as construções de residências familiares ainda estejam associadas aos sistemas construtivos tradicionais. O sistema *Light Steel Frame* (LSF), apesar de implantado no país, é pouco empregado devido às características conservadoras do mercado nacional (NAKAMURA, 2007, p. 1). Uma das principais diferenças entre os sistemas construtivos convencionais e o LSF está em sua formação, caracterizada por uma estrutura composta por elementos individuais de aço (figura 2), que trabalham conjuntamente com outros subsistemas, com o objetivo de suportar as cargas da edificação (RODRIGUES, 2006, p. 10).

Figura 2 - Estrutura de uma edificação em *Light Steel Frame*



(fonte: PORTAL METÁLICA, [entre 1998 e 2016])

Neste capítulo será apresentado o histórico deste sistema e definindo seu surgimento no mercado brasileiro, identificado o processo de execução, e mais especificamente os fechamentos verticais mais utilizados e suas vantagens em comparação aos sistemas de construção tradicionais brasileiros.

3.1 HISTÓRICO

O surgimento do *Light Steel Frame* está relacionado ao desenvolvimento da indústria da construção civil a partir do século XIX. A tecnologia *Framing* surgiu nos Estados Unidos inicialmente com o sistema *Wood Frame* (figura 3) - caracterizado pela utilização de madeira como elemento estrutural -, por volta de 1830, devido à grande disponibilidade do material na região na época, e como uma solução para construção de moradias à população, que se multiplicara significativamente (CONSULSTEEL, 2002, p. 17).

Figura 3 - Construção antiga em *Wood Frame*



(fonte: ATOS ARQUITETURA, 2015)

Segundo Jardim e Campos (entre 2004 e 2016, p. [1]), em meados do século XX, houve um crescimento da indústria americana do aço. Começam a disponibilizar produtos em pequenas

espessuras e maior resistência à corrosão, passando a ser vantajoso em relação à madeira devido a maior resistência e eficiência estrutural.

Ainda segundo os autores, no Japão, o LSF surgiu após a Segunda Guerra Mundial (após 1945), quando houve a necessidade de construir inúmeras moradias aos desabrigados, devido à devastação provocada pelos bombardeios na região. O governo japonês também restringiu o mercado de madeira, como proteção aos recursos naturais do território; a indústria do aço, vendo a situação, começou a produzir soluções em perfis leves de aço, com o intuito de suprir as necessidades do país.

O avanço do LSF nos Estados Unidos, por sua vez, ocorreu a partir da década de 90, impulsionado pelo aumento do preço das construções em madeira, devido a desastres naturais ocorridos nos Estados Unidos, que destruíram diversas edificações em *Wood Frame*, e causaram prejuízos às seguradoras, em virtude do sistema construtivo empregado. Com isso, as companhias aumentaram as taxas para construções em *Wood Frame* e abriram o mercado ao sistema construtivo em *Light Steel Frame* (PRE FABRICADO STEEL FRAME, 2011).

Na América do Sul, o LSF chegou pelo Chile, atualmente países vizinhos como Argentina e Uruguai já se beneficiam do sistema (CASA PRÁTICA LSF, 2016). No Brasil, a primeira edificação construída neste sistema ocorreu no final dos anos 90, era um condomínio de casas de alto padrão com materiais importados dos Estados Unidos.

Segundo Alves (2015, p. 3), hoje, no Brasil, apesar de sermos um grande produtor de aço, os sistemas construtivos convencionais são os mais utilizados na construção; sistema que usa basicamente concreto armado e alvenaria de blocos de vedação ou apenas alvenaria estrutural. Notavelmente, isto se deve a “cultura do concreto”, ainda enraizada aos profissionais desta área, como prática dominante de construção e a falta de atualização nos programas de ensino dos cursos de engenharia e arquitetura.

Entretanto, o autor afirma que com o déficit habitacional, os atrasos na entrega dos imóveis e as crescentes discussões sobre as questões ambientais, o LSF tem gerado interesse no mercado. Há também uma mudança na postura do Governo Federal que tem incentivado o uso da tecnologia racionalizada de construção *Steel Frame*, e já consta como exigência em alguns editais de licitação de obras públicas, na área de saúde, educação e habitação social.

3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

O sistema *Light Steel Frame*, assim como os outros sistemas de construção a seco, podem ser classificados como Construções Energética Sustentável (CES), termo que transmite de forma clara as principais características deste tipo de construção, como explica a LP Building Products (2013, p.3):

Energética: pelo ótimo desempenho térmico da edificação e pela economia de energia, tanto durante o processo construtivo, como após a ocupação do imóvel.

Sustentável: devido ao uso de materiais ecológicos, como o OSB, que permite melhor eficiência energética do sistema, ótimo desempenho térmico e acústico, redução do desperdício de materiais, menor geração de resíduos (menos de 1%), redução de consumo de água e baixa emissão de CO₂.

Santiago et al. (2012, p. 12) apresentam o LSF como um sistema altamente industrializado que possibilita uma construção a seco com grande rapidez de execução, sendo composto por vários componentes e subsistemas - como isolamento térmico e acústico, fechamento interno e externo, e instalações elétricas e hidráulicas –, que trabalham de forma conjunta ao sistema. Outra característica inerente ao sistema consiste na diminuição do carregamento na fundação, possibilitando, por vezes, o barateamento desta etapa, graças ao baixo peso da estrutura metálica e, com isso, menor solicitação à estrutura (JARDIM e CAMPOS, [entre 2004 e 2016], p. [6]).

Entretanto, como desvantagem, por ser um sistema estruturado em perfis leves, não se consegue grandes alturas como a construção nos sistemas tradicionais. Sua capacidade estrutural permite a construção de edifícios de até sete pavimentos, todavia, seu emprego é mais comum em construções de casas térreas, como sobrados ou edifícios baixos, com até quatro pavimentos (CICHINELLI, 2014, p. 1). Em Porto Alegre, de acordo com a Lei Municipal nº 1344 de 1954, faz-se obrigatório o uso de elevadores para edifícios com mais de 3 pavimentos, excluindo o térreo, o que impossibilita a utilização pura do sistema LSF para edifícios maiores, devido a inviabilidade na construção dos poços de elevadores.

Ao contrário das obras de construção convencionais, o canteiro de obras da construção seca faz o uso de componentes pré-produzidos, o que pode reduzir o número de atividades em canteiro e conseqüentemente o prazo da obra. As atividades de conversão de insumos ficam restritas apenas à produção da fundação e, eventualmente, algum tipo de adequação dos componentes, como as placas de vedação e o sistema de juntas; de forma que a produção de

edificações em LSF é baseada, em sua essência, por atividades de conversão definidas pela montagem dos componentes (VIVAN et al., 2010, p. [2]).

Santiago et al. (2012, p. 16) afirmam que a racionalização, industrialização e rapidez de execução - características tão apreciadas na construção em aço - são possíveis apenas quando há um planejamento contínuo da obra, que implica em um projeto detalhado. No sistema LSF os detalhamentos dos projetos arquitetônicos, estruturais e complementares são essenciais para o desempenho do sistema e para evitar o surgimento de patologias.

Ainda segundo Santiago et al. (2012, p. 16), neste sistema, a estrutura se apresenta encoberta pelos materiais de fechamento, assim o resultado final assemelha-se à de uma construção convencional (figura 4). A tecnologia ainda permite que sejam aplicados diferentes fechamentos e revestimentos, atendendo a norma de desempenho NBR15575 (2013) e de acordo com a necessidade do usuário final.

Figura 4 - Casa construída no sistema LSF



(fonte: ELLO CONSTRUTORA, 2014)

3.2.1 Vantagens de utilização

O emprego do *Framing* apresenta uma série de vantagens, tanto em relação à construção convencional quanto em relação à construção com madeira, tais como: redução no prazo de execução da obra; componentes estruturais mais leves em aço e com maior resistência à corrosão (RODRIGUES e CALDAS, 2016. p. 12).

A seguir são listadas algumas das vantagens na utilização do LSF, dividida em vantagens ao construtor e vantagens ao usuário da edificação (GOMES et al., 2013, p. 4; FUTURENG, [entre 2003 e 2016]a; CENTER STEEL, [entre 2012 e 2016]).

▪ Vantagens ao construtor:

- ✓ O aço apresenta melhor relação resistência/peso próprio do que qualquer outro material estrutural;
- ✓ Alívio de cargas na fundação, devido a sua estrutura leve que pesa menos que as construções convencionais;
- ✓ Menor tempo de construção visto a possibilidade de adoção de sistema industrializado;
- ✓ Maior retorno de investimento;
- ✓ Obra seca e conseqüentemente mais limpa;
- ✓ Possibilidade de fabricação da estrutura em paralelo com a execução das fundações;
- ✓ Custo de mão de obra menor em relação ao custo dos materiais;
- ✓ Redução na carga tributária por se enquadrar em construção industrializada;
- ✓ Atendimento a norma de desempenho NBR 15575 (2013);

▪ Vantagens ao usuário

- ✓ Maior conforto termoacústico;
- ✓ Menor custo de manutenção;
- ✓ Fidelidade estética e nos acabamentos;
- ✓ Melhor controle da umidade no ambiente interno;
- ✓ Não é vulnerável a nenhum tipo de fungos ou organismos;
- ✓ Preservação do meio ambiente, emite 5 vezes menos CO₂ quando comparado com o sistema convencional de alvenaria de vedação e estrutura de concreto armado;

Observação: As vantagens ao usuário estão relacionadas intimamente a escolha do tipo de materiais de vedação da estrutura e revestimentos empregados. O conjunto (parede) pode apresentar diferentes comportamentos, por esta razão, a importância da escolha dos materiais de acordo com as necessidades do usuário.

3.2.2 Normas técnicas

No Brasil ainda não existem normas técnicas específicas para o sistema *Light Steel Frame*, apenas normas para os componentes usados no sistema. Para os componentes de aço são seguidas as seguintes normas:

- NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações. Requisitos Gerais. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2014;
- NBR 6355 - Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio: Padronização. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2012;
- NBR 14762 - Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2001;
- DIRETRIZ SINAT Nº 003: Sistemas Construtivos Estruturados em Perfis Leves de Aço Zincado Conformados a Frio, com Fechamentos em Chapas Delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”). Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, Brasília, 2016.

Há também as normas estruturais que independem do sistema de construção empregado, são exigências mínimas para segurança da edificação:

- NBR 6120 - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2000;
- NBR 6123 - Forças Devidas ao Vento em Edificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2013.

Os revestimentos também são normatizados, algumas das normas são listadas a seguir:

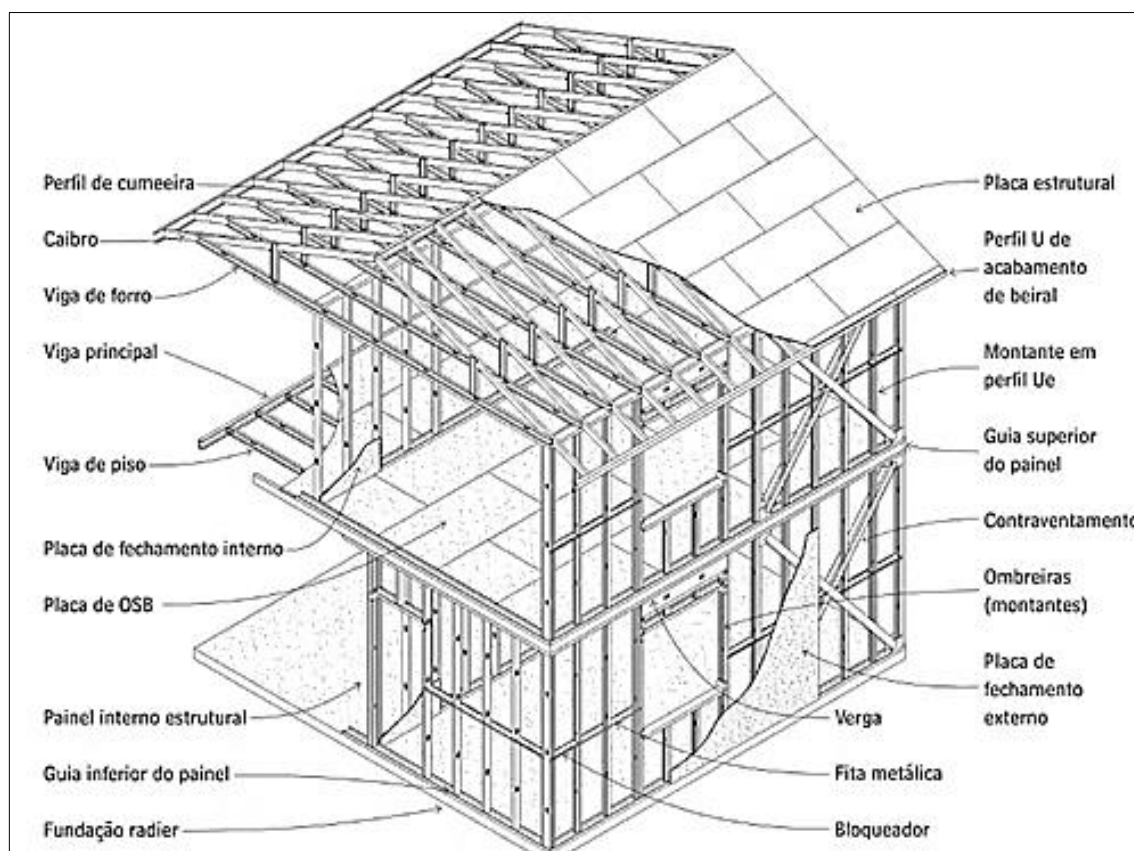
- NBR 15575-4 - Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2013;
- NBR 14715 - Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2001;

- NBR 14717 - Chapas de Gesso Acartonado - Determinação das Características Físicas Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2001;
- NBR 15498 - Placa Plana Cimentícia sem Amianto - Requisitos e Métodos de Ensaio. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2007.

3.3 COMPONENTES DO SISTEMA

O *Light Steel Frame* é integrado por componentes peculiares, diferente dos utilizados tradicionalmente. Basicamente, a estrutura do sistema LSF, como dito anteriormente, é constituída por componentes e subsistemas. Além dos componentes estruturais, têm-se os subsistemas de fundação, de isolamento termoacústico, de fechamento interno e externo, vertical e horizontal, e instalações (elétricas e hidráulicas). Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural e funcional da edificação. A figura 5 identifica esquematicamente os elementos comuns do sistema e os componentes mais importantes serão apresentados a seguir.

Figura 5 - Desenho esquemático de uma residência em LSF



(fonte: CRASTO e FREITAS, 2006, p. 2)

3.3.1 Fundação

Segundo Campos (2014, p. 67), a estrutura do LSF é caracterizada pelo seu baixo peso, cerca de 20% menos que em outros sistemas construtivos estruturais. Deste modo, sua fundação em geral é mais econômica do que as utilizadas normalmente em edificações de mesmo porte nos outros sistemas construtivos.

Ainda segundo o autor, a escolha do tipo de fundação depende não somente da tipologia e características do solo em que a edificação será construída, mas também do peso próprio e adicional da estrutura. Crasto (2015, p.31-32) complementa dizendo que, no LSF, geralmente, são empregadas as chamadas fundações rasas ou superficiais, do tipo *radier* ou sapata corrida.

A fundação tipo *radier* (figura 6), distribui as cargas da edificação uniformemente no solo. Neste tipo de fundação, para o LSF, deve-se ter cuidado com relação à infiltração de água, sendo recomendado um contrapiso de, no mínimo, 15 cm acima do nível do terreno (SANTIAGO et al., 2012 p. 26-27). Uma das limitações deste tipo de fundação está em não ser recomendada para terrenos de topografia acidentada.

Figura 6 - Fundação tipo *radier*



(fonte: NOSSA ENGENHARIA, 2016, p[1])

A sapata corrida (figura 7) é um tipo de fundação superficial de concreto armado, dimensionado para que as tensões de tração produzidas não sejam resistidas pelo concreto e sim pelo emprego da armadura. Pode possuir espessura constante ou variável, sendo sua base

em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010a, p. 2).

Figura 7 - Fundação tipo sapata corrida



(fonte: DANIEL WOLFF, 2014, p[1])

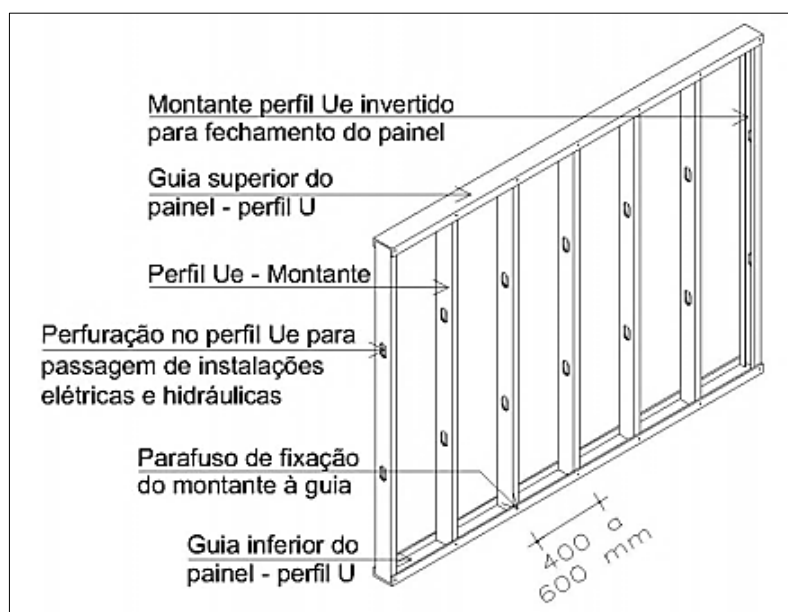
3.3.2 Estrutura

A estrutura do LSF é composta por perfis de aço leve formados a frio, a partir de chapas de aço galvanizado, com espessuras que variam entre 0,8 a 1,25 mm. Os perfis mais utilizados são denominados “guias” (perfil “U” simples) e “montantes” (perfis “U” enrijecidos) (LP BUILDING PRODUCTS, 2013, p.19).

De acordo com Santiago et al. (2012, p. 15), os painéis estruturais ou painéis autoportantes são compostos por uma grande quantidade de perfis espaçados entre si conforme projeto estrutural, geralmente de 400 a 600 mm. Há casos em que esta modulação pode chegar a 200 mm quando a carga a ser suportada é muito grande, como em estruturas para caixas d’água, porém não é muito comum.

Os montantes são unidos em seus extremos inferior e superior pelas guias, que tem a função de fixar os montantes, formando um quadro estrutural. O comprimento das guias define a largura dos painéis, e o comprimento dos montantes define o seu espaçamento ou altura (CRASTO, 2005, p. 42). A figura 8 identifica esquematicamente a posição dos elementos dos painéis.

Figura 8 - Painéis em LSF



(fonte: SANTIAGO et al., 2012, p. 33)

Ainda segundo Crasto (2005, p. 42), os montantes, porém, não resistem a esforços horizontais, portanto para garantir que a estrutura resista a tais esforços estes elementos devem receber contraventamentos, formados com a aplicação de perfis de aço entre os montantes, em forma de “X” ou “K”, ou podem receber placas estruturais de fechamento que funcionam como diafragmas rígidos. E para união dos perfis da estrutura, o método mais utilizado é a ligação por parafusos galvanizados do tipo perfurantes ou autoatarrachantes, definidos de acordo com o projeto.

Segundo Rodrigues e Caldas (2016, p. 24-25), o efeito diafragma em painéis de parede também pode ser obtido com o emprego de placas estruturais de OSB. Este material possui boas propriedades mecânicas que podem conferir aos painéis a capacidade de resistir aos esforços horizontais. Mas este desempenho estrutural deve ser informado e garantido pelos respectivos fabricantes ou instituições de pesquisa, pois o emprego de placas de revestimento como elementos de enrijecimento da estrutura de aço do sistema LSF ainda não possui normatização nacional ou mesmo internacional sobre o assunto.

Os perfis formados a frio, galvanizados, possuem algumas vantagens se comparados aos demais perfis metálicos, como versatilidade na fabricação de seções, leveza, facilidade de manipulação e execução dos elementos estruturais compostos (LIMA, 2008, p. 37).

A montagem do sistema também é caracterizada pela agilidade, que com o uso de fundações simplificadas e infraestrutura pré-fabricada pode ser executada de duas maneiras distintas. A primeira e mais comum é a montagem dos painéis estruturais no próprio canteiro de obras, à medida que a obra avança de acordo o projeto, a partir de perfis encontrados comercialmente. A segunda opção é a montagem prévia nos galpões da construtora (figura 9), ou seja, os painéis chegam identificados ao canteiro, sendo necessária apenas a montagem em obra (fixação à fundação), garantindo agilidade e barateando o custo com a mão de obra (CAMPOS, 2012, p. 66).

Figura 9 - Montagem prévia dos painéis em LSF



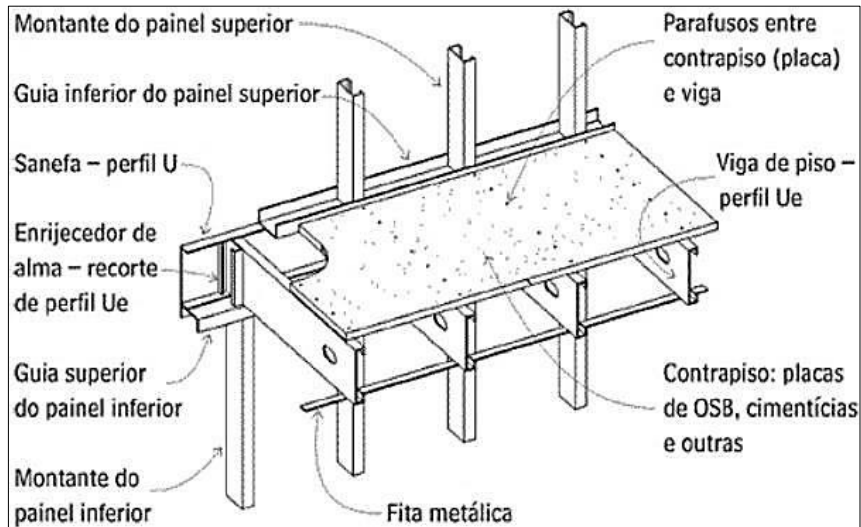
(fonte: RAYOL, 2012)

3.3.3 Laje

As lajes partem do mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados dispostos na horizontal e obedecem, sempre que possível, a mesma modulação dos montantes, dando origem ao conceito de estrutura alinhada, conhecida como *in-line framing*, garantindo que predomine esforços axiais nos elementos da estrutura (SANTIAGO et al., 2012, p. 15).

Segundo Terni et al. (2008, p.1), para compor o piso das lajes do sistema LSF, podem ser utilizadas placas pré-fabricadas sobre os perfis, constituindo a chamada laje seca (figura 10), recebendo ou não revestimento cimentício em sua face.

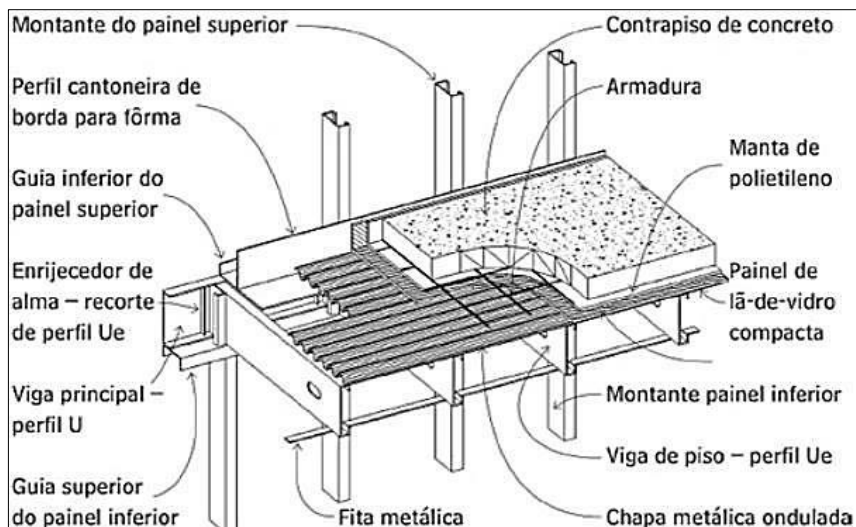
Figura 10 - Desenho esquemático de laje seca



(fonte: SANTIAGO et al., 2012, p. 56)

Há ainda a possibilidade do uso de laje úmida (figura 11), normalmente executada com uma chapa de aço ondulada (*Steel Deck*) parafusada às vigas e preenchida com concreto e armadura contra fissuramento (TERNI et al., 2008, p.1).

Figura 11 - Desenho esquemático de laje úmida



(fonte: SANTIAGO et al., 2012, p. 55)

Ainda de acordo com Terni et al. (2008, p.1), além das duas opções é possível o emprego de lajes convencionais em concreto (moldadas "in loco" ou pré-fabricadas), porém essas, assim como a laje úmida, desviam-se do conceito de construção a seco e obra limpa, que é premissa do sistema *Steel Frame*.

3.3.4 Cobertura

A cobertura, por sua vez, independente da tipologia adotada, e com a versatilidade do LSF, possibilita ao arquiteto, liberdade de expressão, podendo ser plana ou inclinada. Quando se trata de coberturas inclinadas, a solução se assemelha muito à da construção convencional com o uso de tesouras, porém substituindo o madeiramento por perfis galvanizados. Existe uma variedade de materiais para cobertura, como cerâmica (a mais utilizada nos sistemas convencionais), de aço, de cimento reforçado por fios sintéticos ou de concreto, além das conhecidas telhas *Shingle* (figura 12), que são compostas de material asfáltico (SANTIAGO et al., 2012, p. 64).

Figura 12 - Telhas *Shingle*



(fonte: CAMPOS, 2014, p. 81)

O telhado asfáltico é o mais indicado para o sistema LSF em função do seu baixo peso, em torno de quatro vezes menor do que as telhas cerâmicas. Estas telhas são constituídas por uma manta em fibra de vidro com grânulos cerâmicos e asfálticos, ou agregados minerais, mudando a cor ao material. A leveza do telhado *Shingle* permite que a estrutura do telhado seja mais esbelta, no entanto, para sua aplicação é necessária uma subestrutura de apoio, geralmente são utilizadas placas OSB (*Oriented Strand Board*), além da aplicação de uma subcobertura de alumínio para minimizar a absorção de calor externo. Além do mais, pode-se

instalar uma manta rugosa, também à base de asfalto, para facilitar a aplicação das telhas e garantir a estanqueidade da cobertura (CAMPOS, 2014, p. 51).

3.3.5 Isolamento termoacústico

O desempenho do LSF está intimamente ligado à qualidade de isolamento do seu sistema de vedação. Para Santiago et al. (2012, p. 89) a aplicação dos isolamentos térmico e acústico são uma forma de controlar a qualidade do conforto dentro de um ambiente de forma que as condições externas não influenciem às internas.

Tradicionalmente, acredita-se que paredes de maior massa, ou espessura, tem maior caráter isolante, entretanto no *Light Steel Frame* é empregada vedação externa leve, que não possui característica intrínseca de isolamento, porém os sistemas de isolamento termoacústicos são integrados ao LSF desde a concepção do projeto. São executados em conjunto com o fechamento externo, num sistema de multicamadas, combinando placas de acabamentos leves e vedações externas afastadas, preenchido de material isolante, aumentando a capacidade de isolamento e garantindo desempenho superior aos sistemas convencionais de construção (MAGALHÃES, 2013, p. 37).

Em virtude, entre outras, da necessidade de avaliar o desempenho dos isolamentos das vedações verticais, de tal forma a proporcionar conforto térmico e acústico aos usuários e melhorar as condições de habitabilidade dos ambientes, foi desenvolvida a norma de desempenho NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), que apresenta os requisitos exigidos para garantir o desempenho das edificações.

De acordo com estudos apresentados por Radavelli¹ (informação verbal), o LSF apresenta desempenho acústico considerado superior em relação a alguns materiais tradicionalmente empregados no fechamento vertical de edificações.

A tabela 1 indica a classificação ao índice de redução sonora ponderado (R_w) de fachada, para paredes em bloco de concreto e bloco cerâmico, classificado conforme NBR 15575-4 (2013, p.38) para classe de ruído III.

¹ RADAVELLI, G. F. Conforto acústico, térmico e higroscópico promovido pelo LSF. Porto Alegre: Paineis light steel frame na prática, 2016.

Tabela 1 - Índice de redução sonora ponderado (Rw)

Parede	Massa [kg/m ²]	Rw [dB]	Nível de desempenho acústico (NBR 15575)
	180	41	Intermediário
Blocos vazados de concreto	210	42	Intermediário
	230	45	Superior
	120	38	Intermediário
Blocos vazados de cerâmica	150	40	Intermediário
	180	42	Intermediário

(fonte: adaptada de IPT², Unicamp³, Universidade de Coimbra⁴ *apud* CBIC, 2013, p. 162)

Segundo Way e Couchman (2008, p. 14-19), o desempenho acústico encontrado em paredes de LSF com diferentes configurações é considerado superior (acima de 45dB conforme a NBR 15575-4/2013), com índice de redução sonora mínimo de 50 dB e pode passar de 60 dB.

Segundo Santiago et al. (2012, p. 91), os materiais de alta absorção acústica geralmente são porosos ou fibrosos onde parte da energia sonora que os atravessa é transformada em energia térmica e é dissipada do material absorvente por convecção, diminuindo a intensidade da energia sonora. Já capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo, depende da densidade do material.

Os autores ainda afirmam que em locais que apresentam baixas temperaturas, além do isolamento dentro do painel, geralmente, para aumentar a eficiência de isolamento térmico, são aplicados materiais isolantes na parte externa, como o poliestireno expandido usado no sistema EIFS (*Exterior Insulation and Finish System*), com o objetivo de impedir a formação de pontes térmicas. Atualmente os materiais de isolamento termoacústico mais utilizados no

² Publicação IPT N° 2980, Madeiras - Uso sustentável na construção civil.

³ Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Universidade Estadual de Campinas Unicamp: “Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal”, Maria de Fatima Ferreira Neto e Stelamaris Rolla BertoliI, dezembro de 2010.

⁴ Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra: “Acústica de Edifícios e Controlo de Ruído”, Diogo Mateus, dezembro de 2008.

sistema LSF são: lã de vidro ou lã mineral (na parte interna dos painéis) e polietileno extrudado, conhecido como XPS, aplicado na parte externa, geralmente compondo o sistema EIFS.

As mantas de lã de vidro (figura 13) ou minerais são fabricadas em material poroso, vendidas em rolo e reduzem grandemente a transição de som e calor entre ambientes, além de serem não inflamáveis e evitar a proliferação de pragas (ACUSTERM, [entre 1996 e 2016]).

Figura 13 - Aplicação de manta de lã de vidro no interior dos painéis



(fonte: ACUSTERM, [entre 1996 e 2016])

A figura 14 mostra a aplicação das placas XPS no exterior de uma edificação executada em LSF.

Figura 14 - Aplicação de placas XPS no exterior dos painéis



(fonte: ACITAL, [entre 1990 e 2016])

O XPS tem propriedades especiais que lhe proporcionam maior desempenho, como: alta resistência à compressão e à flexão. Tem caráter hidrofóbico, é autoextinguível e tem alta resistência térmica, com estabilidade em longo prazo. O produto é apresentado em placas leves e rígidas de estrutura celular fechadas, gerando paredes homogeneamente interligadas de alta estabilidade dimensional (ACITAL, [entre 1990 e 2016]).

3.3.6 Barreira hidrófuga

A membrana hidrófuga (figura 15), fabricada com fibras de polietileno de alta densidade, atua em paredes externas como barreira contra o calor, vento e umidade, permitindo o “respiro” das paredes, com a saída do vapor d’água do interior e evitando o acúmulo de umidade e a proliferação de fungos no interior das paredes. É comercializada geralmente em rolos com largura de 0,90 m, 1,30 m, ou 2,70 m (GLOBALPLAC, 2016).

Figura 15 - Membrana hidrófuga



(fonte: VOLCAN WRAP, 2015, p. [1])

3.3.7 Fechamento vertical

No LSF o fechamento vertical segue o mesmo conceito de leveza da estrutura. Os componentes de fechamento são posicionados externamente e internamente à estrutura como uma “pele” e, juntamente com os perfis galvanizados, formam a vedação da estrutura (SANTIAGO et al., 2012, p 78). Tais componentes devem atender critérios e requisitos que proporcionem satisfação aos usuários e a habitabilidade da edificação. De acordo com a ISO 6241 (1984), dos requisitos fundamentais para uma edificação ser considerada habitável,

destacam-se: estabilidade, segurança a fogo, segurança a uso, estanqueidade, conforto termoacústico, conforto visual, adaptabilidade ao uso, durabilidade e higiene.

Em Porto Alegre, os produtos mais utilizados para o fechamento vertical no LSF, são: placas OSB, placas cimentícias, *Siding Vinílico*, EIFS (*Exterior Insulation and Finish System*), gesso acartonado e finalização com argamassa - apesar de ser um processo pouco racionalizado que vai de encontro aos princípios do sistema (SANTIAGO, 2008, p. 21).

A seguir são apresentadas as peculiaridades dos fechamentos verticais mencionados.

3.3.7.1 Paineis OSB

O OSB (*Oriented Strand Board*) (figura 16) é definido como painel estrutural de tiras de madeira orientadas perpendicularmente prensadas em várias camadas para criar um painel estrutural resistente e rígido, a partir de toras de madeira reflorestada. Estas tiras são secas, peneiradas e misturadas com a composição de resinas de colagem à prova d' água, parafina, e inseticida anticupim. Seguem para as formadoras que formarão três camadas cruzadas, em uma prensagem em alta temperatura e pressão, que formará os painéis. Como uma característica adicional, os painéis geralmente se aplica uma textura em um dos lados para proporcionar uma superfície resistente ao deslizamento. (APA, 2015, p. 5).

Figura 16 - Placa OSB



(fonte: MADEIRAS OSASCO, 2009)

Na construção, os painéis OSB são considerados eficientes, de baixo custo, alta qualidade, além de serem produtos ecologicamente corretos. Porém, devido a suas características, não

devem ser expostas a intempéries, necessitando de impermeabilização quando aplicados em áreas externas (SANTIAGO et al., 2012, p. 79). Geralmente estas placas são aplicadas em todas as áreas, tanto internas, como externas aos painéis estruturais, permitindo a fixação de cargas suspensas como móveis planejados e quadros, em qualquer ponto da parede, não havendo a necessidade de encontrar os montantes ou aplicação de reforços em determinadas alturas (LP BUILDING PRODUCTS, 2012a, p. [3]).

As chapas são comercializadas nos formatos retangulares, nas dimensões de 1,20 x 2,40 m e 1,20 x 3,00 m e espessuras variadas, de: 9,5 mm, 11,1 mm, 15,1 mm ou 18,1 mm. As placas OSB trabalham em conjunto com os perfis estruturais, dando rigidez à edificação. O projeto deve prever as juntas de dilatação entre as placas, devido às variações dimensionais ocasionadas pela temperatura e umidade do ar (LP BUILDING PRODUCTS, 2012a, p. [3]).

A escolha das dimensões das placas varia de acordo com o acabamento e espaçamento entre montantes. As placas são fixadas por meio de parafusos autobrocantes e autoatarrachantes específicos a perfis galvanizados, de forma semelhante ao método de fixação do gesso acartonado no sistema *drywall* (SANTIAGO, 2008, p. 100).

O autor ressalta, ainda, que independente do acabamento que será utilizado, as placas de OSB devem ser protegidas externamente da umidade e da água, através da membrana hidrófuga.

3.3.7.2 Placas cimentícias

As placas cimentícias (figura 17) são compostas basicamente por uma mistura de cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas, e agregados, através da tecnologia CFRS (Cimento Reforçado com Fio Sintético), e podem ser usadas interna ou externamente aos painéis do sistema LSF. Usualmente são aplicadas em áreas molhadas ou expostas a intempéries, devido a sua resistência à umidade (GOMES, 2007, p. 61).

Figura 17 - Placas cimentícias



(fonte: DIFORSUL, [entre 2012 e 2016])

Além do mais, as placas cimentícias destacam-se pelo baixo peso próprio, elevada resistência a impacto, trabalhabilidade, manuseio e corte. Não propagam fogo, tem baixa condutibilidade térmica, resistem à água marinha e tem grande compatibilidade de acabamentos (SANTIAGO et al., 2012, p. 85).

As placas são comercializadas, normalmente, em três dimensões, retangulares, de largura fixa em 1,20 m e comprimentos de 2,00, 2,40 e 3,00 metros; com espessuras de 6, 8, 10 e 12 milímetros (BRASILIT, 2014, p. 61). Para a melhor utilização das placas cimentícias é essencial a pesquisa junto ao fabricante das características e recomendações de uso e instalação do produto, para evitar riscos de patologias e perda da garantia das peças.

Em sua aplicação, devem ser consideradas a necessidade de juntas, levando em consideração a variação dimensional das placas devido à temperatura e umidade do ambiente e a natureza dos acabamentos que irão revesti-las. Basicamente, existem dois tipos de junta: a junta aparente e a junta invisível. As juntas aparentes são caracterizadas pela aplicação de perfis ou selantes elastoméricos, sendo a melhor alternativa no caso de placas com elevado coeficiente de variação dimensional e que tenham bordas planas. Enquanto as invisíveis devem ser tratadas de acordo com especificações de cada fabricante das placas e dos produtos de rejuntamento, contudo, é sempre indicado um reforço sobre a junta, de tela de fibra de vidro resistente à alcalinidade (BRASILIT, 2012, p. 68-69).

Segundo Gouvea (2015, p. [1]), geralmente, as placas cimentícias recebem um acabamento especial chamada *base coat*. Esse acabamento é de argamassa e é aplicada em toda a extensão da parede, responsável por sua impermeabilização e seu aspecto monolítico, cobrindo as juntas e gerando uma parede lisa.

3.3.7.3 Argamassa

O revestimento argamassado conhecido como *base coat* consiste na aplicação de argamassa junto com uma tela de fibra artificial, que auxilia na prevenção da fissuração do revestimento. Nesse método deve se ter o mesmo cuidado que na execução do revestimento argamassado comum, evitando executar em dias extremamente quentes e com insolação direta na fachada. (CRASTO, 2005, p. 134 – 136).

A composição desta argamassa é à base de cimento, reforçado com resina sintética, fibras e aditivos. Pode ser aplicada manualmente ou com uma máquina de projeção de argamassa (DIRETRIZES SINAT, 2012).

Ressalta-se, ainda, que utilização de argamassa no acabamento de painéis de LSF é um processo artesanal, que contraria a filosofia de industrialização do sistema e ao conceito de construção seca. Além disso, a movimentação inerente ao sistema LSF, pode não ser bem absorvida pela argamassa, favorecendo o aparecimento de diversas patologias. Por esses motivos, tal revestimento não é recomendado pelos construtores da área (SANTIAGO, 2008, p. 106).

3.3.7.4 Gesso acartonado

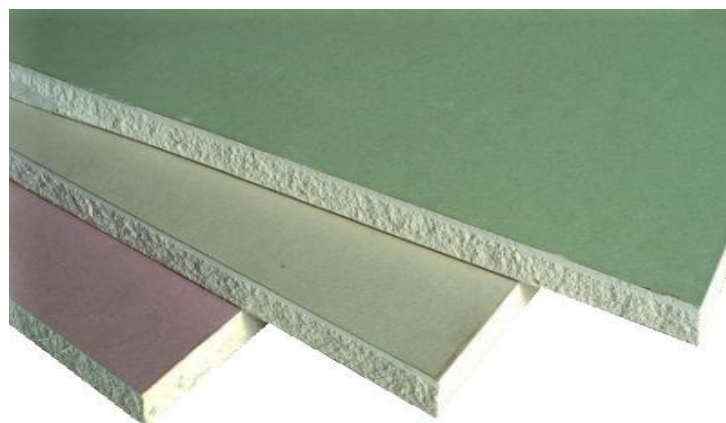
As placas de gesso acartonado são utilizadas para fechamento da face interna dos painéis e paredes internas, têm como propriedade absorção e liberação da umidade ao ambiente, permitindo o equilíbrio higroscópico. São fabricadas industrialmente e compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidas em ambos os lados com lâminas de cartão do tipo *kraft*, que confere ao gesso resistência à tração e flexão (CONSTRUFÁCIL RJ, [entre 2009 a 2016]).

Segundo a NBR 14715, sua instalação é realizada através de parafusos sobre os perfis de aço e posteriormente as placas recebem tratamento nas juntas, gerando aspecto final liso e sem emendas. Atualmente existem três tipos de placas (figura 18) no Brasil e podem ser

identificadas pela cor da lâmina cartão que as envolve (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010b):

- Placa *Standard* (ST) – cor marfim, destinada a áreas secas;
- Placa Resistente à Umidade (RU) – cor verde, utilizada para áreas úmidas, como banheiros e cozinhas - a diferença entre esta e a ST está na adição de silicone ao gesso;
- Placa Resistente ao Fogo (RF) – cor rosa, apresenta produtos químicos e fibra de vidro em sua composição que admitem à placa resistência ao fogo. Aplicada em áreas secas principalmente em construções comerciais ou industriais.

Figura 18 - Placas de gesso acartonado



(fonte: SULMÓDULOS, [entre 1987 e 2016])

As placas de gesso acartonado utilizadas no sistema LSF são as mesmas, presentes no sistema de vedação *drywall* e não apresentam função estrutural. Geralmente são comercializadas na dimensão de 1,20 m de largura e comprimento variado, de 2,40 e 3,60 m, na espessura de 6,5 mm, 9,5mm, 12,5 mm e 15 mm (SULMÓDULOS, [entre 1987 e 2016]).

3.3.7.5 Siding Vinílico

O *Siding Vinílico* é um revestimento de PVC para uso externo, leve, resistente, durável, rápido de instalar e de baixa manutenção. Este produto é importado e segue as normas técnicas americanas, ASTM D3679 e ASTM D4756 (LP BUILDING PRODUCTS, 2012b, p.7).

De acordo com os resultados obtidos em testes de laboratório pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2010, p.1-11) o *Siding Vinílico* apresenta resultados satisfatórios quanto à resistência à tração, densidade, resistência à flexão e resistência ao rasgamento. O sistema é composto por réguas de PVC em dois modelos: americano ou alemão, o que diferencia é sua seção transversal, e é comercializado em diferentes cores, na dimensão de 0,20 m de largura com 3,8 m de comprimento. Acompanha acessórios completos para o acabamento da edificação e seu acabamento final lembra casas construídas em madeira (figura 19).

Figura 19 - Edificação em LSF revestido com *Siding Vinílico*



(fonte: LP BUILDING PRODUCTS, [entre 2008 a 2016])

4 COMPOSIÇÃO DE PAREDES

Os sistemas construtivos convencionais, assim como o LSF, desempenham duplo papel: vedação e suporte estrutural. Segundo Pastro (2007, p. 5), a construção em alvenaria estrutural é composta basicamente pelos blocos estruturais dispostos um sobre os outros, unidos por argamassa, formando um conjunto coeso e rígido, suficiente para suportar as solicitações tanto verticais como horizontais da edificação. Este sistema não apresenta vigas e pilares, os próprios blocos tem o poder de suportar a estrutura, por isso este sistema é o que mais se aproxima ao LSF, por ser autoportante. O outro sistema tradicionalmente empregado no Brasil utiliza pilares e vigas de concreto armado, responsáveis por dar suporte às cargas da estrutura, e paredes de alvenaria de vedação, que além de responsáveis por vedarem a edificação, devem ser capazes de suportar as cargas horizontais.

Como este trabalho visa comparar sistemas construtivos que possam compor edificações térreas destinadas a atender a demanda de execução de grandes conjuntos habitacionais, normalmente viabilizados por financiamentos, somente serão analisados sistemas normatizados. Por esta razão, a possibilidade de construções com alvenaria portante não será abordada neste trabalho.

As composições de paredes apresentadas neste trabalho, tanto de LSF como nos sistemas convencionais, foram escolhidas conforme as tipologias mais utilizadas na cidade de Porto Alegre. As composições são formadas por estrutura, fechamento, revestimento interno e externo e, foi tomada como referência para a definição da composição unitária, uma parede de seis metros de comprimento e três metros de altura.

4.1 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A alvenaria de vedação não é dimensionada para resistir a ações além de seu peso próprio. É responsável pelo fechamento da edificação e também pela compartimentação dos ambientes internos. A maioria das edificações utiliza do processo construtivo convencional, que emprega a alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado moldada no local.

Pauluzzi [entre 2012 e 2016] menciona que, geralmente, as construções não utilizam projeto de alvenaria, as soluções são improvisadas durante a execução dos serviços e, além dos blocos serem normalmente vazados horizontalmente, o que impossibilita a passagem das instalações sem os conhecidos rasgos na alvenaria (figura 20), aumentando o retrabalho e o desperdício de materiais, conseqüentemente diminuindo a produtividade.

Figura 20 - Rasgos nas paredes construídas em alvenaria de vedação



(fonte: PAULUZZI, [entre 2012 e 2016])

Visto os problemas comuns de execução deste tipo de sistema construtivo, há o estudo conhecido como “vedação racionalizada”, que utiliza blocos com furos na vertical e apresenta passos importantes para o desenvolvimento das atividades do sistema, com o objetivo de diminuir o desperdício em obra e conscientizar os construtores da importância de um planejamento e projeto da construção (PAULUZZI, [entre 2012 e 2016]).

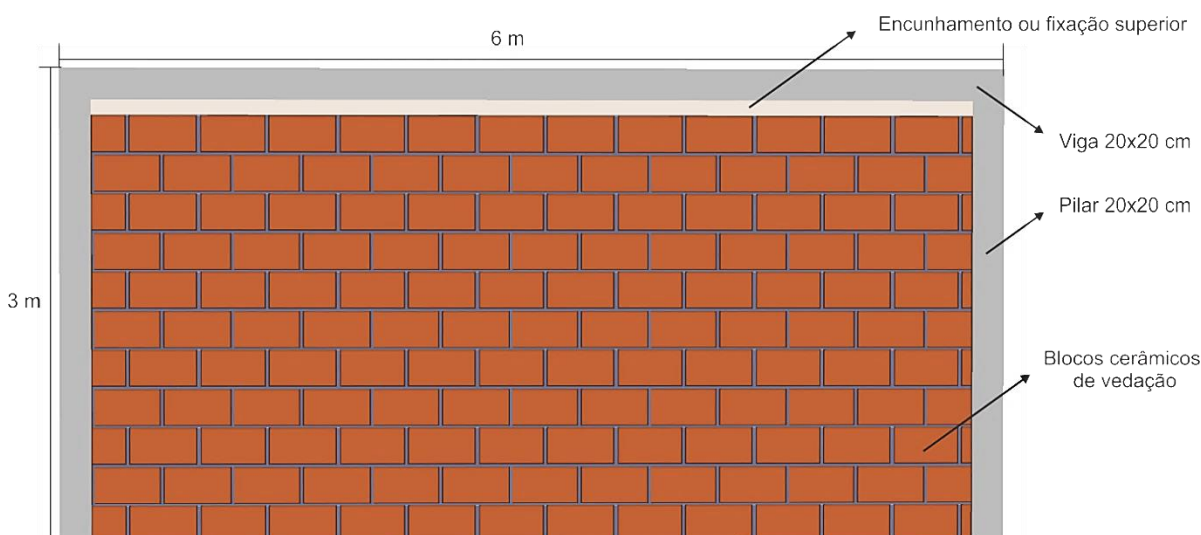
Neste estudo, entretanto, empregou-se o uso de blocos com furos na horizontal, por se tratar da opção normalmente utilizada. Optou-se por bloco cerâmico de vedação de 8 furos, dimensões de 14x19x29 cm e resistência característica de aproximadamente 3 MPa; e uma estrutura de concreto armado, com pilares e viga de seção quadrada com 20 cm de dimensão. Aplicação de uma armadura mínima nos pilares e viga de 4 barras de diâmetro (\emptyset) 10 mm e estribos de 5 mm espaçados em 15 cm ($\emptyset 5$ c/10).

Cabe destacar a necessidade de encunhamento (ou chamada fixação superior) para este tipo de sistema, entretanto ele não foi considerado no orçamento deste estudo, devido à variedade de soluções que podem ser adotadas de acordo com o deslocamento da viga, que neste caso seria

muito pequeno por se tratar de um residência de pouco carregamento. A NBR 8545 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984, p.7-8) afirma que este vão entre a estrutura armada e a alvenaria deve ser aproximadamente, de no mínimo, 30 mm. Deve-se respeitar o seu prazo para o encunhamento após o assentamento de no mínimo sete dias para estruturas térreas e apenas após a execução do pavimento imediatamente acima, para estruturas de mais de um pavimento, possibilitando que a estrutura tenha uma acomodação após seu carregamento.

A figura 21 demonstra de forma esquemática a estrutura e vedação em estudo. Ressalva-se que o encunhamento foi identificado apenas como exemplo. Ele não foi considerado neste trabalho.

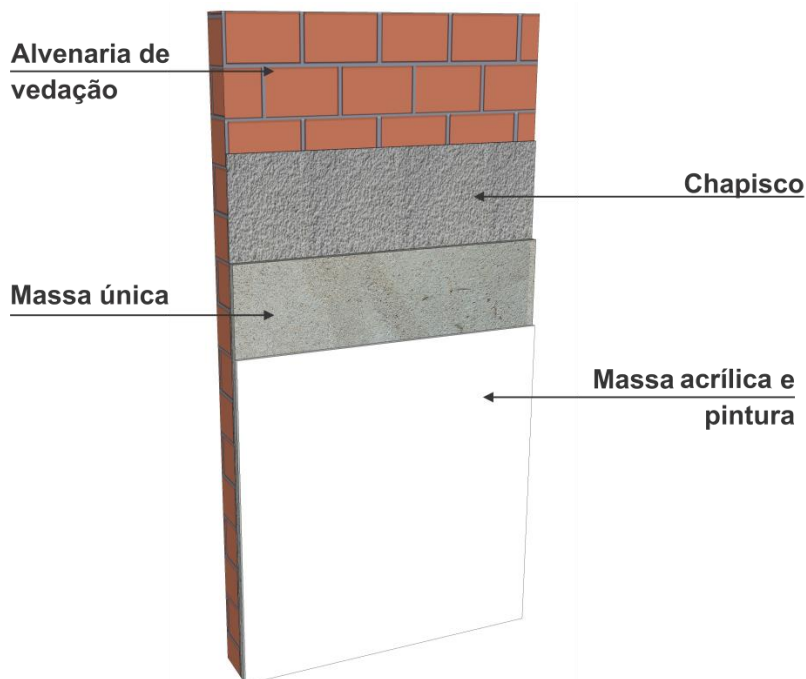
Figura 21 - Ilustração da parede da estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação



(fonte: elaborado pela autora)

Para o acabamento, considerou-se aplicação de uma camada de chapisco, de traço 1:3 (cimento e areia média), de aproximadamente 7 mm nas duas faces da parede. Internamente, optou-se pela aplicação de uma camada de 15 mm de massa única industrializada, massa corrida PVA, selador e pintura. Externamente, considerou-se, uma camada de massa única industrializada de 25 mm de espessura, mais massa acrílica, selante e tinta acrílica. A figura 22, mostra de forma esquemática (sem escala) a sequência de acabamentos apontados para uso externo.

Figura 22 - Desenho esquemático da composição de parede externa de alvenaria de vedação com concreto armado



(fonte: elaborado pela autora)

4.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural, semelhante ao LSF, utiliza como estrutura as próprias paredes. Portanto difere das estruturas convencionais de concreto armado pelo fato de não necessitar de vigas e pilares. Além disso, os blocos vazados na vertical conferem facilidades na execução da alvenaria estrutural, possibilitando economia de argamassa de assentamento. E permitem a passagem das instalações, aumentando a produtividade no levantamento de paredes e conferindo maior limpeza ao local.

Entretanto, apesar de se comportar como um sistema semelhante ao LSF e possibilitar menor desperdício de materiais em relação sistema de concreto armado e alvenaria de vedação, tem desvantagens em relação ao LSF, como: peso da estrutura o que promove uma fundação mais complexa; menor velocidade de execução devido às dimensões do bloco e o cuidado necessário com o prumo; necessidade de água na construção; necessidade de um local maior de armazenamento de materiais (figura 23) e necessidade de maior planejamento logístico para movimentação de materiais.

Figura 23 - Canteiro de obra de prédios em alvenaria estrutural



(fonte: PAULUZZI, [entre 2012 e 2016])

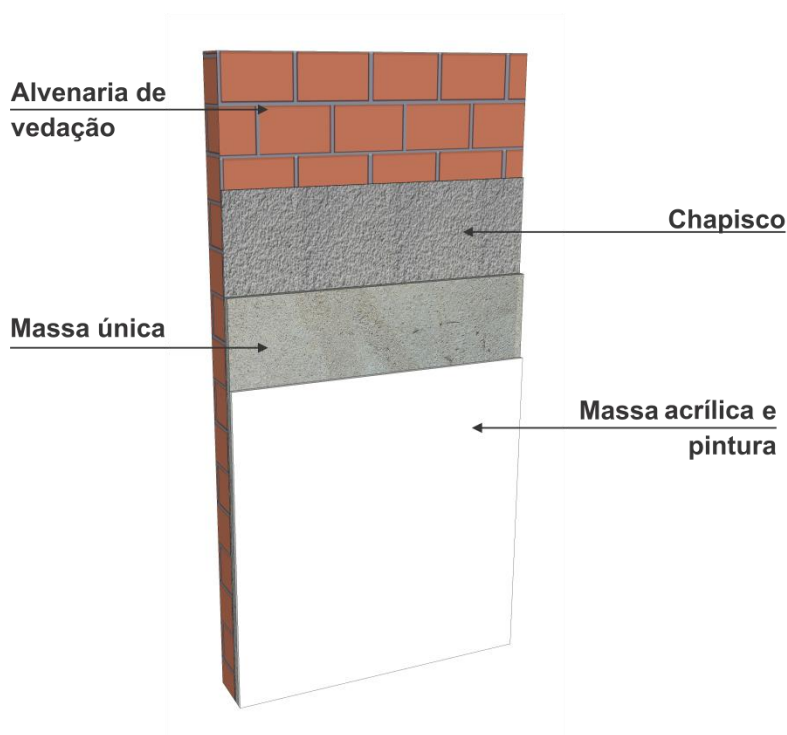
Neste trabalho, foram considerados duas opções de estrutura: uma estrutura composta por blocos estruturais cerâmicos com dimensões de 14x19x29 cm, com resistência características de aproximadamente 7 MPa e outra composta de blocos estruturais de concreto, com dimensões 14x19x39 cm e aproximadamente 6 MPa de resistência característica. Estes blocos são assentados, usualmente, com argamassa mista de cimento, cal e areia, de resistência e consistência adequadas ao projeto e à técnica empregada. Neste estudo, utilizou-se argamassa com traço 1:1:6 para os blocos cerâmicos e de traço 1:0,5:6 para blocos de concreto, conforme expertise da construtora.

Segundo Kanto (2016), há algumas diferenças em relação aos tipos de bloco e produção, basicamente os blocos de concreto são compostos por água, agregados e cimento. A mistura de materiais é preparada e colocada em uma forma e em seguida, passa por um equipamento de vibração e prensagem. A última etapa é o processo de cura, que é feito dentro de câmaras de vapor, a fim de evitar a formação de fissuras. Já os blocos cerâmicos são obtidos após a queima da argila em alta temperatura, o que garante qualidade às peças. Por serem mais leves, representam maior produtividade no canteiro de obras, mas por outro lado quebram com maior facilidade. Suas propriedades físicas oferecem conforto acústico e com coeficiente de condutibilidade térmica menor que o de bloco de concreto, o que proporciona maior conforto térmico. Sua desvantagem, geralmente, está em relação a menor aderência à argamassa e menor regularidade das peças.

A alvenaria estrutural tem grande capacidade resistente à compressão e assim, em geral, não precisa de armadura. Mas forças laterais, como as originadas da ação do vento, ou excentricidades de cargas, podem conduzir à tração nas paredes. Neste caso, devem-se colocar barras de aço, devidamente calculadas, em espaços vazados de determinados blocos, os quais são posteriormente preenchidos com graute (PAULUZZI, [entre 2012 e 2016], p [1]).

Neste trabalho, considerou-se como cinta de amarração, na parte superior da parede, uma estrutura formada por blocos canaleta grauteados e armadura composta por treliças pré-fabricadas, seguindo recomendações da construtora. Por fim, foi utilizado o mesmo revestimento externo e interno estipulado para estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação. A figura 24, mostra de forma esquemática as camadas de revestimento aplicadas na parede estrutural.

Figura 24 - Desenho esquemático da composição de parede externa de alvenaria estrutural



(fonte: elaborado pela autora)

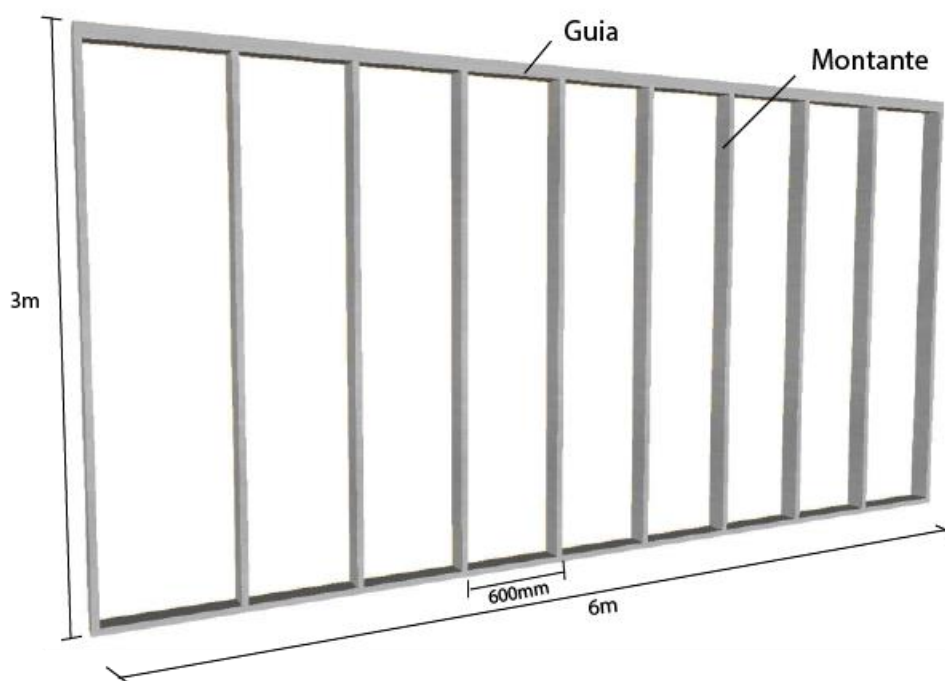
Para a parede de blocos de concreto, apesar de muitos fornecedores garantirem que não há necessidade do uso de chapisco, para garantir a estanqueidade ao conjunto, conforme a NBR 15575 (2013), foi considerada a utilização desta camada.

4.3 LIGHT STEEL FRAME

Como dito anteriormente, as paredes em LSF são compostas por perfis metálicos, painéis ou perfis de contraventamento, painéis de vedação, barreira hidrófuga, isolamento termoacústico e acabamentos.

Para este estudo, considerou-se um painel de aço constituído de 2 guias (superior e inferior) de 6 m e 10 montantes de 3 m de comprimento, espaçados a cada 600 mm. A figura 25 ilustra esquematicamente a estrutura em LSF utilizada neste estudo para compor as paredes.

Figura 25 - Ilustração da estrutura em LSF utilizada neste estudo



(fonte: elaborado pela autora)

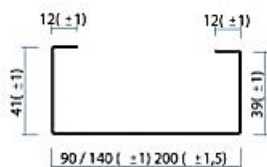
As guias e os montantes escolhidos são produzidos a partir de aço Zincado de Alta Resistência (ZAR) com resistência ao escoamento de 230 MPa, de espessura 0,95 mm. Para chegar a correspondente quantidade de aço em quilograma de painel, seguiram-se os passos apresentados por Futureng ([entre 2003 e 2016]), considerando a massa específica do aço de 7860 kg/m³.

As dimensões dos montantes e guias seguem conforme apresentado por Smart Sistemas Construtivos (2016) para perfis de largura 140 mm (M140 e G140) de acordo com a NBR 15253 (2014), conforme figura 26.

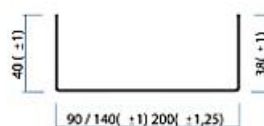
Figura 26 - Detalhamento da seção transversal de montante e guia estrutural em LSF

Montante Estrutural

Espessura: #0,80mm - #0,95mm -
#1,25mm (M90 / M140 / M200)

**Guia Estrutural**

Espessura: #0,80mm - #0,95mm -
#1,25mm (G90 / G140 / G200)



(fonte: SMART SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2016)

Calculando a área da seção transversal dos montantes e guias, foi obtido, respectivamente, 231,8 mm² e 207,1 mm². Contabilizando a quantidade linear de montantes e guias para todo o painel, chegou-se a 30 m de montante e 12 m de guia. Multiplicando tais valores pela massa específica do aço e somando os resultados, resultou no valor de 74,01 kg. Entretanto, visto que os valores foram aproximados, optou-se, ainda, por adicionar uma folga de 10% no valor encontrado, chegando a quantidade final – utilizada no estudo – de 81,04 kg de painel.

Os fechamentos externos apresentados a seguir integram as opções mais procuradas por construtores de Porto Alegre, porém não necessariamente em sequência de popularidade. Como, geralmente, no fechamento interno são utilizados os mesmos materiais, todas as composições de paredes apresentadas para o LSF, neste trabalho, consideram painéis OSB 11,1 mm, seguido de placas de gesso acartonado, uma camada de massa corrida e pintura interna. Além de lã de vidro 50 mm no interior dos painéis.

4.3.1 Sistema EIFS

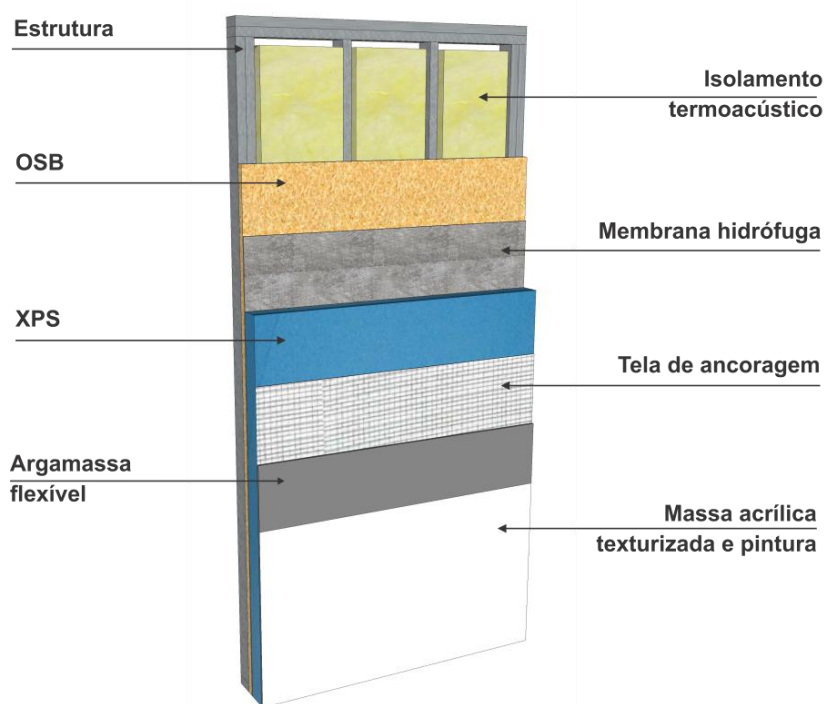
O Sistema EIFS é um agregado de elementos (placa OSB, barreira de vapor, EPS, tela em fibra de artificial e argamassa flexível), que possui bom desempenho térmico e acústico e

acabamento final monolítico e liso (SANTIAGO 2008, p. 107). O EPS, por vezes, pode ser substituído por XPS, que apresenta maior resistência a impacto e menor densidade, entretanto tem maior custo.

Um dos motivos da escolha do sistema EIFS em Porto Alegre, deve-se ao fato de ser um dos sistemas que mais se assemelham ao tradicional reboco (revestimento argamassado), e em comparação a utilização de placas cimentícias, ele apresenta vantagens em relação ao desempenho térmico.

Neste estudo considerou-se a seguinte sequência em acabamento externo (figura 27): painel OSB 11,1 mm, membrana hidrófuga, placas de XPS 25mm, tela de ancoragem com fibra artificial, argamassa flexível, massa acrílica texturizada, selador e pintura (EIFS + pintura).

Figura 27 - Revestimento externo do LSF utilizando EIFS



(fonte: elaborado pela autora)

4.3.2 Placa cimentícia

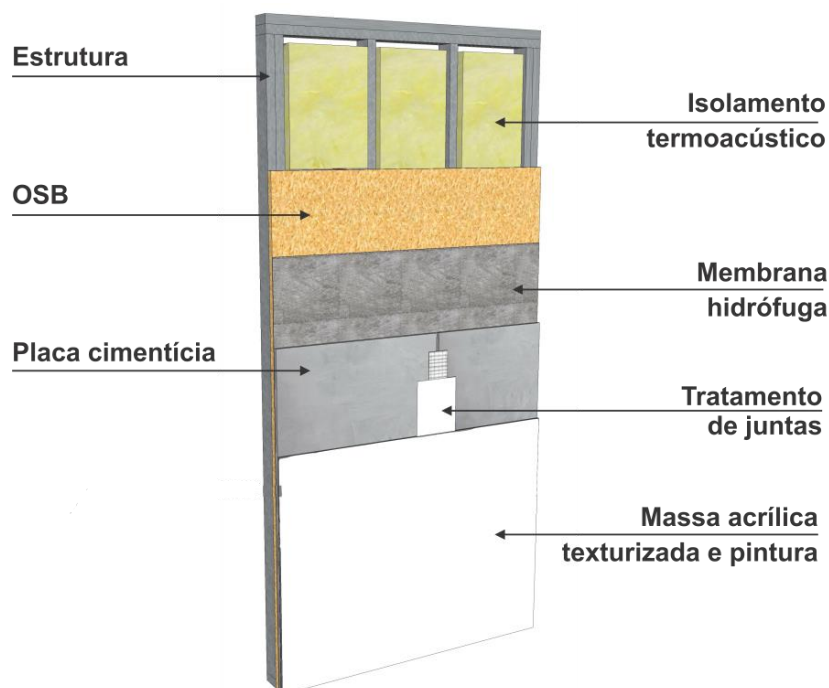
As placas cimentícia geralmente são empregadas no fechamento externo da edificação, mas também podem ser usadas em substituição às placas de gesso acartonado (SANTIAGO, 2008,

p. 139). Em Porto Alegre é muito comum sua utilização em edificações de baixo padrão como revestimento externo. Sua aplicação com outros tipos de revestimento depende das recomendações do fabricante; alguns não garantem o desempenho adequado da placa quando em conjunto com outro material e por vezes retiram a garantia do produto.

Existem dois tipos comuns de acabamento para as placas cimentícias, a argamassa flexível (*base coat*) ou tratamento de juntas (*jazer*). Usualmente, utiliza-se a primeira opção, também devido à proximidade com os acabamentos em alvenaria, porém recomenda-se o uso do tratamento de juntas em atenção à proposta do *Steel Frame* e uma obra seca.

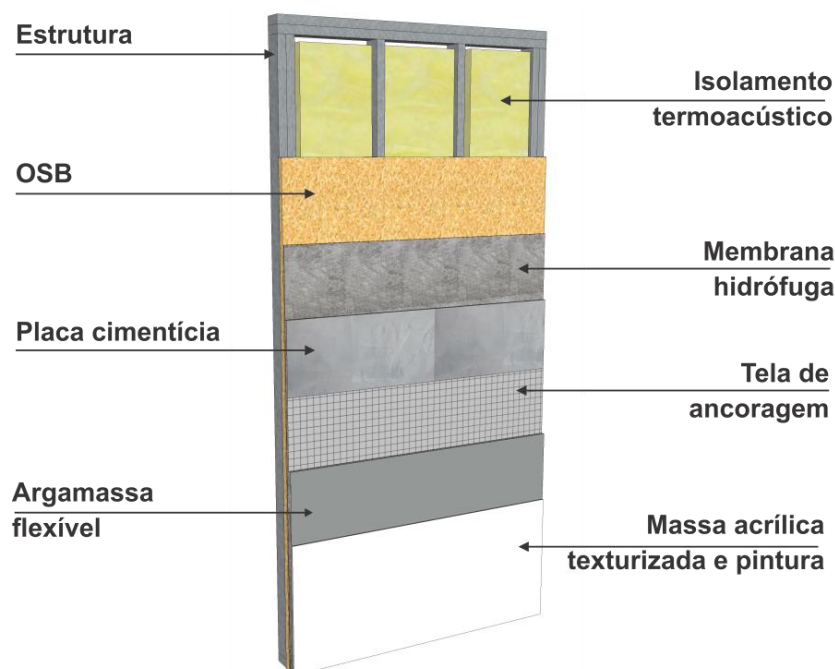
Para o estudo, optou-se por comparar os dois tipos de acabamentos. A figura 28 apresenta a sequência de fechamento externo para o sistema com acabamento em placa cimentícia e tratamento de juntas: painel OSB 11,1 mm, membrana hidrófuga, placa cimentícia 10 mm, tratamento de juntas com selante acrílico flexível e massa acrílica texturizada, selador e pintura. A figura 29, por sua vez, apresenta a sequência de fechamento de placa cimentícia e *base coat*: painel OSB 11,1 mm, membrana hidrófuga, placa cimentícia 10 mm, tela de fibra artificial, argamassa flexível, massa acrílica texturizada, selador e pintura.

Figura 28 - Revestimento externo do LSF utilizando placa cimentícia + tratamento de juntas



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 29 - Revestimento externo do LSF utilizando placa cimentícia + *base coat*



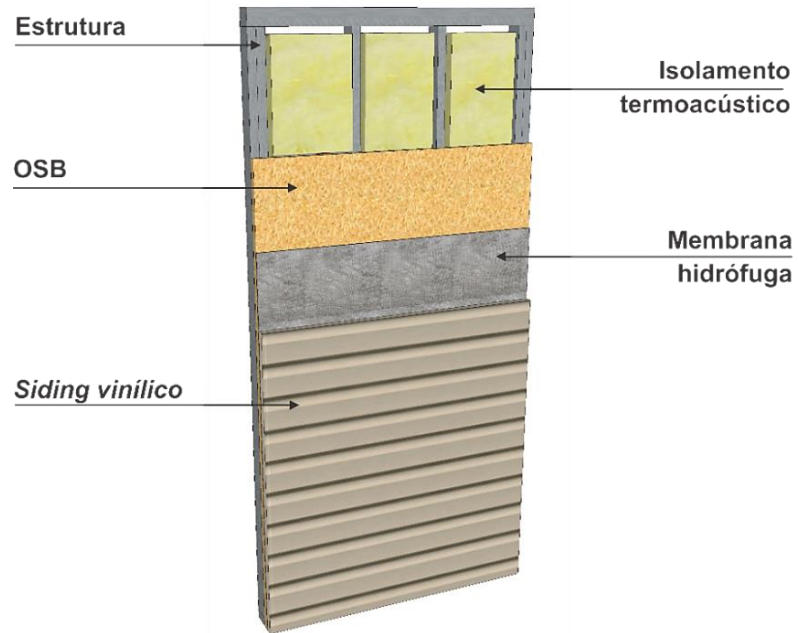
(fonte: elaborado pela autora)

4.3.3 Siding Vinílico

O *Siding Vinílico* é considerado uma opção de alto padrão, por se tratar de um produto importado e apresentar um valor superior aos outros revestimentos. No entanto, pode ser uma boa alternativa em longo prazo, visto a sua grande durabilidade e menor necessidade de manutenção. Para sua instalação é recomendado que as peças sejam posicionadas sobre a barreira impermeável (membrana hidrófuga) e fixadas às chapas de OSB com parafusos, acrescentando maior resistência a solicitações horizontais. Entretanto há a possibilidade de dispensar as chapas OSB e fixar as régua diretamente nos perfis metálicos na estrutura (LP BUILDING PRODUCTS, 2012b).

Ainda segundo o autor, o *Siding Vinílico* tem uma textura que imita a aparência de madeira natural e dispensa pintura e é comercializado em variadas cores (claras, para menor absorção de calor). Porém, pode ser revestido com pintura, sem prejuízo ao produto, faz-se necessária, apenas, da utilização de uma tinta especial para superfícies plásticas, que contenham resinas acrílicas e uretano.

Neste estudo, considerou-se a utilização de placas OSB conforme recomendações do fabricante, seguindo da membrana hidrófuga e *Siding Vinílico* (Figura 30).

Figura 30 - Revestimento externo do LSF com *Siding Vinílico*

(fonte: elaborado pela autora)

5 ORÇAMENTO

Segunda Tisaka (2006, p. 18) visto o regime competitivo na construção civil, faz-se necessário um conhecimento adequado e suficiente na forma de calcular o orçamento, para não ter-se o risco de passar ao cliente preços excessivamente elevados e fora da realidade do mercado ou um preço insuficiente para cobrir os custos incidentes e conseqüentemente ter grandes prejuízos.

Na visão tradicional, um orçamento é uma previsão (ou estimativa) do custo ou valor de venda de uma obra. O custo (C) total da obra é o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução. O valor de venda (P) é igual ao custo acrescido da margem de lucro (L), ou seja, $C + L = P$ (GONZÁLEZ, 2008, p. 7).

O orçamento foi elaborado a partir do levantamento das quantidades e tipos dos materiais necessários para construção. O quantitativo de materiais foi produzido de acordo com o pressuposto de projeto apresentado anteriormente: uma parede de 6 m de comprimento e 3 m de altura, como se compusesse a estrutura de uma casa popular térrea localizada na cidade de Porto Alegre. Para os orçamentos do sistema em LSF, foram examinados os dados apresentados por apenas uma empresa do ramo da construção em LSF da cidade de Porto Alegre, devido à dificuldade em encontrar empresas que atuem neste tipo de construção. Por conseguinte, optou-se por considerar, também, apenas os dados fornecidos por uma empresa da construção civil convencional, também de Porto Alegre, para os outros sistemas construtivos.

Os orçamentos das paredes foram divididos em três partes: estrutura e vedação, revestimento interno e revestimento externo. O isolamento termoacústico foi considerado como parte da estrutura das paredes em LSF - apesar dele não ter caráter estrutural - visto que, elas são aplicadas no interior dos painéis, e sabendo que tal isolamento faz parte das características intrínsecas aos blocos, nos sistemas tradicionais.

Apenas os painéis OSB foram considerados como parte do sistema de vedação da estrutura, embora, no LSF, todos os painéis tenham caráter de vedação da estrutura. Entendeu-se que, apesar de os cálculos deste projeto não considerarem as placas OSB com função de

contraventamento, elas admitem essa possibilidade (apesar de não indicada em norma), dando a elas um maior caráter estrutural do que de acabamento.

Destaca-se ainda que para as composições dos orçamentos, foi considerado como se as paredes fizessem parte de uma obra de repetição, logo se optou por atividades que são desenvolvidas em obras maiores, como a utilização de bomba para lançamento de concreto, treliça no lugar de armaduras montadas em obra, formas resinadas, entre outras.

A tabela 2 discrimina os custos unitários encontrados para cada parede. As composições das paredes e composições abertas - separadas por mão de obra, material e equipamentos - estão disponíveis, respectivamente, nos APÊNDICE A e B.

Tabela 2 - Custo unitário das paredes

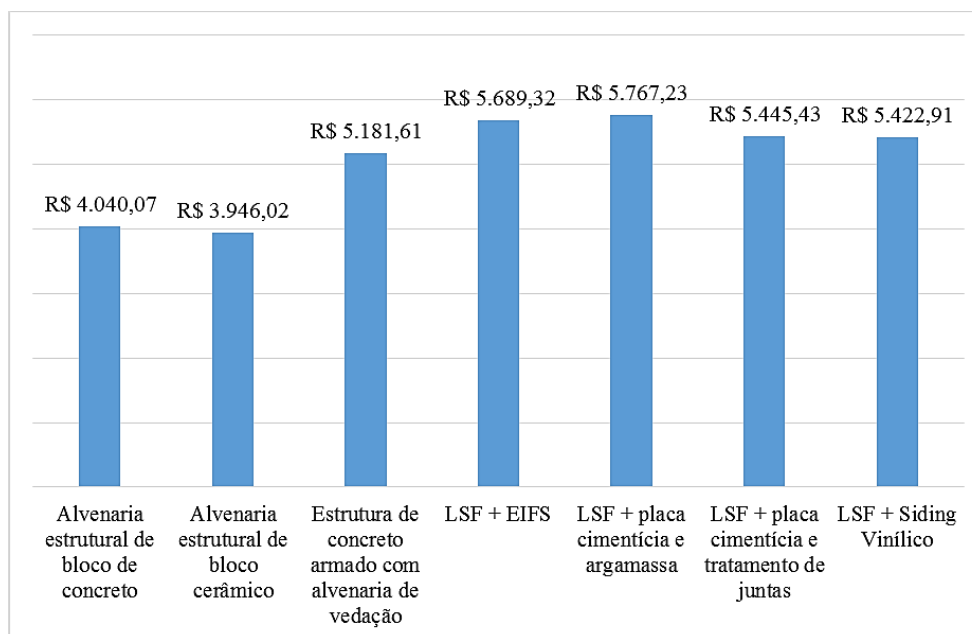
PAREDE	Estrutura/ Vedação (R\$)	Revest. Interno (R\$)	Revest. Externo (R\$)	TOTAL (R\$)
Alvenaria estrutural de bloco de concreto	1306,41	1271,52	1462,14	4040,07
Alvenaria estrutural de bloco cerâmico	1212,36	1271,52	1462,14	3946,02
Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	2447,95	1271,52	1462,14	5181,61
LSF + EIFS	2547,02	879,16	2263,14	5689,32
LSF + placa cimentícia e argamassa	2547,02	879,16	2341,05	5767,23
LSF + placa cimentícia e tratamento de juntas	2547,02	879,16	2019,25	5445,43
LSF + <i>Siding Vinílico</i>	2547,02	879,16	1996,73	5422,91

(fonte: elaborada pela autora)

Notam-se variações significativas entre as composições nos sistemas construtivos convencionais em relação ao sistema LSF. Observa-se que a alvenaria estrutural de blocos cerâmicos apresentou o menor custo direto e as composições de paredes no sistema LSF apresentam os maiores custos. Entretanto, destaca-se ainda que a composição de parede em estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação ficou com o valor final bem próximo aos valores das opções em LSF.

A figura 31 mostra um gráfico de colunas, com o objetivo de apresentar de forma mais clara a diferença de valores totais encontrados a partir da análise dos custos diretos.

Figura 31 - Comparação de custos diretos das composições de paredes



(fonte: elaborada pela autora)

Ordenando os valores totais de forma crescente - como um *ranking* de menores custos diretos e comparando, percentualmente, o acréscimo de valor à composição mais barata, temos os seguintes resultados mostrados na tabela 3.

Tabela 3 - *Ranking* de custos diretos

Posição	Composição de parede	Custo direto	Aumento
1	Alvenaria estrutural de bloco cerâmico	R\$ 3.946,02	
2	Alvenaria estrutural de bloco de concreto	R\$ 4.040,07	2%
3	Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	R\$ 5.181,61	24%
4	LSF + <i>Siding Vinílico</i>	R\$ 5.422,91	27%
5	LSF + placa cimentícia e tratamento de juntas	R\$ 5.445,43	28%
6	LSF + EIFS	R\$ 5.689,32	31%
7	LSF + placa cimentícia e argamassa	R\$ 5.767,23	32%

(fonte: elaborada pela autora)

A alvenaria estrutural de bloco de cerâmico ficou em primeiro lugar entre as composições estudadas, com o custo total de R\$3946,02 reais; com um valor 2% menor que a alvenaria estrutural de bloco de concreto.

Poyastro (2008, p. 86) comprova a existência desta diferença e afirma que os blocos cerâmicos são mais vantajosos em relação aos blocos de concreto quanto ao custo, porém não há diferenças significativas em relação à produtividade. Comparando as composições, ele pode identificar maior custo na unidade de blocos de concreto e na quantidade de horas de trabalho – visto o maior peso dos blocos. Entretanto, os blocos de cerâmicos necessitam de mais argamassa de revestimento, esta necessidade se explica pelo tipo de material e textura da face do bloco; como os blocos cerâmicos tem as faces mais lisas e são menos aderentes, exigem mais revestimento, além da irregularidade das dimensões. Esta diferença na quantidade de argamassa, entretanto, não foi calculada neste trabalho.

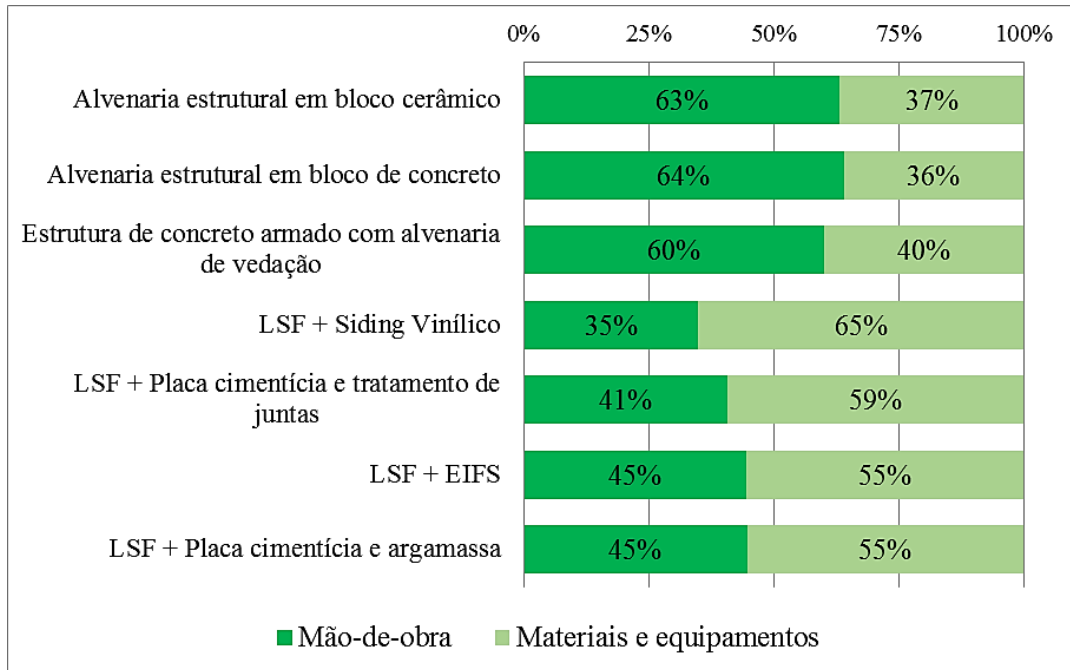
A variação entre a alvenaria estrutural de concreto cerâmico e a maior composição foi de 32%, aproximadamente R\$1820,00 a mais em custo, uma diferença relevante, entretanto como dito anteriormente ao longo dos capítulos anteriores, o LSF pode apresenta maior desempenho termoacústico em relação aos outros materiais, maior velocidade e menor produção de resíduo.

Reis (2009), em sua comparação orçamentária entre alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e estrutura de concreto com fechamento em alvenaria de vedação para construção de uma edificação em São Paulo, apontou a alvenaria estrutural como 27,6% mais econômica que o sistema construtivo com alvenaria de vedação. Ainda segundo o autor, esse sistema confere praticidade e agilidade à obra ao dispensar a construção de vigas e pilares, eliminando o uso de fôrmas e reduzindo gastos com material e mão de obra. Considerando os resultados obtidos neste trabalho, identifica-se que o custo com a estrutura de concreto é bastante impactante no custo total da estrutura. Sem contar o tempo de execução que seria muito maior, considerando que a estrutura de concreto deve ser construída e curada para depois dar-se início à construção da alvenaria de vedação.

Salienta-se, ainda com relação ao comparativo, que a variação em custo entre as paredes no sistema LSF são pequenas, a maior diferença, de 4%, está entre o *Siding Vinílico* e a Placa cimentícia com argamassa, com o valor superior em 345,00 reais.

Com base nas composições unitárias abertas, foi possível fazer a divisão dos custos diretos relativos à mão-de-obra e aos materiais e equipamentos. A figura 32 mostra um gráfico referente ao percentual atribuído a esta divisão, para cada parede.

Figura 32 - Porcentagem de custos diretos de mão-de-obra e materiais/equipamentos



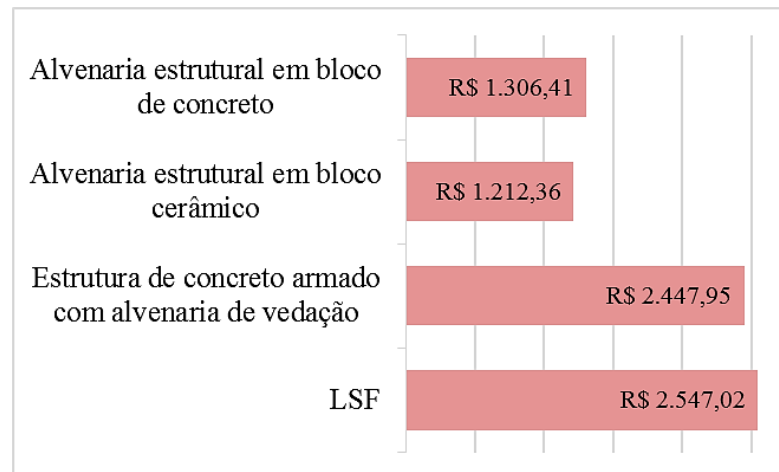
(fonte: elaborado pela autora)

O gráfico apresentado evidencia que as construções convencionais exigem maior dispêndio do custo total da edificação em mão-de-obra, cerca de 60%, enquanto que para as paredes no sistema LSF registrou-se o contrário, quase 60% do total é destinado aos materiais. O que pode ser uma vantagem quando orçado o valor total para um obra de repetição, visto que o valor da compra de materiais, geralmente, pode ser reduzido em contratos de grande quantidade, diferente da mão de obra.

Para melhor análise das variações nos custos diretos, optou-se por apresentar gráficos comparativos entre as composições de paredes divididas por partes: estrutura/vedação (figura 33), revestimento interno (figura 34) e revestimento externo (figura 35).

Nos sistemas de construção convencionais a única diferença de custo entre as composições estudadas deve-se à estrutura, já que os revestimentos foram considerados os mesmos, assim como o revestimento interno nas composições em LSF.

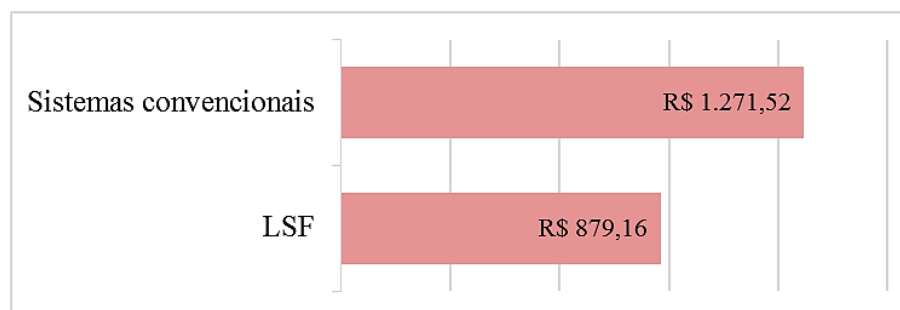
Figura 33 - Comparação de custos diretos da estrutura das paredes



(fonte: elaborado pela autora)

Visualizando o gráfico (figura 33) identificar-se que a parede de alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, novamente, apresenta menor custo. As estruturas/vedações em LSF e a alvenaria de vedação com concreto armado apresentam valores elevados em mais de 50% em relação à opção mais econômica.

Figura 34 - Comparação de custos diretos do revestimento interno das paredes

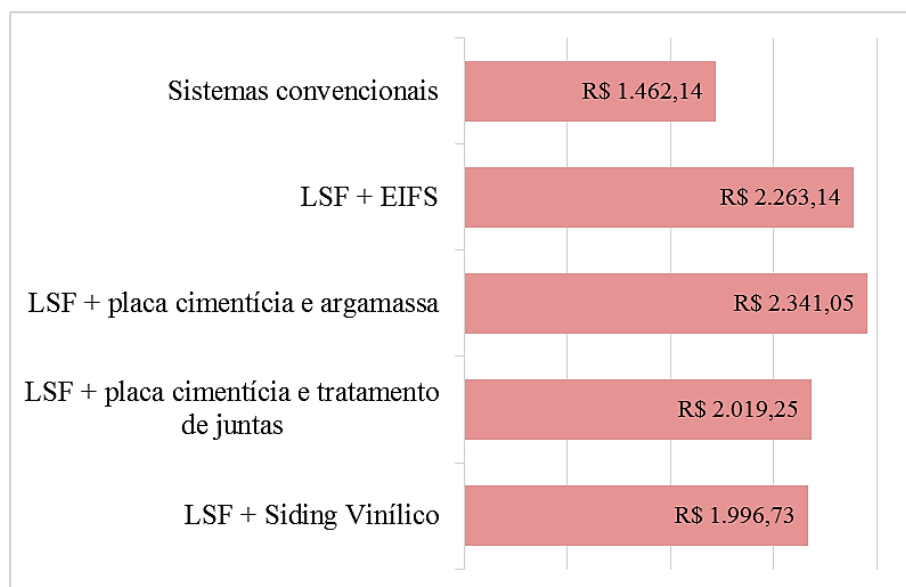


(fonte: elaborado pela autora)

Com a observância do gráfico anterior (figura 34), constata-se que o revestimento interno das paredes dos sistemas convencionais é cerca de 45% mais elevado em comparação ao revestimento em gesso acartonado, massa corrida e pintura das paredes em LSF.

Para o revestimento externo pode-se identificar, no gráfico seguinte (figura 35), que o sistema de placas cimentícias com argamassa e pintura e o sistema EIFS, são os de custos mais elevados, difenciando em aproximadamente 36% em relação aos sistemas convencionais.

Figura 35 - Comparação de custos diretos do revestimento externo das paredes



(fonte: elaborado pela autora)

Fazendo uma última comparação, supondo que o uso das placas OSB não são obrigatórias para as composições de paredes com placa cimentícia e que a estrutura garante o contraventamento, retirando as placas OSB da estrutura externa das paredes, teríamos uma redução em 12% do valor total. Neste novo cenário (tabela 4), o LSF com tratamento de juntas estaria em terceiro lugar no *Ranking*, seguido da alvenaria de vedação, LSF + placa cimentícia e argamassa, LSF + *Siding Vinílico* e, por fim, o LSF + EIFS.

Tabela 4 - Novo *Ranking* de custos diretos, considerando revestimento externo em placas cimentícias sem placas OSB

Posição	Composição de parede	Custo direto	Aumento
1	Alvenaria estrutural em bloco cerâmico	R\$ 3.946,02	
2	Alvenaria estrutural em bloco de concreto	R\$ 4.040,07	2%
3	LSF + placa cimentícia e tratamento de juntas (sem OSB)	R\$ 4.773,92	17%
4	LSF + placa cimentícia e argamassa (sem OSB)	R\$ 5.095,72	23%
5	Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	R\$ 5.181,61	24%
6	LSF + <i>Siding Vinílico</i>	R\$ 5.422,91	27%
7	LSF + EIFS	R\$ 5.689,32	31%

(fonte: elaborada pela autora)

Destaca-se, ainda, que se substituirmos o XPS por EPS no sistema de EIFS, temos uma diminuição no custo total em 7%, reduzindo o valor em aproximadamente 240 reais, subindo no novo *Ranking* para o 6 lugar.

Por fim, podemos identificar de forma simplificada, o custo para um metro quadrado de cada parede, admitindo valores base para multiplicação da área de paredes necessária em projetos de repetição. A tabela 5 mostra os custos diretos por m² encontrados para cada tipo de parede.

Tabela 5 - Custo direto por m² de parede

Composição de parede	Custo/m²
Alvenaria estrutural em bloco cerâmico	219,22
Alvenaria estrutural em bloco de concreto	224,45
Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	287,87
LSF + <i>Siding Vinílico</i>	301,27
LSF + Placa cimentícia e tratamento de juntas	302,52
LSF + EIFS	316,07
LSF + Placa cimentícia e argamassa	320,40

(fonte: elaborada pela autora)

6 TEMPO DE EXECUÇÃO

Kostela⁵ (1992 *apud* Milan et al., 2011, p. 193), destacam como uma característica básica da construção enxuta (como o LSF), o menor tempo de ciclo (*lead time*): “[...] a diminuição do *lead time* agiliza a entrega do produto ao cliente, facilita a gestão, aumenta o efeito do aprendizado, torna a produção mais estável e diminui as vulnerabilidades no que tange a mudanças de demanda.”.

Pressupondo que o tempo de execução de uma construção pode determinar a escolha do cliente e que o menor tempo de retorno do investimento é um incentivo para o investimento no sistema *Light Steel Frame*, fez-se uma comparação dos tempos de execução das composições de paredes deste estudo.

As produtividades e consequentes tempos de execução dos serviços das paredes nos sistemas construtivos convencionais foram encontrados a partir da análise das composições de custos unitários. Mattos (2015) indica que a produtividade é o inverso do índice presente nas composições, logo, partindo dos coeficientes de utilização de mão de obra de cada serviço, obtendo a produtividade do profissional – o profissional, dita o tempo de execução do serviço – e adequando à quantidade total da atividade, obteve-se o tempo total de execução para cada parede somando a quantidade de horas necessárias para cada serviço.

Para determinação dos tempos de execução das paredes em LSF foram utilizados dados apresentados pela empresa do ramo da cidade de Porto Alegre e dados coletados em bibliografia.

Carvalho (2015, p. 70) indica os índices de produção para execução da estrutura em LSF (0,28 hh/m²), acabamento em *base coat* (0,28 hh/m²) e fechamento em placa cimentícia + tratamento de juntas (0,57 hh/m²). Wall System⁶ (*apud* DOMARASCKI e FAGIANI, 2009, p. 62), os índices das atividades de fechamento em placa cimentícia e isolamento com lã de vidro, são respectivamente: 0,22 hh/m² e 0,06 hh/m². E de acordo com a construtora estudada,

⁵ KOSTELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: University of Stanford, 1992.

⁶ A autora lida indica que as informações foram colhidas de Wall System, mas não apresenta as demais informações do autor.

obtiveram-se os índices de produção das atividades: membrana hidrófuga (0,12 hh/m²), emplacamento com OSB (0,40 hh/m²), aplicação de XPS (0,40 hh/m²), emplacamento em gesso acartonado (0,36 hh/m²), emassamento e pintura interna (0,67 hh/m²), emassamento e pintura externa (0,53 hh/m²).

A tabela 6 apresenta o tempo total da construção das paredes, como um *Ranking* de paredes mais rápidas, destacando a porcentagem de acréscimo de tempo em relação ao método considerado mais rápido – considerando 8 horas de trabalho diária e apenas 1 operário para todas as atividades – para os sistemas convencionais e LSF. As tabelas abertas mostrando os índices, produtividade e tempo total da atividade estão presentes no APÊNDICE C – Composição de tempos de execução.

Tabela 6 – *Ranking* de tempo de execução das composições de paredes

Posição	Sistema	Tempo (dias)	Acréscimo de tempo
1	LSF + <i>Siding Vinílico</i>	6,3	
2	LSF + placa cimentícia e argamassa	7,0	11%
3	LSF + placa cimentícia e tratamento de juntas	7,2	13%
4	LSF + EIFS	7,4	16%
5	Alvenaria estrutural de bloco de concreto	9,6	35%
6	Alvenaria estrutural de bloco de cerâmico	9,8	36%
7	Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	12,3	49%

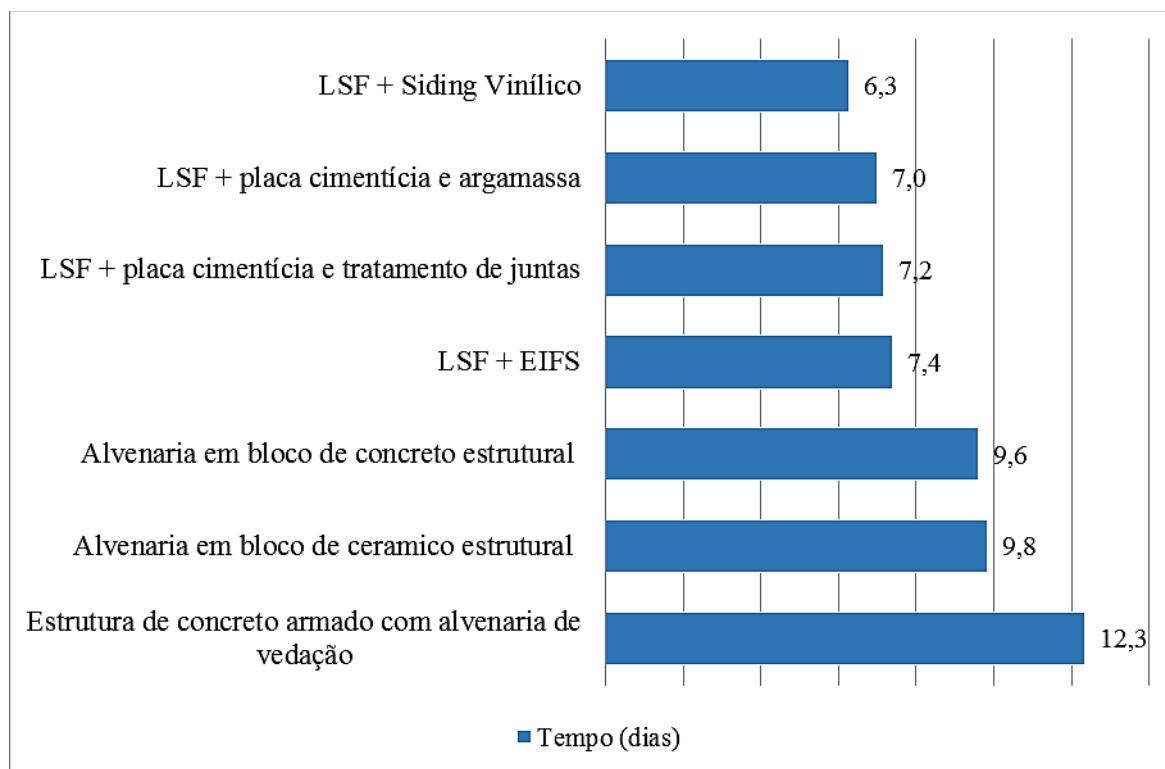
(fonte: elaborada pela autora)

Observação: Devido à falta de informações para a produtividade do *Siding Vinílico*, estimou-se (considerando uma folga), um índice de produção de 0,7 hh/m², considerando que uma das vantagens do sistema está na facilidade de instalação, devido aos encaixes facilitados.

Segundo a avaliação dos resultados, podemos observar que o *Siding Vinílico* se destacou pela velocidade de construção. No entanto, a produtividade para este item foi calculada de forma empírica e pode haver variações.

Identificando estes valores em um gráfico podemos observar de forma mais claras as variações, conforma apresenta a figura 35.

Figura 36 - Gráfico de barras com tempos de execução das composições de paredes



(fonte: elaborado pela autora)

Considerando os valores obtidos, podemos observar que os sistemas construtivos convencionais se encontram nas posições inferiores do *Ranking*, evidenciando uma das vantagens destacadas da utilização do sistema LSF: rapidez de execução.

Destaca-se, ainda, que neste estudo de tempos não foram adicionados os tempos de cura do concreto, cura da argamassa, retirada de forma da estrutura de concreto armado e execução do encunhamento da alvenaria de vedação, visto em obras de repetição esta variação no tempo provavelmente será desconsiderada e diluída nas outras atividades a serem executadas.

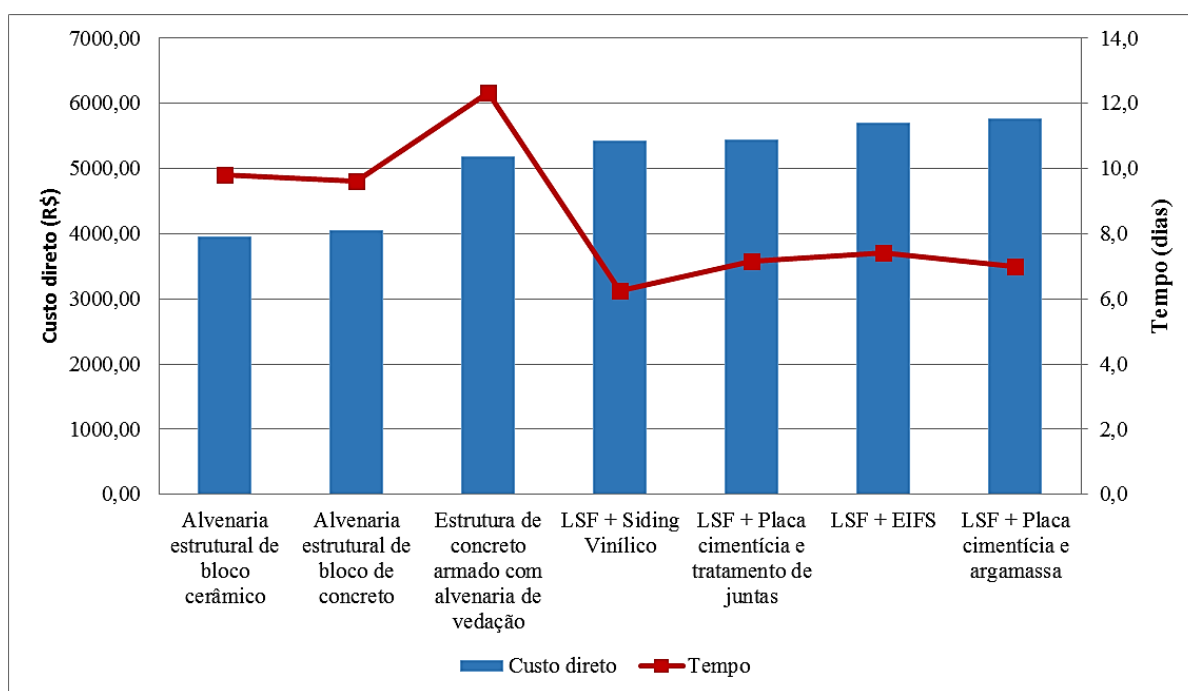
Observa-se que no sistema LSF, independentemente do revestimento, os tempos de execução são bastante próximos. Destaca-se também que a estrutura do LSF pode ser montada em painéis, em fábrica (antes do início da obra) ou no canteiro de obras concomitantemente com outras atividades, reduzindo ainda mais o tempo de execução da edificação. Entretanto, deve-

se levar em consideração o custo maior com frete, visto que para estruturas em painéis são necessários mais deslocamentos para entrega da mesma quantidade em obra.

Oliveira (2012, p. 75) em seu estudo comparativo de uma residência térrea de 200 m², destaca o LSF como 73% mais rápido que o sistema de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. Esta discrepância entre os valores encontrados neste estudo pode ser explicada pelo fato deste estudo observar apenas uma parte da construção.

Por fim, o gráfico seguinte mostrado na figura 37 tem o objetivo de realçar as variações de custo e tempo de cada sistema.

Figura 37 - Custo direto *versus* tempo de execução



(fonte: elaborado pela autora)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de incentivar o estudo de novas técnicas construtivas e promover soluções mais racionalizadas à construção civil, percebeu-se a importância da comparação prévia das alternativas disponíveis no mercado. A pesquisa realizada a respeito de um sistema construtivo diferente dos sistemas tradicionalmente empregados no país possibilitou a abrangência dos conhecimentos sobre um método construtivo que tem como base, princípios sustentáveis.

Os resultados encontrados mostram que as paredes estruturais do LSF ainda tem maior custo direto quando comparado com os sistemas de construção tradicionais na cidade de Porto Alegre, visando a execução de obra de repetição, como casas populares em conjuntos habitacionais. Como mostra a tabela 5 do capítulo 5, o custo por m² para as paredes em LSF teve um valor significativo em relação as paredes estruturais. Diferença esta que já era prevista, porém com a mensuração das variações de custo somente das paredes já se pode perceber que os preços ainda podem ser competitivos se considerado os benefícios de uma construção seca e ainda a rapidez de execução do sistema, além de se mostrar vantajoso para obras maiores, visto o maior custo com relação a materiais.

Com o estudo pôde-se responder a questão de pesquisa: quais as vantagens e diferenças em custo e produtividade na execução de paredes estruturais nos sistemas construtivos convencionais e no sistema *Light Steel Frame*? As pesquisas bibliográficas apontaram as inúmeras vantagens da utilização do LSF quando comparado aos outros sistemas, tanto em velocidade, industrialização, racionalização, facilidade de construção, quanto em desempenho da edificação. As diferenças de custo foram apresentadas no capítulo 5, e apesar de estarem baseadas apenas em dados fornecidos por duas empresas da construção, foram encontrados resultados aceitáveis quando comparadas a pesquisas anteriores de mesmo caráter.

A avaliação de tempos de execução foi decisiva para demonstrar a vantagem da utilização do LSF frente aos outros sistemas. Mesmo que mais caro, o LSF pode garantir o rápido retorno do investimento, decorrendo projetos bem executados, para garantir a eficiência do método.

O estudo comprovou que o LSF é aproximadamente 30% mais caro em relação à alvenaria estrutural, porém o emprego da estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação também apresentou uma diferença de 24% (bastante próximo aos valores obtidos no sistema LSF). Em contrapartida, na análise de tempos de execução as construções das paredes estruturais em LSF são cerca de 35% mais rápidas, sem considerar os tempos ociosos na espera da cura do concreto ou argamassa nos sistemas construtivos convencionais; ou o ganho com a possibilidade de industrialização dos painéis em LSF, ou seja, pode-se dizer que há uma diferença ainda maior dos tempos de execução em cada sistema.

É importante destacar que a escolha do sistema e da composição das paredes deve-se a diferentes motivos, neste trabalho julgou-se o custo e tempo como variáveis condicionantes nesta escolha, realçando as vantagens do novo sistema. Ademais, pode-se dizer que este trabalho propiciou a exposição de diferentes composições de paredes no LSF que são escolhas comuns na cidade de Porto Alegre. Aos que buscavam as variações na escolha de diferentes revestimentos no sistema, pode se beneficiar do estudo.

É compreensível que exista receio às novas tecnologias, principalmente as que dispensam o uso de paredes maciças, mas espera-se que o reconhecimento do desempenho promovido por este tipo de tecnologia supere o preconceito existente. Preconceito este, que impede o desenvolvimento do país e o avanço de novas técnicas construtivas, por vezes com desempenho superior às outras opções no mercado.

Com a difusão do sistema LSF espera-se que o custo de mão de obra e materiais seja reduzido ao longo do tempo e que este tipo de construção ganhe cada vez mais espaço e aceitação da população brasileira e mais especificamente à cidade de Porto Alegre.

REFERÊNCIAS

- ACITAL. **XPS: Polietileno Extrudado**. Blumenau, [entre 1990 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.acital.com.br/produto/xps-poliestireno-extrudado>>. Acesso em: 27 maio 2016.
- ACUSTERM. **Lã de vidro**. São Paulo, [entre 1996 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.acusterm.com.br/produto/la-de-vidro>>. Acesso em: 27 maio 2016.
- ALVES, L. P. **Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame**. Goiânia: Revista Especialize On-line IPOG ed. 10, v. 1. 2015. 23 p.
- APA. **Tableros de Virutas Orientadas: Guia de produtos**. Washington, 2015. 12 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.
- _____. **NBR 6122 - Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2010a. 91 p.
- _____. **NBR 14715 - Chapas de gesso para drywall Parte 1 - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2010b. 7 p.
- ASTM. **ASTM D3679 - Standard Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Siding**. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials, 2013.
- ASTM. **ASTM D4756 - Standard Practice for Installation of Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Siding and Soffit**. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials, 2015.
- ATOS ARQUITETURA. **Dicas para quem vai construir sua casa – Construção em Wood Frame**. Campinas, 2015. Não paginado. Disponível em: <<http://www.atosarquitetura.com.br/noticias-dicas/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-wood-frame/>>. Acesso em: 23 maio 2016.
- BRASILIT. **Construção industrializada**. São Paulo: Centro de treinamento Brasilit, 2014. 86 p. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br/produtos/construcao-industrializada/placa-cimenticia>>. Acesso em: 26 maio 2016.
- CAMPOS, P. F.; **Light Steel Framing – Uso em construções habitacionais empregando a modelagem visual como processo de projeto e planejamento**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014. 198 p.
- CAPELETI, D. **Congresso latino-americano de construção em steel frame, amanhã, em são paulo, mostrará panorama do segmento no brasil e nas américas**. São Paulo: 2º Congresso Latino-Americano de Steel Frame, 2016. Não paginado. Disponível em: <<http://www.congressosteelframe.com.br/pt-br/noticia/34/congresso-latino-americano-de-construcao-em-steel-frame-amanha-em-sao-paulo-mostrara-panorama-do-segmen-to-no-brasil-e-nas-americas>>. Acesso em: 28 maio 2016.

CARVALHO, J. C. **Estudo comparativo entre fachadas em alvenaria de bloco cerâmico revestidas com argamassa e fachadas executadas com placas cimentícias.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. 86 p.

CASA PRÁTICA LSF. **Light Steel Frame: estrutura de aço leve.** São Paulo, 2016. Não paginado. Disponível em: <<http://www.casapraticalsf.com/>>. Acesso em: 21 maio 2016

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais:** Guia orientativo para atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília, 2013. 2 ed. 307 p.

CENTER STEEL. **Sobre LSF.** Porto Alegre, [entre 2012 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <http://lightsteelframe.ind.br/?page_id=25>. Acesso em: 21 maio 2016.

CICHINELLI, G. C. **Light steel framing rompe resistência cultural ao seu uso e avança em diferentes nichos da construção civil.** São Paulo: Revista Construção Mercado on-line ed. 160, Pini, 2014. 3 p. Disponível em: <<http://construcomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/160/light-steel-framing-rompe-resistencia-cultural-ao-seu-uso-e-330207-1.aspx>>. Acesso em: 18 maio 2016.

CONSTRUFÁCIL RJ. **Placas de gesso: Gesso liso e gesso acartonado.** Rio de Janeiro, [entre 2009 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://construfacilrj.com.br/placas-de-gesso-liso-e-acartonado/>>. Acesso em: 26 maio 2016.

CONSULSTEEL. **Construcción con Steel Framing: Manual de Procedimiento.** Buenos Aires, 2002. 302 p.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2005. 231 p.

CRASTO, R. C. M. FREITAS, A. M. S. **Construções em Light Steel Frame.** São Paulo: Revista Técnica, Pini, 2006. 5 p. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285545-1.aspx>>. Acesso em: 16 maio 2016.

DANIEL WOLFF. **Obras de alvenaria.** Rio de Janeiro, 2014. Não paginado. Disponível em: <<http://www.wolffarch.com.br/obras>>. Acesso em: 22 set. 2016.

DIFORSUL. **Construtivos leves: Placas cimentícias.** Curitiba, [entre 2012 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.diforsul.com.br/construtivos-leves/placa-cimenticia/>>. Acesso em: 26 maio 2016.

DIRETRIZES SINAT - **Diretrizes para avaliação técnica de produtos nº 009.** Brasília, 2016.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional.** Barretos: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 2009. 75 p.

ELLO CONSTRUTORA. **Inovação na construção civil.** Santiago, 2014. Não paginado. Disponível em: <<http://elloconstrutora.com.br/inovacao-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 21 maio 2016.

FUTURENG. **Definição do termo LSF**. Portugal, [entre 2003 e 2016]a. Não paginado. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/definicao>>. Acesso em: 22 maio 2016.

FUTURENG. **Peso dos perfis**. Portugal, [entre 2003 e 2016]b. Não paginado. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/peso-dos-perfis>>. Acesso em: 27 out. 2016.

GLOBALPLAC. **Membrana Hidrófuga**. Curitiba, 2016. Não paginado. Disponível em: <<http://www.globalplac.com.br/produtos/membrana-hidrofuga/>>. Acesso em: 17 out. 2016.

GOMES, A. P. **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em light steel framing**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2007. 172 p.

GOMES; C. E. M., VIVAN; A. L., SISHIERI; E. P., PALIARI, J. C. **Light steel frame: construção industrializada a seco para habitação popular – práticas sustentáveis**. Curitiba: Encontro latino-americano de edificações e comunidades sustentáveis, 2013. 9 p.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008. 49 p.

GOUVEA, L. **Tudo que ainda não te contaram sobre o Steel Frame: descubra a verdade aqui**. Belo Horizonte: Fastcon, 2015. Não paginado. Disponível em: <<http://fastcon.com.br/blog/steel-frame/>>. Acesso em: 27 maio 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório Técnico nº 117 933-205: Ensaios diversos em Siding de PVC**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2010. 5 p. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.lpbrasil.com.br%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F08%2FIPT-117-933-205-Caracteriza%C3%A7%C3%A3o-SV.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241.- Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered**. London, 1984.

JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S. **“Light Steel Framing”: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. São Paulo: CBCA, [entre 2004 e 2016]. Não paginado.

KANTO, L. **Bloco de concreto x bloco cerâmico na alvenaria estrutural**. Belo Horizonte, 2016. Não paginado. Disponível em: <<https://www.hometeka.com.br/aprenda/bloco-de-concreto-x-bloco-ceramico-na-alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 24 out. 2016.

LIMA; A. L. A. **Construção de edificações em módulos pré-fabricados em LSF – Light Steel Framing: Ensaio Projetual**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2008. 200 p.

LP BUILDING PRODUCTS. **Catálogo Técnico LS OSB: Placas estruturais para construção CES**. Curitiba, 2012a. Não paginado.

_____. **Siding Vinílico**. Curitiba: Catálogo Técnico, 2012b. 4 p.

_____. **Passo a passo do sistema construtivo CES**. Curitiba: Manual CES, 2013. 35 p.

_____. **LP Siding Vinílico**. Curitiba, [entre 2008 a 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.lpbrasil.com.br/produtos/lp-siding-vinilico/>>. Acesso em: 09 out. 2016.

MADEIRAS OSASCO. **O que é OSB?** Osasco, 2009. Não paginado. Disponível em: <<http://www.madeirasosasco.com.br/news/o--que--%EF%BF%BD%C2%A9--osb/4>>. Acesso em 24 maio 2016.

MAGALHÃES, R. F. **Edificações em Light Steel Frame isoladas externamente com EIFS: Avaliação de desempenho térmico pela NBR 15.575/2013**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 92 p.

MATTOS, A. D. **Como interpretar uma composição de custos**. São Paulo: Blog Pini, 2015. Não paginado. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/como-interpretar-uma-composicao-de-custos-338922-1.aspx>>. Acesso em: 02 out 16.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de casos, exemplos**. São Paulo: Pini 3ed., 2006. 281 p.

MILAN, G. S.; NOVELLO, R. V.; REIS, Z. C. **A viabilidade do sistema light steel frame para construções residenciais**. Caxias do Sul: Revista Gestão Industrial - Universidade de Caxias do Sul, 2011. p. 190- 209.

NAKAMURA, J. **Arquitetura Leve**. São Paulo: Revista Au Arquitetura e Urbanismo ed. 156, Pini, 2007. 4 p. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/156/artigo44400-1.aspx>>. Acesso em: 15 maio 2016.

NOSSA ENGENHARIA. **O que é radier ?**. São Paulo, 2016. Não paginado. Disponível em: <<http://nossaengenharia.com.br/2016/01/26/fundacao-radier/>>. Acesso em: 21 set. 2016.

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**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2012. 78 p.

PASTRO, R. Z. **Alvenaria estrutural: sistema construtivo**. Itatiba: Universidade de São Francisco, 2007. 86 p.

PAULUZZI. **Alvenaria estrutural**. Sapucaia do Sul, [entre 2012 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 04 out. 2016.

PORTAL METÁLICA. **Sistema Industrializado de Construção: Steel Framing Edificações Leves**. São Paulo: [entre 1998 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/sistema-industrializado-de-construcao-steel-framing>>. Acesso em: 18 maio 2016.

PORTO ALEGRE. **Lei nº 1344, 22 de novembro de 1954**. Da nova redação ao art.10 da lei 986, obriga a instalação de elevador em edifícios com mais de 3 pavimentos, excluindo o andar térreo. Porto Alegre: Diário Oficial, 1954. Disponível em: <

<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/netahtml/sirel/atos/Lei%201344>>. Acesso em: 16 out. 2016.

POYASTRO, P. C. **Comparação entre blocos cerâmicos e em concreto, quanto a custo e produtividade, quando utilizados em alvenaria estrutural**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 95 p.

PRE FABRICADO STEEL FRAME. **Aspectos históricos**. São Paulo, 2011. Não paginado. Disponível em: <<https://prefabricadosteelframe.wordpress.com/2-aspectos-historicos/>>. Acesso em: 15 maio 2016.

RAYOL, R. **Steel Frame: Passo a passo da obra em Light Steel Frame 05 - Fabricação dos painéis**. Manaus, 2012. Não paginado. Disponível em: <http://renatorayol.blogspot.com.br/2012_08_01_archive.html>. Acesso em: 15 maio 2016.

REIS, P. **Alvenaria de vedação x Estrutural**. São Paulo: Revista Construção Mercado, Pini, 2009. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/99/artigo299270-1.aspx>>. Acesso em: 25 out. 2016.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 127 p. Série Manual da Construção em Aço.

RODRIGUES, F. C.; CALDAS, R. B. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2016. 224 p. Série Manual da Construção em Aço. 2ª ed. Revisada.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2008. 153 p.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 151 p. Série Manual da Construção em Aço.

SMART SISTEMAS CONSTRUTIVOS. **Perfis Light Steel Framing**. Ponta Grossa, 2016. Não paginado. Disponível em: <<http://smartsistemasconstrutivos.com.br/linha-light-steel-framing/>>. Acesso em: 27 out. 2016.

SULMÓDULOS. **Gesso acartonado Knauf**. Porto Alegre, [entre 1987 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.sulmodulos.com.br/produtos/gesso-acartonado-knauf/>>. Acesso em: 26 maio 2016.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. **Steel Frame – Estrutura**. São Paulo: Revista Técnica, ed. 137, Pini, 2008. 3 p. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/137/artigo285729-1.aspx>>. Acesso em: 26 set. 2016.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo, 2006. 367 p.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2010. Não paginado.

VOLCAN WRAP. **Membrana hidrófuga respirable de polipropileno**. Santiago, 2015. Não paginado. Disponível em: < <http://www.volcan.cl/hogar/producto.php?Producto=82>>. Acesso em: 24 out. 2016.

APÊNDICE A – Composições abertas dos orçamentos

Serviço	Alvenaria em bloco de concreto estrutural						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,7000	20,49	14,34			14,34
Ajudante de pedreiro	HR	0,7000	16,20	11,34			11,34
Argamassa pronta para alvenaria estrutural	M3	0,0077	321,60		2,48		2,48
Meio bloco de concreto estrutural 14x19x19cm	UN	0,1785	1,30		0,23		0,23
Bloco de concreto estrutural 14x19x39cm	UN	13,1200	2,80		36,74		36,74
Total do serviço				R\$ 25,68	R\$ 39,45	R\$ 0,00	R\$ 65,13
Percentual por grupo				39%	61%	0%	100%

Serviço	Alvenaria em bloco de cerâmico estrutural						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,6000	20,49	12,29			12,29
Ajudante de pedreiro	HR	0,5000	16,20	8,10			8,10
Argamassa pronta para alvenaria estrutural	M3	0,0077	321,60		2,48		2,48
Meio bloco cerâmico estrutural 14x19x14cm	UN	0,1785	1,30		0,23		0,23
Bloco de cerâmico estrutural 14x19x29cm	UN	13,1200	2,80		36,74		36,74
Total do serviço				R\$ 20,39	R\$ 39,45	R\$ 0,00	R\$ 59,84
Percentual por grupo				34%	66%	0%	100%

Serviço	Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,2000	20,48	4,10			4,10
Ajudante de pedreiro	HR	0,1500	16,24	2,44			2,44
Argamassa ci-ar media 1:3	M3	0,0050	264,29		1,32		1,32
Total do serviço				R\$ 6,53	R\$ 1,32	R\$ 0,00	R\$ 7,85
Percentual por grupo				83%	17%	0%	100%

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

Serviço	Bloco canaleta de concreto estrutural com Grout						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,1200	20,33	2,44			2,44
Ajudante de pedreiro	HR	0,1375	16,29	2,24			2,24
Argamassa pronta para alvenaria estrutural	M3	0,0022	374,43		0,82		0,82
Grout fck18MPa - Preparo.lançamento. Cura	M3	0,0193	187,53		3,61		3,61
Treliça nervurada 0.735 kg/m	MT	1,0000	2,32		2,32		2,32
Bloco canaleta estrutural 14x19x39cm	UN	2,6300	2,21		5,81		5,81
Total do serviço				R\$ 4,68	R\$ 12,56	R\$ 0,00	R\$ 17,24
Percentual por grupo				27%	73%	0%	100%

Serviço	Bloco canaleta ceramico estrutural com Grout						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,1200	20,33	2,44			2,44
Ajudante de pedreiro	HR	0,1375	16,29	2,24			2,24
Argamassa pronta para alvenaria estrutural	M3	0,0022	374,43		0,82		0,82
Grout fck18MPa - Preparo.lançamento. Cura	M3	0,0193	187,53		3,61		3,61
Treliça nervurada 0.735 kg/m	MT	1,0000	2,32		2,32		2,32
Bloco canaleta estrutural 14x19x29cm	UN	2,6300	1,90		5,00		5,00
Total do serviço				R\$ 4,68	R\$ 11,75	R\$ 0,00	R\$ 16,43
Percentual por grupo				28%	72%	0%	100%

Serviço	Banda acústica						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Banda Acústica Auto-adesiva 90x3x10000mm	M	1,0000	4,56		4,56		4,56
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 4,56	R\$ 0,00	R\$ 4,56
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Grouteamento - Pilarete (1 Furo)						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,1178	20,47	2,41			2,41
Ajudante de pedreiro	HR	0,4122	16,23	6,69			6,69
Treliça nervurada 0.735 kg/m	MT	1,1025	2,32		2,56		2,56
Areia regular	M3	0,0227	50,00		1,14		1,14
Brita 0	M3	0,0253	42,00		1,06		1,06
Cimento Portland pozolânico comum - CP IV	KG	8,0666	0,41		3,31		3,31
Locação - betoneira 320 L	DIA	0,0200	12,67			0,25	0,25
Locação - Vibrador c/motor elétrico	DIA	0,0100	6,67			0,07	0,07
Total do serviço				R\$ 9,10	R\$ 8,06	R\$ 0,32	R\$ 17,48
Percentual por grupo				52%	46%	2%	100%

Serviço	Forma plastificada para pilar sem escoramento						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Carpinteiro	HR	1,5000	21,26	31,89			31,89
Ajudante de carpinteiro	HR	0,7500	18,11	13,58			13,58
Sarrafo 2,5x5,0 cm - cedrinho	MT	1,8000	1,87		3,37		3,37
Sarrafo 2,5x7,0 Cm - cedrinho	MT	12,3000	2,81		34,56		34,56
Guia De 2,5x10 Cm - cedrinho	MT	6,9000	3,87		26,70		26,70
Compensado plastificado 14 mm 110x220 cm	M2	1,2000	21,52		25,82		25,82
Pregos bitolas variadas	KG	0,1500	29,25		4,39		4,39
Total do serviço				R\$ 45,47	R\$ 94,84	R\$ 0,00	R\$ 140,32
Percentual por grupo				32%	68%	0%	100%

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

Serviço	Armadura CA-50 até 12.5mm (1/2")						kg
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Ferreiro	HR	0,0500	20,40	1,02			1,02
Ajudante de ferreiro	HR	0,0500	16,60	0,83			0,83
Emp - corte e dobra de aço	KG	1,0000	0,41		0,41		0,41
Aço Ca-50 Ø 6,3 mm	KG	0,5300	2,94		1,56		1,56
Aço Ca-50 Ø 8,0 mm	KG	0,2600	2,94		0,76		0,76
Aço Ca-50 Ø 10,0 mm	KG	0,2600	2,73		0,71		0,71
Arame recozido bwg 14	KG	0,0200	3,59		0,07		0,07
Total do serviço				R\$ 1,85	R\$ 3,51	R\$ 0,00	R\$ 5,36
Percentual por grupo				34%	66%	0%	100%

Serviço	Massa única indust. interna para parede 25mm						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,9000	20,46	18,41			18,41
Ajudante de pedreiro	HR	0,9000	16,23	14,61			14,61
Argamassa pronta para reboco fino	M3	0,0250	508,00		12,70		12,70
Total do serviço				R\$ 33,02	R\$ 12,70	R\$ 0,00	R\$ 45,72
Percentual por grupo				72%	28%	0%	100%

Serviço	Massa única indust. interna para parede 15mm						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	0,8000	20,46	16,37			16,37
Ajudante de pedreiro	HR	0,5800	16,23	9,41			9,41
Argamassa pronta para reboco fino	M3	0,0148	508,00		7,54		7,54
Total do serviço				R\$ 25,78	R\$ 7,54	R\$ 0,00	R\$ 33,32

Percentual por grupo 77% 23% 0% 100%

Serviço	Alvenaria bloco cerâmico						m²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	1,2400	20,46	25,37			25,37
Ajudante de pedreiro	HR	0,8500	16,22	13,79			13,79
Argamassa pronta para assentamento de alvenaria de vedação	M3	0,0100	449,41		4,49		4,49
Bloco cerâmico vedação 9x19x29 cm	UN	17,8300	0,90		16,05		16,05
Meio bloco cerâmico vedação 9x19x14 cm	UN	3,0600	0,70		2,14		2,14
Total do serviço				R\$ 39,16	R\$ 22,68	R\$ 0,00	R\$ 61,84
Percentual por grupo				63%	37%	0%	100%

Serviço	Forma plastificada viga sem escoramento						m²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Carpinteiro	HR	1,3000	21,25	27,63			27,63
Ajudante de carpinteiro	HR	0,6500	18,11	11,77			11,77
Sarrafo 2,5x5,0 cm - cedrinho	MT	6,6000	1,87		12,34		12,34
Sarrafo 2,5x7,0 cm - cedrinho	MT	5,1600	2,81		14,50		14,50
Pontalete 5,0x7,0 cm - cedrinho	MT	3,9000	6,74		26,29		26,29
Compensado plastificado 18 mm 122x244 cm	M2	1,2000	28,02		33,62		33,62
Pregos bitolas variadas	KG	0,1500	29,25		4,39		4,39
Total do serviço				R\$ 39,40	R\$ 91,14	R\$ 0,00	R\$ 130,54
Percentual por grupo				30%	70%	0%	100%

Serviço	Massa corrida PVA / Interior						m²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintor	HR	0,3000	20,47	6,14			6,14

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

Massa corrida PVA / Interior	KG	0,8000	1,88	1,50	1,50
Lixa /massa corrida	UN	0,5000	0,40	0,20	0,20

Total do serviço **R\$ 6,14** **R\$ 1,70** **R\$ 0,00** **R\$ 7,85**
Percentual por grupo **78%** **22%** **0%** **100%**

Serviço	Lançamento / Aplicação Concreto						m ³
----------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	----------------

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pedreiro	HR	1,0000	20,47	20,47			20,47
Ajudante de pedreiro	HR	1,0000	16,23	16,23			16,23
Concreto usinado bombeável fck 30,0 Mpa slump 9	M3	1,0500	350,00		367,50		367,50
Bombeamento concreto (Taxa Bomba)	M3	1,0300	0,01			0,01	0,01
Locação - vibrador c/motor elétrico	DIA	0,0600	6,67			0,40	0,40
Total do serviço				R\$ 36,70	R\$ 367,50	R\$ 0,41	R\$ 404,61
Percentual por grupo				9%	91%	0%	100%

Serviço	Massa acrílica 2demão						m ²
----------------	-----------------------	--	--	--	--	--	----------------

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintor	HR	0,3300	20,47	6,76			6,76
Massa acrílica	KG	0,8000	3,09		2,47		2,47
Lixa /massa acrílica	UN	0,5000	0,40		0,20		0,20
Total do serviço				R\$ 6,76	R\$ 2,67	R\$ 0,00	R\$ 9,43
Percentual por grupo				72%	28%	0%	100%

Serviço	Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão						m ²
----------------	---	--	--	--	--	--	----------------

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintor	HR	0,1000	20,47	2,05			2,05
Ajudante de Pintor	HR	0,1000	16,85		1,69		1,69
Selador Acrílico Incolor	LT	0,1370	6,94		0,95		0,95
Total do serviço				R\$ 2,05	R\$ 2,64	R\$ 0,00	R\$ 4,68

Percentual por grupo 44% 56% 0% 100%

Serviço	Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintor	HR	0,4000	20,50	8,20			8,20
Ajudante de pintor	HR	0,4000	16,85	6,74			6,74
Tinta látex PVA	LT	0,2100	9,50		2,00		2,00
Total do serviço				R\$ 14,94	R\$ 2,00	R\$ 0,00	R\$ 16,94
Percentual por grupo				88%	12%	0%	100%

Serviço	Estrutura em Light Steel Frame - Obra menor que 1000 m2						kg
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Montagem de estrutura em light steel frame	KG	1,0000	2,00	2,00			2,00
Pré-Montagem de estrutura em light steel frame em Fábrica	KG	1,0000	1,39	1,39			1,39
Serviço de Perfilaria	KG	1,0000	8,56		8,56		8,56
Total do serviço				R\$ 3,39	R\$ 8,56	R\$ 0,00	R\$ 11,95
Percentual por grupo				28%	72%	0%	100%

Serviço	Revestimento em OSB Externo Steel Frame						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Colocação de OSB para steel frame	M2	1,0000	14,05	14,05			14,05
Chapa OSB Home / Plus Estrutural 11,1mm x1200x2400 mm	M2	1,0934	15,32		16,75		16,75
Parafuso cabeça chata dentada Resist.: 240h / PB 4,2x32mm (32 un/m2 de chapa)	UN.	32,0000	0,20		6,40		6,40

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

Tinta a base de óleo - Galão 3,6 litros	GL	0,0020	52,86	0,11	0,11
			Total do serviço	R\$ 14,05	R\$ 23,26
			Percentual por grupo	38%	62%
				R\$ 0,00	R\$ 37,31
				0%	100%

Serviço	Pintura acrílica sobre reboco 2 Demãos						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintor	HR	0,3000	20,50	6,15			6,15
Ajudante de Pintor	HR	0,3000	16,85	5,06			5,06
Tinta Látex Acrílica Semi Brilho	LT	0,1890	12,39		2,34		2,34
			Total do serviço	R\$ 11,21	R\$ 2,34	R\$ 0,00	R\$ 13,55
			Percentual por grupo	83%	17%	0%	100%

Serviço	Revestimento em membrana						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Instalação Membrana Hidrófuga	M2	1,0000	5,88	5,88			5,88
Grampo Galvanizado tipo Tapeceiro	UN.	6,2000	0,00		0,03		0,03
Membrana Hidrófuga	ROL	0,0132	414,95		5,46		5,46
			Total do serviço	R\$ 5,88	R\$ 5,49	R\$ 0,00	R\$ 11,37
			Percentual por grupo	52%	48%	0%	100%

Serviço	Fechamento em placa cimentícia com tratamento de juntas						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Mão de obra placa cimentícia	M2	1,0000	14,04	14,04			14,04
Juntas de placa cimentícia	M2	1,0000	2,05	2,05			2,05
Placa cimentícia 2400x1200 mm	PC	0,3055	81,30		24,8371		24,84
Massa para placa cimentícia / Juntas	KG	0,2000	18,33		3,67		3,67
Parafuso cabeça chata dentada	UN.	36,0000	0,15		5,4		5,40
Crackgon C-50	M	1,2000	10,22		12,26		12,26

Total do serviço	R\$ 16,09	R\$ 46,17	R\$ 0,00	R\$ 62,25
Percentual por grupo	26%	74%	0%	100%

Serviço	Fechamento em placa cimentícia						m²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Mão de obra placa cimentícia	M2	1,0000	14,04	14,04			14,04
Placa cimentícia 2400x1200 mm	PC	0,3055	81,30		24,8371		24,84
Parafuso cabeça chata dentada	UN.	36,0000	0,15		5,4		5,40
Total do serviço				R\$ 14,04	R\$ 30,24	R\$ 0,00	R\$ 44,28
Percentual por grupo				32%	68%	0%	100%

Serviço	Base Coat - EIFS - Steel Frame						m²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Exucução de Base Coat	M2	1,0000	21,60	21,60			21,60
Primer	KG	0,1000	36,29		3,63		3,63
Malha de ref. fibra de Vidro abertura 5,5mm	ROL	0,0230	263,69		6,0648		6,06
Argamassa	KG	5,0000	1,89		9,43		9,43
Total do serviço				R\$ 21,60	R\$ 19,12	R\$ 0,00	R\$ 40,72
Percentual por grupo				53%	47%	0%	100%

Serviço	Revestimento Externo em XPS 25mm						m²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Fixação Foamular	M2	1,0000	11,60	11,60			11,60
Demand DP300 arruela com 1-5/8 Parafuso	UN.	12,5000	0,42		5,30		5,30

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

XPS F250 - 25 x 1000 x 2000 mm	M2	1,0900	16,68	18,1812	18,18		
Total do serviço				R\$ 11,60	R\$ 23,48	R\$ 0,00	R\$ 35,08
Percentual por grupo				33%	67%	0%	100%

Serviço	Base Coat Profort						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Exucução de base coat	M2	1,0000	21,60	21,60			21,60
Massa profort 20Kg	KG	2,8000	3,30		9,24		9,24
Fita junta 10cmx50m Profort	M	2,0000	0,45		0,9		0,90
Tela de fibra 1mx50m Profort	M	1,0400	3,95		4,11		4,11
Total do serviço				R\$ 21,60	R\$ 14,25	R\$ 0,00	R\$ 35,85
Percentual por grupo				60%	40%	0%	100%

Serviço	Pintura acrílica texturada externa com selador						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintura acrílica texturada externa com selador	M2	1,0000	25,65	25,65			25,65
Solvente	L	0,0200	8,17		0,16		0,16
Lixa	UN.	0,0500	2,72		0,13614		0,14
Rolo de lâ anti gotas / 23cm	UN.	0,0010	15,81		0,02		0,02
Selador acrilico pigmentado	L	0,2400	4,82		1,156104		1,16
Tinta acrilica / Branco Semi-brilho	L	0,2400	8,38		2,01		2,01
Textura Acrílica / Grafiato	KG	1,0000	9,42		9,4249		9,42
Total do serviço				R\$ 25,65	R\$ 12,91	R\$ 0,00	R\$ 38,56
Percentual por grupo				67%	33%	0%	100%

Serviço	Fechamento em Siding Vinílico						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	

Mão de obra siding vinílico	M2	1,0000	23,45	23,45			23,45
Siding vinílico 200x3800mm	M2	1,1000	40,62		44,68		44,68
LP parafuso siding vinílico flang	UN.	22,0000	0,11		2,3694		2,37
Total do serviço				R\$ 23,45	R\$ 47,05	R\$ 0,00	R\$ 70,50
Percentual por grupo				33%	67%	0%	100%

Serviço	Moldura Siding Vinílico						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Moldura Siding Vinílico	M	1,1000	8,99		9,89131		9,89
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 9,89	R\$ 0,00	R\$ 9,89
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Arremate Siding Vinílico						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Arremate Siding Vinílico	M	1,1000	5,90		6,4867		6,49
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 6,49	R\$ 0,00	R\$ 6,49
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Perfil de inicio Siding Vinílico						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Perfil de inicio Siding Vinílico	M	1,1000	6,42		7,06607		7,07
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 7,07	R\$ 0,00	R\$ 7,07
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Perfil de Término Siding Vinílico						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço	Preço total por grupo			Preço total

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

			unitário	Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Perfil de Término Siding Vinílico	M	1,1000	5,08		5,588		5,59
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 5,59	R\$ 0,00	R\$ 5,59
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Cantoneira Interna Siding Vinílico						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Cantoneira Interna Siding Vinílico	M	1,1000	18,20		20,02363		20,02
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 20,02	R\$ 0,00	R\$ 20,02
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Cantoneira Externa Siding Vinílico						m
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Cantoneira Externa Siding Vinílico	M	1,1000	16,67		18,34063		18,34
Total do serviço				R\$ 0,00	R\$ 18,34	R\$ 0,00	R\$ 18,34
Percentual por grupo				0%	100%	0%	100%

Serviço	Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Colocação de OSB para steel frame	M2	1,0000	14,05	14,05			14,05
Chapa OSB Home / Plus Estrutural 11,1mm x1200x2400 mm	M2	1,0900	15,32		16,70		16,70
Parafuso cabeça chata dentada	UN.	32,0000	0,20		6,4		6,40
Tinta a base de óleo - Galão 3,6 litros	GL	0,0020	52,86		0,11		0,11
Total do serviço				R\$ 14,05	R\$ 23,20	R\$ 0,00	R\$ 37,25
Percentual por grupo				38%	62%	0%	100%

Serviço	Isolamento Termo-Acústico em Lã de Vidro						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço	Preço total por grupo			Preço total

			unitário	Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Execução de lâ de vidro	M2	1,0000	3,59	3,59			3,59
Lã de Vidro 50mm	M3	1,0000	8,03		8,03		8,03
Total do serviço				R\$ 3,59	R\$ 8,03	R\$ 0,00	R\$ 11,62
Percentual por grupo				31%	69%	0%	100%

Serviço	Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Colocação de painel dry wall em sistema steel frame	M2	1,0000	11,99	11,99			11,99
Fita de papel microperfurada	M	1,4000	0,12		0,17		0,17
Painel Dry Wall / ST	M2	1,0600	12,45		13,197		13,20
Parafuso cabeça trombeta	UN.	11,0000	0,04		0,46		0,46
Massa para tratamento de junta	KG	0,7400	1,60		1,184		1,18
Total do serviço				R\$ 11,99	R\$ 15,01	R\$ 0,00	R\$ 27,00
Percentual por grupo				44%	56%	0%	100%

Serviço	Pintura PVA com selador e massa corrida						m ²
Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total por grupo			Preço total
				Mão-de-obra	Materiais	Equipamentos	
Pintura interna PVA com selador e massa corrida	M2	1,0000	17,00	17,00			17,00
Solvente	L	0,0200	8,17		0,16		0,16
Lixa	UN.	0,0500	2,72		0,14		0,14
Rolo de lâ anti gotas / 23cm	UN.	0,0010	15,81		0,02		0,02
Massa corrida base PVA	KG	0,4500	3,09		1,39		1,39
Selador acrilico pigmentado	L	0,2400	4,82		1,16		1,16
Tinta PVA / Branco	L	0,2700	7,33		1,98		1,98
Total do serviço				R\$ 17,00	R\$ 4,84	R\$ 0,00	R\$ 21,84
Percentual por grupo				78%	22%	0%	100%

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

APÊNDICE B – Composição de custos por composição de paredes

ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO (EMPRESA A)

Material	Unid.	Quant.	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
ESTRUTURA / PAREDE				
Alvenaria em bloco de concreto estrutural	m ²	16,86	65,13	1098,09
Bloco canaleta de concreto estrutural com Grout	m	6,00	17,24	103,44
Grouteamento pilarete (1 Furo)	m	6,00	17,48	104,88
			SUBTOTAL	1306,41
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	m ²	18,00	7,85	141,30
Massa única indust. interna para parede 15mm	m ²	18,00	33,32	599,76
Massa corrida PVA / Interior	m ²	18,00	7,85	141,30
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	m ²	18,00	4,68	84,24
Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos	m ²	18,00	16,94	304,92
			SUBTOTAL	1271,52
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	m ²	18,00	7,85	141,30
Massa única externa para parede 25 mm	m ²	18,00	45,72	822,96
Massa acrílica lixada sobre reboco 2 Demãos	m ²	18,00	9,43	169,74
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	m ²	18,00	4,68	84,24
Pintura acrílica sobre massa rolada 2 Demãos	m ²	18,00	13,55	243,90
			SUBTOTAL	1462,14
				R\$ 4.040,07

ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CERÂMICO (EMPRESA A)

Material	Unid.	Quant.	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
ESTRUTURA / PAREDE				
Alvenaria em bloco de cerâmico estrutural	m ²	16,86	59,84	1008,90
Bloco canaleta de cerâmico estrutural com Grout	m	6,00	16,43	98,58
Grouteamento pilarete (1 Furo)	m	6,00	17,48	104,88
			SUBTOTAL	1212,36
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	m ²	18,00	7,85	141,30
Massa única indust. interna para parede 15mm	m ²	18,00	33,32	599,76
Massa corrida PVA / Interior	m ²	18,00	7,85	141,30
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	m ²	18,00	4,68	84,24
Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos	m ²	18,00	16,94	304,92
			SUBTOTAL	1271,52
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	m ²	18,00	7,85	141,30
Massa única externa para parede 25 mm	m ²	18,00	45,72	822,96
Massa acrílica lixada sobre reboco 2 Demãos	m ²	18,00	9,43	169,74
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	m ²	18,00	4,68	84,24
Pintura acrílica sobre massa rolada 2 Demãos	m ²	18,00	13,55	243,90
			SUBTOTAL	1462,14
				R\$ 3.946,02

ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM CONCRETO ESTRUTURAL (EMPRESA A)

Material	Unid.	Quant.	Valor unit.	Valor total
ESTRUTURA / PAREDE				
Forma plastificada para pilar sem escoramento	m ²	4,48	140,31	628,59
Armadura CA-50 até 12.5mm (1/2")	kg	35,76	5,36	191,67
Lançamento / Aplicação Concreto	m ³	0,34	404,61	137,57
Forma plastificada viga sem escoramento	m ²	4,12	130,53	537,78
Alvenaria bloco cerâmico	m ²	15,40	61,84	952,34
			SUBTOTAL	2447,95
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	m ²	18,00	7,85	141,30
Massa única indust. interna para parede 15mm	m ²	18,00	33,32	599,76
Massa corrida PVA / Interior	m ²	18,00	7,85	141,30
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	m ²	18,00	4,68	84,24
Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos	m ²	18,00	16,94	304,92
			SUBTOTAL	1271,52
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	m ²	18,00	7,85	141,30
Massa única externa para parede 25 mm	m ²	18,00	45,72	822,96
Massa acrílica lixada sobre reboco 2 Demãos	m ²	18,00	9,43	169,74
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	m ²	18,00	4,68	84,24
Pintura acrílica sobre massa rolada 2 Demãos	m ²	18,00	13,55	243,90
			SUBTOTAL	1462,14
				R\$ 5.181,61

LSF + EIFS (EMPRESA B)				
Material	Unid.	Quant.	Valor unit.	Valor total
ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO				
Estrutura em Light steel frame	kg	81,04	11,95	968,43
Banda Acústica	m	6,00	4,56	27,36
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	18,00	11,62	209,16
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	18,00	37,25	670,57
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	18,00	37,31	671,51
			SUBTOTAL	2547,02
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	18,00	27,00	486,04
Pintura PVA com selador e massa corrida	m ²	18,00	21,84	393,12
			SUBTOTAL	879,16
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	18,00	11,37	204,67
Base Coat - EIFS - Steel Frame	m ²	18,00	40,72	732,93
Revestimento Externo em XPS 25mm	m ²	18,00	35,08	631,46
Pintura acrílica texturada externa com selador	m ²	18,00	38,56	694,08
			SUBTOTAL	2263,14
			TOTAL	R\$ 5.689,32

LSF + Placa cimentícia + argamassa (EMPRESA B)

Material	Unid.	Quant.	Valor unit.	Valor total
ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO				
Estrutura em Light steel frame	kg	81,04	11,95	968,43
Banda Acústica	m	6,00	4,56	27,36
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	18,00	11,62	209,16
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	18,00	37,25	670,57
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	18,00	37,31	671,51
			SUBTOTAL	2547,02
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	18,00	27,00	486,04
Pintura PVA com Massa Corrida PVA sobre Gesso	m ²	18,00	21,84	393,12
			SUBTOTAL	879,16
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	18,00	11,37	204,67
Fechamento placa cimentícia	m ²	18,00	44,28	797,04
Base Coat Profort	m ²	18,00	35,85	645,26
Pintura acrílica texturada externa com selador	m ²	18,00	38,56	694,08
			SUBTOTAL	2341,05
				R\$ 5.767,23

LSF + Placa cimentícia + juntas (EMPRESA B)

Material	Unid.	Quant.	Valor unit.	Valor total
ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO				
Estrutura em Light steel frame	kg	81,04	11,95	968,43
Banda Acústica	m	6,00	4,56	27,36
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	18,00	11,62	209,16
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	18,00	37,25	670,57
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	18,00	37,31	671,51
			SUBTOTAL	2547,02
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	18,00	27,00	486,04
Pintura PVA com Massa Corrida PVA sobre Gesso	m ²	18,00	21,84	393,12
			SUBTOTAL	879,16
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	18,00	11,37	204,67
Fechamento em placa cimentícia com tratamento de juntas	m ²	18,00	62,25	1.120,50
Pintura acrílica texturada externa com selador	m ²	18,00	38,56	694,08
			SUBTOTAL	2019,25
			TOTAL	R\$ 5.445,43

LSF + Siding Vinílico (EMPRESA B)				
Material	Unid.	Quant.	Valor unit.	Valor total
ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO				
Estrutura em Light steel frame	kg	81,04	11,95	968,43
Banda Acústica	m	6,00	4,56	27,36
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	18,00	11,62	209,16
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	18,00	37,25	670,57
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	18,00	37,31	671,51
			SUBTOTAL	2547,02
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA				
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	18,00	27,00	486,04
Pintura PVA com Massa Corrida PVA sobre Gesso	m ²	18,00	21,84	393,12
			SUBTOTAL	879,16
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA				
Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	18,00	11,37	204,67
Fechamento em Siding Vinílico	m ²	18,00	70,50	1.268,99
Moldura Siding Vinílico	m	18,00	9,89	178,04
Arremate Siding Vinílico	m	6,00	6,49	38,92
Perfil de inicio Siding	m	6,00	7,07	42,40
Perfil de Término Siding	m	6,00	5,59	33,53
Cantoneira Interna Siding	m	6,00	20,02	120,14
Cantoneira Externa Siding	m	6,00	18,34	110,04
			SUBTOTAL	1996,73
			TOTAL	R\$ 5.422,91

Comparativo orçamentário entre composições de paredes estruturais para obras de repetição nos sistemas construtivos convencionais e em *Light Steel Frame* na cidade de Porto Alegre

APÊNDICE C – Composição de tempos de execução.

ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CERÂMICO

ESTRUTURA / PAREDE

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Alvenaria em bloco de concreto estrutural				
Pedreiro	0,6000	16,86	1,67	10,12
Bloco canaleta de concreto estrutural com Grout	hh/m	m	m/h	hh
Pedreiro	0,1200	6,00	8,33	0,72
Grouteamento pilarete (1 Furo)	hh/m	m	m/h	hh
Pedreiro	0,1178	6,00	8,49	0,71
SUBTOTAL				11,54

REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm				
Pedreiro	0,2000	18,00	5,00	3,60
Massa única indust. interna para parede 15mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,8000	18,00	1,25	14,40
Massa corrida PVA / Interior	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3000	18,00	3,33	5,40
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,1000	18,00	10,00	1,80
Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,4000	18,00	2,50	7,20
SUBTOTAL				32,40

REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm				
Pedreiro	0,2000	18,00	5,00	3,60
Massa única externa para parede 25 mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,9000	18,00	1,11	16,20
Massa acrílica lixada sobre reboco 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3300	18,00	3,03	5,94
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,1000	18,00	10,00	1,80
Pintura acrílica sobre massa rolada 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3000	18,00	3,33	5,40
SUBTOTAL				32,94
TOTAL				76,88

ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO

ESTRUTURA / PAREDE

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Alvenaria em bloco de concreto estrutural				
Pedreiro	0,7000	16,86	1,43	11,80
Bloco canaleta de concreto estrutural com Grout	hh/m	m	m/h	hh
Pedreiro	0,1200	6,00	8,33	0,72
Grouteamento pilarete (1 Furo)	hh/m	m	m/h	hh
Pedreiro	0,1178	6,00	8,49	0,71
SUBTOTAL				13,23

REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm				
Pedreiro	0,2000	18,00	5,00	3,60
Massa única indust. interna para parede 15mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,8000	18,00	1,25	14,40
Massa corrida PVA / Interior	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3000	18,00	3,33	5,40
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,1000	18,00	10,00	1,80
Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,4000	18,00	2,50	7,20
SUBTOTAL				32,40

REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm				
Pedreiro	0,2000	18,00	5,00	3,60
Massa única externa para parede 25 mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,9000	18,00	1,11	16,20
Massa acrílica lixada sobre reboco 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3300	18,00	3,03	5,94
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,1000	18,00	10,00	1,80
Pintura acrílica sobre massa rolada 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3000	18,00	3,33	5,40
SUBTOTAL				32,94
TOTAL				78,57

ESTRUTURA DE CONCRETO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO

ESTRUTURA / PAREDE

	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Forma plastificada para pilar sem escoramento				
Carpinteiro	1,5000	4,48	0,67	6,72
Armadura CA-50 até 12.5mm (1/2")	hh/kg	kg	kg/h	hh
Ferreiro	0,0500	35,76	20,00	1,79
Lançamento / Aplicação Concreto	hh/m ³	m ³	m ³ /h	hh
Pedreiro	1,0000	0,34	1,00	0,34
Forma plastificada viga sem escoramento	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Carpinteiro	1,3000	4,12	0,77	5,36
Alvenaria bloco cerâmico	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	1,2400	15,40	0,81	19,10
SUBTOTAL				33,30

REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA

Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,2000	18,00	5,00	3,60
Massa única indust. interna para parede 15mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,8000	18,00	1,25	14,40
Massa corrida PVA / Interior	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3000	18,00	3,33	5,40
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,1000	18,00	10,00	1,80
Pintura látex PVA sobre massa corrida - 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,4000	18,00	2,50	7,20
SUBTOTAL				32,40

REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA

Chapisco ci-ar 1:3 - 7mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,2000	18,00	5,00	3,60
Massa única externa para parede 25 mm	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pedreiro	0,9000	18,00	1,11	16,20
Massa acrílica lixada sobre reboco 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3300	18,00	3,03	5,94
Selador Acrílico para Int. / Ext. 1 Demão	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,1000	18,00	10,00	1,80
Pintura acrílica sobre massa rolada 2 Demãos	hh/m ²	m ²	m ² /h	hh
Pintor	0,3000	18,00	3,33	5,40
SUBTOTAL				32,94
TOTAL				89,79

LSF + EIFS			
ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO			
Estrutura em Light steel frame	kg	hh/kg	hh
	4,5022	0,28	1,26
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,06	1,08
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,40	7,20
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,40	7,20
		SUBTOTAL	16,74
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA			
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,36	6,48
Pintura PVA com selador e massa corrida	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,67	12,06
		SUBTOTAL	18,54
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA			
Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	hh/m ²	
	18,0000	0,12	2,16
Base Coat - EIFS - Steel Frame	m ²	hh/m ²	
	18,0000	0,28	5,04
Revestimento Externo em XPS 25mm	m ²	hh/m ²	
	18,0000	0,40	7,20
Pintura acrílica texturada externa com selador	m ²	hh/m ²	
	18,0000	0,53	9,54
		SUBTOTAL	23,94
		TOTAL	59,22

LSF+cimentícia + juntas			
ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO			
Estrutura em Light steel frame	kg	hh/kg	hh
	4,5022	0,28	1,26
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,06	1,08
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,40	7,20
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,40	7,20
		SUBTOTAL	16,74
REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA			
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,36	6,48
Pintura PVA com selador e massa corrida	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,67	12,06
		SUBTOTAL	18,54
REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA			
Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,12	2,16
Fechamento em placa cimentícia e tratamento de juntas	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,57	10,26
Pintura acrílica texturada externa com selador	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,53	9,54
		SUBTOTAL	21,96
		TOTAL	57,24

LSF+cimenticia + argamassa

ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO

Estrutura em Light steel frame	kg	hh/kg	hh
	4,5022	0,28	1,26
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,06	1,08
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,40	7,20
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,40	7,20
		SUBTOTAL	16,74

REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA

Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,36	6,48
Pintura PVA com selador e massa corrida	m ²	hh/m ²	hh
	18,0000	0,67	12,06
		SUBTOTAL	18,54

REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA

Revestimento em membrana hidrófuga	m ²	hh/m ²	hh
	18	0,12	2,16
Fechamento placa cimentícia	m ²	hh/m ²	hh
	18	0,22	3,96
Base Coat Profort	m ²	hh/m ²	hh
	18	0,28	5,04
Pintura acrílica texturada externa com selador	m ²	hh/m ²	hh
	18	0,53	9,54
		SUBTOTAL	20,70
			55,98

LSF + Siding Vinílico

ESTRUTURA E ISOLAMENTO TERMOACUSTICO

	kg	hh/kg	hh
Estrutura em Light steel frame	4,5022	0,28	1,26
Isolamento termo-acústico em lã de vidro	18,0000	0,06	1,08
Revestimento Interno em OSB para Sistema Steel Frame	18,0000	0,40	7,20
Revestimento em OSB Externo Steel Frame	18,0000	0,40	7,20
SUBTOTAL			16,74

REVESTIMENTO E PINTURA INTERNA

	m ²	hh/m ²	hh
Revestimento Interno em Dry Wall ST para Steel Frame	18,0000	0,36	6,48
Pintura PVA com selador e massa corrida	18,0000	0,67	12,06
SUBTOTAL			18,54

REVESTIMENTO E PINTURA EXTERNA

	m ²	hh/m ²	hh
Revestimento em membrana hidrófuga	18,0000	0,12	2,16
Fechamento em Siding Vinílico	18,0000	0,70	12,60
SUBTOTAL			14,76
SUBTOTAL			50,04