



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Giane Alfenas Antunes Hofmann

**TRATAMENTOS DE JUNTAS INVISÍVEIS EM PLACAS CIMENTÍCIAS NO
FECHAMENTO DE SISTEMAS *LIGHT STEEL FRAMING***

Ouro Preto, julho de 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Giane Alfenas Antunes Hofmann

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Estruturas Metálicas

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza

Ouro Preto, julho de 2015

H713t Hofmann, Giane Alfenas Antunes.
Tratamentos de juntas invisíveis em placas cimentícias no fechamento de sistemas Light Steel Framing [manuscrito] / Giane Alfenas Antunes Hofmann. - 2015.
105f.: il.: color; graf; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Engenharia Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil.
Área de Concentração: Construção Metálica.

1. Light Steel Framing. 2. Placas (Engenharia). 3. Juntas (Engenharia). 4. Patologia de construção. I. Souza, Henor Artur de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 624.014

Catálogo: www.sisbin.ufop.br

**TRATAMENTOS DE JUNTAS INVISÍVEIS EM PLACAS CIMENTÍCIAS
NO FECHAMENTO VERTICAL DE SISTEMAS LIGHT SEEL FRAMING**

AUTORA: GIANE ALFENAS ANTUNES HOFMANN

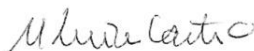
Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 03 de julho de 2015, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Henor Artur de Souza, D.Sc. – UFOP (Presidente)



Prof. Guilherme Jorge Brigolini Silva, D.Sc. – UFOP



Profa. Maria Luiza Almeida Cunha de Castro, D.Sc. – UFMG

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Ouro Preto, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pela oportunidade de aprendizado e crescimento.

Ao meu orientador, Prof. Henor Artur de Souza, pela dedicação e paciência, e por se tornar uma pessoa importante na minha vida.

A todos os professores do Mestrado em Engenharia Civil.

À Prof.^a Rovadávia Ribas, pelo carinho desde o primeiro momento.

À minha irmã Samira, ao meu cunhado Reinaldo e aos meus lindos sobrinhos, pelos almoços animadíssimos.

Aos meus pais, por tudo.

Ao meu marido e à nossa filha querida. Sempre.

Às empresas e profissionais que auxiliaram a minha pesquisa, em especial Arq. Alexandre Kokke Santiago (Construseco), Eng. Douglas Paulek (Bricka), Arq. Luciana Carvalho (Salinas), Fábio Din (USG).

A construção civil leve brasileira tem passado por uma transformação nos últimos anos. A construção industrializada, pensada para promover agilidade e economia, se estabelece no cenário da engenharia civil. O desperdício e imprevistos da prática construtiva em concreto armado dividem agora espaço com inovações como o *Light Steel Framing*, um sistema de estrutura em aço galvanizado que utiliza painéis nos fechamento internos e externos. O fechamento externo, feito inicialmente com OSB, é feito agora com placa cimentícia. É nesse fechamento que se localiza a patologia mais frequente neste sistema, as trincas. Uma das causas de trinca é o tratamento de juntas entre estas placas, que é muitas vezes ineficiente ou sofre patologias devido aos vícios de construção. Pelo fato de este tipo de fechamento ser ainda mais novo do que a utilização do *Light Steel Framing*, e por haver diversos fabricantes que recomendam formas diferentes de fazer tal tratamento, foi feito este estudo, com o objetivo de conhecer as placas mais utilizadas no mercado brasileiro, assim como seus respectivos tratamentos de juntas. Observa-se que não há no mercado nacional uma padronização no tratamento de juntas nos fechamentos em placa cimentícia e que os construtores seguem o tratamento indicado pelo fabricante da placa utilizada.

Palavras-chave: *Light Steel Framing*, fechamento em placas cimentícias, tratamento juntas, patologias.

Brazilian lightweight construction has undergone a transformation in recent years. Industrialized construction, designed to promote agility and economy, has established itself in civil engineering scenario. Waste and unforeseen constructive practice in reinforced concrete now share space with innovations such as the Light Steel Framing, a galvanized steel structure system that uses panels in internal and external closure. The external closing, initially made with OSB, is now made mainly with cement board. The most frequent pathology in this system, cracks are found in this closing element. One of the causes for crack is the treatment of joints between these boards, which are often inefficient or suffer from construction defects. Because this type of closing is newer than the use of light steel framing, and considering that various brands that recommend different ways of making such treatment was made this research was developed in order to know the boards commonly used in the Brazilian market, as well as their joints treatment. It is important to remake that there is no standardization in the national market for joints treatment on cement board closing and that builders follow the treatment recommended by the manufacturer of the boards used.

Key words: *Light Steel Framing, closing with cement boards, joints treatment, pathologies.*

Capítulo II

Figura 2.1 - Desperdício na Construção Civil

Figura 2.2- Igreja de St. Mary, em Chicago

Figura 2.3 - Esquemas de Balloon Frame e Platform Frame

Figura 2.4 - Construção em wood frame

Figura 2.5 - Construção em Light Steel Framing

Figura 2.6 - Siding vinílico

Capítulo III

Figura 3.1 - Placa cimentícia

Figura 3.2 - Painéis em GRFC

Capítulo V

Figura 5.1 - Parafuso ponta-broca

Figura 5.2 - Fachada de edifício em LSF

Figura 5.3 - Fachada com placas cimentícias aparentes

Figura 5.4 - Placas cimentícias em vãos de portas e janelas

Figura 5.5 - Paginação com placas alinhadas

Figura 5.6 - Paginação com placas defasadas

Figura 5.7 - Fachada de edifício em LSF

Capítulo VI

Figura 6.1 - Bordas de placas cimentícias Brasilit

Figura 6.3 - Tratamento de juntas Brasilit para DATec N°14

Figura 6.4 - Tratamento de juntas Brasilit para DATec N°14 (Corte)

Figura 6.5 - Contraventamento com fitas de aço

Figura 6.6 - Construção MCMV em Uberaba

Figura 6.7 - Condomínio Terravista - Trancoso - BA

Figura 6.8 - Casa em obra no Condomínio Terravista

Figura 6.9 - Casa no condomínio Terravista

Figura 6.10 - Obra da Petrobrás – COMPERJ em Itaboraí, RJ

Figura 6.11 -Obras em Urucu, AM

Figura 6.12 - Tratamento de juntas Drylevis

Figura 6.13 - UMEI - Belo Horizonte

Figura: 6.14 - Figura: 6.14 - Tratamento de junta do Aquapanel

Figura 6.15 - Construção do fechamento do Allianz Arena

Figura 6.16 - Construção do fechamento do Allianz Arena

Figura 6.17 - Allianz Arena

Figura 6.18 - Fachada com Aquapanel

Figura 6.19 - Tela de fibra de vidro ProFort Base Coat System sobre massa

Figura 6.20 - Tratamento de juntas Placlux

Figura 6.21 - Arena do Futuro

Figura 6.22 - Tratamento de juntas Bricka

Figura 6.23 - Paginação de placas com juntas de dilatação.

Figura 6.24 - Tratamento de juntas de dilatação

Figura 6.25 - Edifício da empresa Processo Industrial em Pinhais, PR

Figura 6.26 - Casa da COHAB - Curitiba, PR

Figura 6.27 - Placa USG

Figura 6.28 - Tratamento de juntas entre placas USG

Figura 6.29 - Fábrica da AMBEV em construção

Figura 6.30 - Fábrica da AMBEV em construção

Capítulo III

Tabela 3.1 : Valores mínimos de tração na flexão em MPa para cada categoria

Tabela 3.2 - Características da placa cimentícia

Capítulo VI

Tabela 6.1 - Características das placas cimentícias Brasilit

Tabela 6.3 - Obras em Itaboraí, RJ

Tabela 6.4 - Obras em Juruti, PA

Tabela 6.5 - Obras em Urucu, AM

Tabela 6.6 - Características das placas cimentícias Knauf

Tabela 6.7 - Características das placas Placlux

Tabela 6.6 - Características das placas cimentícias Knauf:

Tabela 6.7 - Características das placas Placlux:

Tabela 6.8 - Características das placas Bricka

Tabela 6.9 - Aplicações das placas Bricka

Capítulo II

Quadro 2.1 - Métodos de construção no *Light Steel Framing*

Capítulo III

Quadro 3.1 - Classes das placas cimentícias conforme a norma NBR 15498

Capítulo VI

Quadro 6.1 - Tratamento de juntas Brasilit para DATec N°14

Quadro 6.2 - Tratamento de juntas Drylevis

Quadro 6.3 - Características do Sistema Aquapanel

Quadro 6.3 - Características do Sistema Aquapanel

Quadro 6.4 - Componentes do sistema Aquapanel (KNAUF, 2012):

Quadro 6.5 - Instalação do sistema de placa cimentícia ProFort ds

Quadro 6.6 - Tratamento de juntas Bricka

Quadro 6.7 - Tratamento de juntas USG

Capítulo VII

Quadro 7.1 - Comparativo entre processos de fabricação, peso e borda entre as placas cimentícias estudadas neste trabalho.

Quadro 7.2 - Componentes de cada tratamento de junta de placas cimentícias

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OSB - Oriented Strand Board

PVC - Policloreto de Vinila

VUP - Vida Útil de Projeto

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço

LSF - Light Steel Framing

AR - Álcali Resistente

SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

DATEC - Documento Técnico de Avaliação

EIFS - Exterior Insulation and Finish System

IFBQ - Instituto Falcão Bauer de Qualidade

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

NBR - Norma Brasileira

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANSI - American National Standards Institute

USIMINAS - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais

RTA - Relatório Técnico de Avaliação

ITA - Instituições Técnicas Avaliadoras

UBS - Unidades Básicas de Saúde

CT - Comitê Técnico

CN - Comissão Nacional

ITA - Instituição Técnica Autorizada

MCMV - Minha Casa Minha Vida

PBH - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

UMEI - Unidade Municipal de Educação Infantil

PPP - Parceria Público-Privada

ASTM - American Society for Testing and Materials

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Contextualização do trabalho.....	16
1.2	Objetivo.....	20
1.3	Motivação.....	20
1.4	Metodologia.....	21
1.5	Estrutura do trabalho.....	23
2.	CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA NO BRASIL.....	24
2.1	Inovações na construção civil.....	24
2.2	Sistema Light Steel Framing.....	25
3.	PLACA CIMENTÍCIA.....	33
3.1	Composição e características das placas cimentícias.....	33
4.	SISTEMAS INOVADORES.....	40
4.1	DATEc 14 - Sistema Construtivo a seco Saint-Gobain - <i>Light Steel Frame</i>	43
5.	TRATAMENTO DE JUNTAS EM PLACAS CIMENTÍCIAS.....	54
5.1	Placas cimentícias no fechamento externo.....	54
5.1.1	Juntas entre placas cimentícias.....	49
5.1.2	Paginação das placas cimentícias.....	51
5.1.3	Contraventamento.....	52
6.	TRATAMENTOS DE JUNTAS NO MERCADO BRASILEIRO.....	51
6.1	Brasilit-Tratamento de juntas segundo recomendações do DATEc Nº 014	51
6.2	Drylevis - Tratamento de juntas.....	60
6.3	Knauf - Sistema de fachada Aquapanel e tratamento de juntas.....	66
6.3.1	Exemplos de construções utilizando chapas Knauf Aquapanel.....	73
6.4	Placlux - Placas e tratamento.....	76
6.4.1	Exemplos de construções utilizando placas Placlux.....	80
6.5	Bricka - Placas e tratamento.....	81
6.5.1	Exemplos de construção utilizando placas Bricka.....	85
6.6	USG DUROCK NEX Gen.....	86
6.6.1	Exemplos de construções usando placas USG.....	88
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
7.1	Diagnóstico das placas cimentícias no Brasil.....	89

7.2	Conclusões.....	93
7.3	Sugestões para pesquisas futuras.....	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
	ANEXO A.....	104

1.1 Contextualização do trabalho

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país. O setor passou por um significativo crescimento nos últimos anos. Embora seja de grande importância para a economia nacional, absorvendo um contingente considerável de mão-de-obra, este segmento ainda atua, de maneira geral, com práticas construtivas básicas, incorrendo em desperdício, altos custos e lentidão no processo. Ressalta-se aqui que todas as referências ao termo construção civil neste trabalho referem-se ao setor de edificações.

A maneira como a construção civil nacional é feita não se repete nos países desenvolvidos, incluindo os materiais e as técnicas construtivas. O uso do aço como estrutura prevalece há muito tempo nestes países. Aqui, o uso do concreto armado *in loco* é usado na quase totalidade das edificações para fins residenciais, uni ou multifamiliares (VIVAN, 2011). E seu uso também prevalece nas edificações para fins comerciais e institucionais.

Tal como praticada atualmente, a construção civil incorre em grande desperdício de material e recursos naturais. Sua produção é focada em processos predominantemente convencionais, onde a baixa produtividade e o enorme desperdício se tornaram tão marcantes, que qualquer leigo pode pensar que essa é uma característica intrínseca da construção civil (SANTIAGO, 2008). Segundo John e Agopyan (2005), a massa de resíduos de construção gerada nas cidades é igual ou maior que a massa de resíduo domiciliar. Os resíduos da construção civil correspondem a 500 kg/hab. ano. Este resíduo é gerado em vários momentos do ciclo de vida das construções: na fase de construção (canteiro), na fase de manutenção e reformas, e na demolição de edifícios.

Em uma sociedade sustentável, essas práticas são inviáveis. A inovação é o grande desafio para a construção civil. Schumpeter (SCHUMPETER, 1984) diz que o elemento motriz da evolução do capitalismo é a inovação, seja ela em forma de introdução de novos bens ou técnicas de produção ou de ofertas de novas matérias primas. Ao implementar essas novas combinações, inserindo as inovações no sistema produtivo, o indivíduo inova, podendo esse ser ele o inventor ou não de tais inovações. Portanto, o

que faz com que uma empresa alcance essas vantagens são as práticas de inovação e/ou imitação tecnológica. Assim, as empresas estão em constante busca por inovações, para garantir a obtenção de lucros e dessa forma propagam a difusão da inovação tecnológica.

No âmbito da inovação/imitação tecnológica, Schumpeter (1984) redefine o papel das empresas no processo de crescimento econômico, diferentemente da teoria neoclássica, que considera a firma como um agente passivo diante das mudanças estruturais da economia. Estabelece a empresa como o local da atividade inovadora, e portanto com papel ativo no progresso tecnológico. Outro legado deste autor é a interpretação para os ciclos econômicos a partir da concorrência empresarial. A fase de prosperidade é instigada por intensas atividades de inovação e disseminação tecnológicas. A fase de depressão acontece porque várias empresas não conseguiram se adaptar às transformações que ocorreram, não transformando sua tecnologia.

Segundo Schumpeter (1984), o período de depressão econômica acontece não como um acaso, mas como uma situação que surgirá necessariamente após o “boom”: um período onde as antigas formas de produção são substituídas pelas empresas inovadoras e também por novas empresas capazes de iniciar suas atividades já inseridas em um novo estágio tecnológico. Esse movimento dos ciclos econômicos, determinado pela ascensão de um conjunto de firmas capazes de inovar, e pela falência de outras que continuam obsoletas, foi chamado por Schumpeter de “destruição criadora”, o processo de mudanças tecnológicas que revoluciona a estrutura econômica, criando elementos novos e destruindo o antigo (VIEIRA, 2010).

A partir dos anos 1970, os chamados economistas neo-schumpeterianos (Dosi, Freeman, Rosemberg e outros) difundiram largamente o uso de analogias biológicas para o entendimento do caráter evolutivo do desenvolvimento capitalista e, especialmente, do processo de mudança tecnológica. Esta analogia apoia-se, basicamente, na teoria da evolução biológica. Essa clara referência darwiniana passou a ser usada pelos neo-schumpeterianos, cujo termo "a sobrevivência dos mais adaptados" se aplicaria também ao mundo empresarial. Essa seleção não se define apenas por preço ou inovação. Há múltiplos ambientes seletivos caracterizados por elementos que exercem diferentes forças seletivas que não se resumem ao mercado. Segundo Nelson e Winter (2005), a decisão de desenvolver uma inovação depende de características do ambiente seletivo,

por conseguinte, recebe influência da mudança tecnológica. Acontece assim uma evolução conjunta entre o ambiente seletivo e a mudança tecnológica. A sustentabilidade tende a se tornar uma forte unidade de seleção darwiniana no processo de seleção natural entre sistemas tecnológicos.

Novas técnicas construtivas e novos materiais tem sido utilizados no Brasil nos últimos anos objetivando resolver questões inerentes à construção civil: desperdício, amadorismo, atrasos. Entretanto, tudo que é novo passa por um período de adaptação e, nesta fase, surgem muitas dúvidas sobre a eficiência ou não do que está sendo implantado. Eventualmente, há a constatação de alguns problemas que podem ser recorrentes, sendo o grau de incidência e a profundidade dos efeitos destas intercorrências os fatores indicativos sobre a viabilidade de persistir ou interromper o uso desses novos elementos.

O *LSF* é um desses sistemas construtivos. Ele chegou ao Brasil na década de 1990, embora seja usado há mais de 40 anos em outros países (CRASTO, 2005). Este sistema consiste em perfis de aço galvanizado que fazem o papel de esqueleto, tendo uma função estrutural. Para fechar esta estrutura são usadas chapas planas. Estas chapas podem ser de diversos materiais, podendo em uma mesma construção haver mais de um tipo de chapa.

No Brasil, o fechamento interno é feito, principalmente, com chapas de gesso, também conhecidas por *drywall*. Este fechamento é usado nas paredes de áreas secas.

No fechamento externo são usadas placas cimentícias e/ou de OSB (*oriented strand board* ou chapa de fibra orientada), fixadas diretamente nos perfis estruturais com parafusos. No fechamento externo, embora quase em desuso, também pode ser utilizado o OSB em uso combinado com os *sidings* vinílicos (sistema de revestimento composto por painéis de Policloreto de Vinila - PVC) (CAMPOS, 2010). Em áreas que terão contato com água, como áreas internas de box de banheiro, devem ser usadas placas cimentícias.

O *LSF* tem sido reconhecido como um sistema ecologicamente mais eficiente (CAMPOS, 2010), uma vez que é considerado um sistema de construção a seco (pelo não uso de água no canteiro de obra). Também é considerado ecológico por não haver desperdício de materiais, pois devido às suas características construtivas e necessidade

de grande planejamento, permite o cálculo com precisão do que será efetivamente utilizado na construção (SANTIAGO, 2008).

Ao analisar algumas edificações em estruturas metálicas, os problemas mais frequentes são observados nos fechamentos e revestimentos em geral. Estes problemas muitas vezes estão ligados à falha ou à falta de detalhamento do projeto. Existem também, em construções mais antigas, problemas causados pelo uso de tecnologia importada de outros países, sem adaptação às condições próprias do Brasil (CAMPOS, 2010).

As trincas em placas cimentícias são o maior e mais comum problema observado no sistema *LSF* (CBCA, 2014). Esta patologia pode causar a falta de estanqueidade das paredes, provocando, em última análise, corrosão dos perfis de aço. A parte estética também fica comprometida. E como se pretende divulgar cada vez mais o uso do *LSF*, este problema visível a olho nu pelo leigo promove a sua rejeição, a despeito das patologias que também ocorrem nas construções em alvenaria, a construção tradicional do Brasil. Fabricantes e construtoras tem testado e executado soluções diferentes, com maior ou menor custo financeiro, visando o não surgimento deste problema.

As condições de habitabilidade e durabilidade atendidas pelo fechamento de uma edificação estão relacionadas com as suas características de desempenho. O desempenho de uma edificação ou de suas partes pode ser caracterizado como uma relação entre seu comportamento quando em uso e operação frente às condições de exposição ao clima e o comportamento esperado por seus usuários, levando em consideração as necessidades humanas em relação ao uso da edificação.

A norma nacional de desempenho, a norma NBR 15575 (ABNT, 2013), diz que cada um dos sistemas que compõem um imóvel (estrutura, pisos, fechamentos, coberturas e instalações) devem proporcionar níveis de segurança, conforto e resistência. Segundo o texto "normas de desempenho são estabelecidas buscando atender às exigências dos usuários que, no caso desta Norma, referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado." Diz ainda que o foco desta norma está no comportamento em uso do edifício e seus sistemas e não na prescrição de como os sistemas são construídos. Assume que assim pretende incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico, ao mesmo tempo que orienta a avaliação da eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas.

Esta norma estabelece a Vida Útil de Projeto (VUP) para o sistema de fechamentos verticais externos de, no mínimo, quarenta anos. Os critérios de desempenho de fechamento de uma edificação devem seguir o recomendado na parte 4 da norma NBR 15575 (ABNT, 2013):

- Estabilidade e resistência, não apresentando deslocamentos, empenamentos, trincas e descolamentos dos componentes deste sistema;
- Resistência a fechamento brusco de portas e janelas, não permitindo alterações visuais e técnicas nos elementos componentes do fechamento;
- Possibilitar o controle da entrada de luz em determinados ambientes internos;
- Estanqueidade à água evitando prejuízos materiais e proliferação de fungos e doenças respiratórias;
- Resistência ao calor e choque térmico;
- Propiciar isolamento acústico entre ambientes externo e interno;
- Permitir adequada ventilação dos ambientes internos oferecendo propriedades térmicas;
- Manter características estéticas e funcionais dos materiais, mesmo após tempo de uso, desde que feitas as manutenções especificadas por fabricantes e construtores.

1.2 Objetivo

Estudar os diversos tratamentos que tem sido usados no Brasil no fechamento externo com placas cimentícias, para evitar o acometimento de trincas.

1.3 Motivação

Com a chegada ao mercado brasileiro de novos materiais e novas técnicas construtivas, o campo para a construção civil se inova e se amplia. Estas mudanças modernizam as práticas no canteiro de obra, com menos desperdícios e mais objetividade, tornando a atividade mais dinâmica e com resultados muito mais satisfatórios para todos os envolvidos: a mão-de-obra que se qualifica, engenheiros e arquitetos passam a trabalhar com a certeza da produtividade e o cliente ganha em economia e tempo. O Brasil conta

hoje com infra-estrutura capaz de prover todos os insumos necessários para a construção com o sistema LSF. Porém, da mesma maneira que acontece com as construções em aço, de modo geral, há pouco conhecimento técnico por parte dos profissionais envolvidos na construção civil (SANTIAGO, 2008).

Existem no mercado muitos fabricantes de placas cimentícias, alguns iniciantes, outras estabelecidos e de porte. Porém, as placas cimentícias escolhidas como objeto de estudo foram apenas as mais citadas entre grandes construtores.

Embora a norma NBR 15498 (ABNT, 2007) tenha sido substituída pela norma NBR 15498 (ABNT, 2014), todas as placas brasileiras no mercado foram fabricadas seguindo a primeira norma, de modo que todas as avaliações e citações neste estudo consideraram a norma NBR 15498 (ABNT, 2007).

1.4 Metodologia

O desenvolvimento do estudo engloba as seguintes etapas:

- (a) Levantamento bibliográfico sobre o panorama da construção civil atual no Brasil, sistemas inovadores com foco no sistema de construção em *Light Steel Framing* (LSF) e ênfase no fechamento externo deste com placas cimentícias, incluindo também novos materiais e técnicas de construção já em uso, mesmo que alguns ainda não sejam normalizados.
- (b) Levantamento das soluções aplicadas nas juntas de placas cimentícias no fechamento externo de edificações em LSF. As placas cimentícias possuem características diversas e os tratamentos das juntas das placas estudadas diferem entre si, assim como os materiais recomendados para estes tratamentos.
- (c) Pesquisa de campo exploratória para definição das empresas e fabricantes mais relevantes no mercado da construção civil atual.

Nesta pesquisa de campo busca-se compreender quais produtos têm maior aceitação no mercado. Este critério objetiva conhecer o que já foi selecionado na prática e não apenas a busca por produtos de fabricantes de renome.

A partida para a pesquisa sobre as empresas foi feita por meio de citações em trabalhos acadêmicos e científicos sobre o LSF, trabalhos estes desenvolvidos dentro da Universidade Federal de Ouro Preto e que se tornaram referência no campo de estudo do LSF, como o manual do CBCA, Steel Framing: Arquitetura.

As entrevistas com profissionais destas primeiras empresas ofereceram subsídios para uma maior compreensão sobre o mercado de construção em LSF no Brasil e sobre as maiores construtoras que compõem este mercado. A partir desta listagem, foram feitas entrevistas não estruturadas com profissionais (engenheiros e arquitetos) de todas estas construtoras e com representantes das indústrias que fornecem placas cimentícias para as citadas construtoras. Estas entrevistas foram presenciais ou por telefone, e abrangeram as seguintes empresas:

- Construtora Sequência (SP): usam qualquer placa, mas o tratamento é da Drylevis
- Grupo Flasan/Construseco (MG): placas Knauf
- Casa Micura (SP): placas USG
- Salinas (DF): placas Plaflux
- CS House (PR): placas Plaflux
- Construtora Elofer (PR): placas Bricka
- Lima Steel (MG): placas Plaflux
- Procalco (MG): placas Brasilit
- W Patrial (RJ): placas Plaflux
- IDEA (SP): placas USG

Apenas estas marcas de placas foram citadas, embora existam outras, incluindo a Eternit, que não foi apontada por nenhuma construtora.

(d) Visitas a algumas das edificações citadas pelas construtoras, já construídas ou em obras, verificando as soluções, técnicas e materiais utilizados e diagnóstico destas.

1.5 Estrutura do trabalho

Procurando cumprir os objetivos propostos, este trabalho se divide em mais sete capítulos, além deste primeiro introdutório. Neste primeiro capítulo são feitas algumas considerações sobre o panorama da construção civil atual no Brasil e sobre o LSF. Aqui são apresentados ainda o objetivo, a motivação e a metodologia.

No Capítulo 2 é dedicado ao LSF: a importância da inovação na construção civil, a história e características deste sistema.

O Capítulo 3 é sobre placas cimentícias, sua composição e características. Apresenta a norma NBR 15498 (ABNT, 2007), cujos critérios estabelecem o desempenho das placas cimentícias brasileiras.

O Capítulo 4 é sobre sistemas inovadores: novos materiais e técnicas construtivas ainda sem normalização específica, mas que já estão em uso na construção civil brasileira. Apresenta resoluções do governo para dinamizar a prática de tais sistemas.

O capítulo 5 é sobre juntas em placas cimentícias e tratamentos. E também sobre possíveis agentes causadores de trincas em fechamentos em LSF..

O capítulo 6 é sobre as principais placas cimentícias no mercado brasileiro e seus respectivos tratamentos de junta. Também apresenta obras de construtoras que utilizam estas placas.

No capítulo 7 faz-se uma avaliação sobre os tratamentos de juntas em placas cimentícias estudadas e também uma avaliação sobre a disseminação do LSF no Brasil, além de sugestões de possíveis trabalhos partindo do assunto aqui iniciado. As referências bibliográficas estão relacionadas na sequência.

O Anexo I apresenta-se material gráfico demonstrando a difusão do LSF no mercado consumidor brasileiro.

2.CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA NO BRASIL

2.1 Inovações na construção civil

O Brasil vem experimentando uma crescente demanda habitacional, fruto do desenvolvimento econômico do país e de políticas habitacionais do governo. Essa crescente demanda causa sérios impactos ao meio ambiente, consequência dos recursos naturais extraídos, de emissões associadas à produção de insumos, consumo energético na produção de materiais de construção e no canteiro de obras, além de crescente produção de resíduos da construção. Este resíduo é gerado em vários momentos do ciclo de vida das construções: na fase de construção (canteiro), na fase de manutenção e reformas e na demolição de edifícios (Figura 2.1). Quase 75% de todos os recursos extraídos do planeta são destinados à construção civil (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

O setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável, pois é apontado como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. A cadeia produtiva da Construção Civil é responsável pela transformação do ambiente natural no ambiente construído, que precisa ser permanentemente atualizado e mantido. A demanda dos países em desenvolvimento por um ambiente construído maior e de melhor qualidade – condição para uma sociedade justa – exigirá um enfático crescimento do setor: espera-se que a indústria de materiais de construção cresça duas vezes e meia entre 2010 e 2050 em nível mundial, sendo que nos países em desenvolvimento (exceto China e Índia) será de 3,2 vezes. No Brasil, a expectativa é que o setor da construção dobre de tamanho até o ano 2022 (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Novas tecnologias que minimizem o impacto ambiental são cada vez mais pesquisadas e colocadas em prática. A isso, alia-se também a racionalização de tempo e emprego de mão-de-obra qualificada, resultando em menos desperdício e maiores ganhos produtivos. Construir impactando o meio ambiente o menos possível é um desafio nesse século e, sendo assim, a industrialização da construção civil é um princípio que deve ser considerado desde a concepção do projeto arquitetônico, gerando por meio de modernas

tecnologias em pré-fabricação de materiais, a configuração do canteiro de obras para uma linha de montagem (CASTRO, 2014).



Figura 2.1- Desperdício na Construção Civil

Fonte: GUIMARÃES, 2011

Para se atingir a sustentabilidade da construção é imprescindível a incorporação da inovação pela Construção Civil, com mudanças em todas as suas atividades. A definição mais simples que se tem para inovação é a do conhecimento novo colocado em prática, isto é, o conhecimento aplicado e adotado pelos setores produtivos (AGOPYAN; JOHN, 2011). Essa premissa encontra fundamento no uso de novas tecnologias e materiais na construção civil, tal como o LSF.

2.2 Sistema *Light Steel Framing*

O LSF chegou ao Brasil no final da década de 1990, inicialmente em kits pré-fabricados importados dos Estados Unidos. Este sistema em aço tem origem no sistema "frame" em madeira, que desde o início do século XIX, já é usado naquele país. O sistema "frame" com madeira em sua estrutura, o *wood frame*, foi usado pela primeira vez em 1833 na Igreja de St. Mary, em Chicago, (Figura 2.2) sendo George Washington Snow considerado um dos inventores deste sistema (KIRBY et al., 1990).

O *wood frame* é formado por numerosas tiras finas de madeira, colocadas a distâncias modulares e unidas por pregos. Esta estrutura permite aproveitar o trabalho industrial da madeira, em dimensões unificadas. A disposição das peças de madeira não obedece uma hierarquia tradicional dos elementos principais e secundários ligados por meio de engenhosos encaixes, que exigia mão de obra muita qualificada na construção em prática até então. Sendo assim, o método expandiu-se rapidamente pelo país, pois eram requeridas apenas habilidades elementares para fixar, por pregação, peças leves de madeira de dimensões padronizadas.

Nos Estados Unidos, esta padronização industrial do fornecimento da madeira e a não necessidade de mão de obra especializada fazem do *wood frame* uma construção de baixo custo e à qual qualquer pessoa pode ter acesso, pois qualquer um pode construir sua própria casa. Os princípios desse sistema estão contidos, embrionariamente, na carpintaria dos edifícios coloniais; a invenção de Snow é uma aplicação típica do conceito americano do *standard* na arquitetura (BENÉVOLO, 1998).



Figura 2.2 - Igreja de St. Mary, em Chicago
Fonte: ENCYCLOPEDIA OF CHICAGO, 2004

A técnica inicial de construção do *wood frame* era o de *balloon frame* (Figura 2.3): as tiras de madeiras verticais possuíam altura igual à altura total do edifício, ou seja, os montantes de madeira eram contínuos, desde a base até a cobertura. Posteriormente,

essa técnica foi modificada, transformando-se no *platform frame* (Figura 2.3): os montantes tem a dimensão (altura) de cada pavimento e os barrotes de piso são montados independentemente das paredes, criando uma plataforma a cada nível de piso, onde são montadas as paredes e as divisões.



Figura 2.3 - Esquemas de Balloon Frame e Platform Frame

Fonte: TYPES OF FRAMING CONSTRUCTION, 2013

O LSF substitui a madeira por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado e demais componentes. Basicamente, a estrutura em Steel Framing é composta de paredes, pisos e cobertura. Juntos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura.

As paredes que constituem a estrutura são denominadas de painéis estruturais ou autoportantes e são compostos por grande quantidade de perfis galvanizados muito leves denominados montantes, que são separados entre si em módulos. A modulação otimiza custos e mão-de-obra na medida que se padronizam os componentes estruturais, os componentes de fechamento e de revestimento. Os painéis tem a função de distribuir

uniformemente as cargas e encaminhá-las até o solo. O fechamento desses painéis pode ser feito por vários materiais, mas, atualmente, as placas cimentícias são o material mais utilizado no fechamento externo e o gesso acartonado no fechamento interno.

Os pisos, partindo do mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados, dispostos na horizontal e obedecem a mesma modulação dos montantes. Esses perfis compõem as vigas de piso, servindo de estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície do contrapiso (CRASTO, 2005).

Assim, podemos definir os fundamentos do sistema LSF como:

- Estrutura “painelizada”.
- Modulação – tanto dos elementos estruturais, como dos demais componentes de fechamento e de revestimento, etc.
- Estrutura alinhada (in-line framing).



Figura 2.4 - Construção em wood frame

Fonte: QEZEI, 2015



Figura 2.5 - Construção em light steel framing

Fonte: TUTI, 2015

No LSF há, basicamente, três métodos de construção (CBCA, 2012), conforme apresentado no quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Métodos de construção no LSF

MÉTODO	DESCRIÇÃO
Método Stick	Neste método, os perfis metálicos são cortados no canteiro de obras e os painéis e demais componentes da estrutura (contraventamento, telhado, tesoura, etc) são montados no local. Os perfis podem vir já perfurados para a passagem de instalações elétricas e hidráulicas. Esta técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não seja viável
Método por painéis	Painéis estruturais ou não estruturais e demais elementos (contraventamentos, lajes e tesouras de telhado) podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local. Alguns materiais de fechamento também podem ser instalados ainda na fábrica. Os painéis e subsistemas são conectados no local usando as técnicas convencionais (parafusos auto-brocantes e auto-atarraxastes).
Construção Modular	São construções completamente pré-fabricadas, podendo ser entregues prontas na obra, em forma de módulos, já com instalações sanitárias, elétricas e hidráulicas, bancadas, revestimento, etc.

Fonte: SANTIAGO, 2008.

Os métodos de construção dos tipos "Stick" e "por painéis" podem ser montados na forma *balloon* ou *platform*. Na construção *balloon* a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis são geralmente muito grandes e vão além de um pavimento. Na construção *platform*, pisos e paredes são construídos sequencialmente com um pavimento a cada vez e os painéis não são estruturalmente contínuos. Esta última forma de construção é a mais empregada.

As paredes que constituem a estrutura são chamadas de painéis estruturais ou autoportantes e são compostos por perfis muito leves, denominados montantes, que distam entre si em uma modulação de 400mm ou 600mm (CRASSTO, 2005). As paredes internas das áreas secas de uma construção em *steel frame* são revestidas com gesso

acartonado. Entre as chapas e por entre os montantes é colocada lã de vidro que garante o desempenho termo-acústico.

No início da utilização do sistema LSF no Brasil, o fechamento externo era feito quase exclusivamente com painéis OSB, que são painéis estruturais formados por tiras de madeira, usualmente pínus e algumas vezes eucalipto (Okino et al, 2008), orientadas em três camadas perpendiculares, o que aumenta sua rigidez e resistência mecânica. Essas tiras de madeira são unidas com resinas e prensadas sob alta temperatura.

Entre as vantagens dos painéis OSB estão a alta resistência ao arranque de parafusos e pregos, assim como características físico-mecânica atuando no contraventamento da estrutura. Esses painéis têm alta estabilidade dimensional e resistência a impactos. Eles não possuem espaços vazios em seu interior nem problemas de laminação e apresentam qualidade consistente e uniforme, além de espessura calibrada. Por serem placas muito leves, são fáceis de instalar e de transportar. Sua fixação é feita por parafusos auto-atarraxastes, e a instalação em áreas externas e internas deve prever juntas de dilatação de aproximadamente 3mm entre as placas. Se utilizadas em áreas em contato com chuva, deve-se aplicar uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade revestindo toda a área externa da placa. Para evitar exposição a chuva, a aplicação da membrana deve ser feita logo após a fixação da placa OSB (CRASTO, 2005). A desvantagem do painel OSB é que ele não é o acabamento final da edificação. Ele é um substrato para a instalação de *siding*, argamassa ou EIFS; estes sim, receberão o acabamento final.

O *siding* é um revestimento de fachada composto de placas paralelas instalado sobre substrato de OSB (com espessura de 12 mm), sendo o *siding* vinílico (fabricado em PVC) (Figura 2.4) o mais utilizado com LSF, devido à sua boa trabalhabilidade e concepção mais industrializada (SANTIAGO, 2008).



(a)



(b)

Figura 2.6 - Siding vinílico

FONTE: (a) TÉCHNE, 2013; (b) PRECISÃO DRYWALL, 2014

O revestimento em argamassa é aplicado sobre tela de fios de aço zincado expandida ou tela plástica resistente à alcalinidade, fixada ao OSB. Para garantir a aderência da argamassa, a tela deve estar disposta em duas camadas e fixada com grampos sobre a superfície do OSB (espessura 15 mm) impermeabilizada com a membrana de polietileno. A argamassa deve ser de traço forte e aplicada uniformemente, não deixando a tela exposta (SANTIAGO, 2008).

O EIFS, sigla em inglês para *Sistema de Isolamento e Acabamento Externo* é uma alternativa de acabamento para LSF que possui aparência final semelhante aos sistemas construtivos tradicionais e com baixa ocorrência de patologias. Consiste em um sistema

multicamada composto por um substrato de sustentação, isolamento térmico e revestimento especial (argamassa polimérica), podendo conter ainda tela de fibra de vidro para melhorar a resistência e durabilidade do material (SANTIAGO, 2008).

Além do painel OSB para o fechamento externo, há também as placas cimentícias. Elas não tem função estrutural e sua resistência é apenas à flexão, mas não à tração. Segundo Santiago (2015), a solução para fechamento externo no LSF mais comum, atualmente, é a placa cimentícia, pois é um sistema mais prático, já que está pronta para receber a pintura. O OSB necessita de um outro sistema para receber a impermeabilização e o acabamento, como o EIFS ou o *siding* vinílico, e por isso acaba ficando mais caro.

3.PLACA CIMENTÍCIA

3.1 Composição e características das placas cimentícias

Cimento é o nome dado a materiais constituídos principalmente de silicatos e aluminatos, que possuem propriedade ligante, usados com pedra, areia, etc. (OLIVEIRA, 2010). Dentre suas propriedades, destacam-se endurecer mesmo dentro da água e de forma rápida, além de pequena velocidade de despreendimento de calor ou resistência aos sulfatos. (NEVILLE, 1997)

A classificação do cimento é feita a partir destas características, podendo ser natural, Portland ou aluminoso. A placa cimentícia é fabricada com o cimento Portland. Este cimento é feito de calcário e a argila moídos finamente, sendo uma mistura contendo aproximadamente 1 parte de argila para 4 partes de calcário. Em seguida, a mistura é cozida até a temperatura de 1450°C, obtendo-se um material granulado chamado clínquer portland. O clínquer é então moído com uma pequena porção de gesso (aproximadamente 5%), sendo o pó fino resultante, de cor cinza, o Cimento Portland (ABCP, 2009). Compósitos cimentícios são geralmente caracterizados como quebradiços, com baixa resistência à tração e também à capacidade de deformação. Para que possam ter resistência, tenacidade, ductibilidade e durabilidade, os compósitos cimentícios são reforçados com fibras, passando a serem denominados fibrocimento (KUDER; SHAN, 2010).

O processo original da fabricação do fibrocimento foi desenvolvido pelo austríaco Ludwig Hatschek no final do século 19, baseado na indústria do papel, sendo atribuído a este processo o nome do seu inventor. Desde então, o processo Hatschek vem cada vez mais sendo aperfeiçoado, visando aumento da produtividade e de desempenho, sem, contudo, alterar o princípio básico: filtração de uma suspensão diluída de cimento e fibras por uma peneira rotativa. As finas camadas obtidas pela filtração são transferidas e acumuladas por uma prensa cilíndrica, até a espessura desejada. As folhas são então cortadas e moldadas em chapas lisas ou onduladas. Atualmente, cerca de 85% dos produtos de fibrocimento vendidos no mundo são produzidos pelo processo Hatschek (IKAI et al., 2010).

Por definição, toda chapa delgada que contém cimento na composição é chamada de cimentícia. Segundo a norma NBR 15498 (ABNT, 2007), a placa cimentícia é um produto resultante da mistura de cimento Portland, agregados, adições ou aditivos com reforço de fibras, fios, filamentos ou telas, com exceção de fibras de amianto (Figura 3.1). Os componentes cimentícios apresentam comportamento frágil e baixa capacidade de suporte de tensões de tração. As fibras incorporadas têm a função de permitir alguma resistência à tração na placa. Embora, por normalização, todas as chapas que contenham fibras junto à mistura de cimento portland e agregados sejam consideradas placas cimentícias, essa diferença na composição com fios, filamentos ou telas imprimem diferenças fundamentais entre as chapas ao se considerar a composição das fibras adicionadas, que podem ser plásticas, de vidro ou celulósicas (TÉCHNE, 2003).



Figura 3.1 - Placa cimentícia

Fonte: DECORLIT, 2013

Há três tipos de placas cimentícias:

- Com cimento Portland, agregados leves, reforçados com telas de fibra de vidro.
- com Cimento Reforçado com Fios Sintéticos (CRFS).
- com Concreto Reforçado com Fibras de Vidro ou Glass Fiber Reinforced Concrete (GRFC).

Os dois primeiros tipos de placas são usadas no sistema LSF. As placas GRFC são constituídas de cimento, areia silicosa, água, aditivos e fibra de vidro álcali-

resistentes. Estas placas podem ser moldadas para diversos usos. No fechamento externo é usado um painel, constituído por duas lâminas de GFRC, com 10 mm de espessura e ligadas entre si por uma manta de fibra de lã de vidro. Estes painéis compõem usualmente um sistema de fachadas prontas e não são usados como fechamento no LSF.(Figura 3.2)



Figura 3.2 - Painéis em GRFC

Fonte: METÁLICA, 2013.

A argamassa de cimento tem boa resistência à compressão, embora seja um material frágil com muito baixa resistência à tração e ductilidade. As fibras de vidro melhoram as propriedades mecânicas da argamassa de cimento, melhorando a sua tenacidade, flexão e resistência à tração, sem diminuir a sua resistência à compressão (ENFEDAQUE et al., 2011). O fabricante deve assegurar, preferencialmente por meio de ensaios, que utiliza fibras especiais, resistentes à alcalinidade do meio. Caso contrário, a durabilidade do produto pode ser comprometida.

A Austrália, durante a década de 1940, foi o primeiro país a utilizar celulose na composição de fibrocimento e durante a Segunda Guerra e no período pós guerra esta alternativa foi intensificada devido à escassez de amianto. Este país foi também o

primeiro a ter produtos de fibrocimento livres de amianto (1981) e a partir de 1987 todos os produtos de fibrocimentos não continham mais amianto (COUTTS, 2005).

No Brasil, a proibição de uso de amianto abrange apenas as variedades minerais pertencentes ao grupo dos anfibólios, tais como actinolita, amosita (asbesto marrom), antofilita, crocidolita (amianto azul) e da tremolita, segundo a lei federal 9.055 de 1º de junho de 1995 (PLANALTO, 1995). A utilização do amianto derivado da crisotila, embora proibido em vários países, ainda é permitida no Brasil, conforme decreto nº 2.350, de 15 de outubro de 1997 (PLANALTO, 1997).

A norma NBR 15498 (ABNT, 2007) classifica as placas nas classes A e B (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Classes das placas cimentícias conforme a norma NBR 15498

Classe	Utilização
A	Indicadas para aplicações externas sujeitas à ação direta de sol, chuva, calor e umidade. Podem ser fornecidas com ou sem revestimento. Elas devem atender aos seguintes requisitos de ensaio: resistência à tração na flexão, permeabilidade, envelhecimento acelerado por imersão em água quente, envelhecimento acelerado por imersão/secagem, comportamento sob a ação do fogo e variação dimensional por imersão e secagem.
B	Indicadas para aplicações internas e aplicações externas não sujeitas a ação direta de sol, chuva, calor e umidade. As placas são classificadas em cinco categorias de acordo com sua resistência à tração na flexão. Segundo a norma, o fabricante deve indicar a classe e a categoria a que pertencem os produtos correspondentes. As placas da classe B são sujeitas aos seguintes requisitos: resistência à tração na flexão, comportamento sob a ação do fogo e variação dimensional por imersão e secagem.

Fonte: NBR 15498 (ABNT, 2007)

A norma informa que se placas da classe B forem usadas em aplicações externas, expostas diretamente às intempéries, mas estiverem protegidas (por exemplo, com

revestimento ou impregnação), a resistência à intempérie pode ser determinada pela qualidade da proteção. Porém, ressalta que a especificação dessa proteção e respectivos métodos de ensaio estão fora da abrangência desta Norma.

As placas são classificadas em quatro categorias, de acordo com sua resistência à tração na flexão (Tabela 3.1). O fabricante deve indicar a classe e a categoria a que pertencem os produtos correspondentes e também as resistências médias à tração na flexão de cada uma das direções principais da placa.

Tabela 3.1: Valores mínimos de tração na flexão em MPa para cada categoria

CATEGORIA	PLACA A	PLACA B
1	-	4
2	4	7
3	7	10
4	13	16

Fonte: NBR 15498(ABNT, 2007)

A resistência mecânica, após ciclos de imersão em água e secagem (envelhecimento acelerado), não pode ser inferior a 70% da resistência de referência, conforme critério da norma NBR 15498 (ABNT, 2007). Após ensaio de resistência à água quente, a resistência mecânica também não pode ser inferior a 70% da resistência de referência.

A variação dimensional em função de gradientes higrotérmicos, considerado o tratamento empregado nas juntas, não pode permitir a ocorrência de falhas, como trincas, destacamentos e descolamentos, conforme critério definido para a resistência à ação de calor e choque térmico em trechos de paredes, previsto na Diretriz SINAT 003.

As placas cimentícias possuem constituição permeável ao vapor de água e relativa estanqueidade à água no estado líquido. Entretanto, a permeabilidade à água deve ser baixa, ou seja, as chapas cimentícias quando ensaiadas podem apresentar traços de umidade nas faces inferiores, porém sem surgimento de gotas de água, conforme critério da NBR 15498 (ABNT, 2007). As diferentes tecnologias de produção afetam as propriedades e desempenho das placas.

Um dos aspectos que marcam estas diferenças é a capacidade de absorção de água, que varia de fabricante para fabricante. A absorção de água, segundo a diretriz SINAT 003 e também a norma NBR 15498 (ABNT, 2007), deve ser menor ou igual a 25%.

Apenas o tratamento das juntas por si só não suprime a necessidade de proteção das placas contra umidade. Basicamente, quanto maior a capacidade de absorção de água da placa, maior o potencial de movimentação e mais eficiente deve ser esta proteção. Para placas de mesma constituição e matéria-prima, maiores teores de umidade tendem a resultar em maior disposição à movimentação higroscópica. As placas também são diferentes com relação ao tipo de reforço utilizado para resistir à flexão e permitir um manuseio sem ruptura: as que possuem fibras sintéticas dispersas na matriz cimentícia e as que possuem malhas de fibra de vidro incorporada à suas superfícies. (CBCA, 2014)

As principais características das placas cimentícias para fechamentos em LSF são:

- elevada resistência a impactos;
- resistência à umidade, podendo ser exposta às intempéries;
- incombustibilidade;
- facilidade de corte;
- possibilidade de compor paredes curvas depois de saturadas;
- baixo peso próprio (até 18 kg/m²) facilitando o transporte e manuseio;
- compatível com a maioria dos acabamentos e revestimentos como pintura, cerâmica e placas de rocha.

A norma NBR 15.498 (ABNT, 2007) estabelece algumas dessas características. Na Tabela 3.2 apresenta-se um resumo de valores obtidos de acordo com os métodos desta norma e dados declarados por fabricantes nacionais.

Tabela 3.2 - Características da placa cimentícia

Característica	Valor
Densidade aparente	1,50g/cm ³
Absorção de água	6 a 25%
Varição dimensional por imersão e secagem	0,8 a 1,3 mm/m
Módulo E	>5000N/mm ²
Condutividade térmica (λ)	0,30 a 0,35 W/m.K
Resistência de ruptura na flexão em condição saturada	Classe A3
Resistência de ruptura na flexão em condição de equilíbrio	Classe B3

Fonte: NBR 15.498 (ABNT, 2007)

A norma NBR 15.498 (ABNT, 2007) não apresenta valor de referência para a variação linear das placas cimentícias, embora especifique que esta variação deve ser informada pelo fabricante. A norma ANSI A.118.9 (ANSI, 1999), entretanto, recomenda limitar a variação linear das placas cimentícias, em razão de variações de umidade, a 0,07% (0,7 mm/m) (TÉCHNE,2011).

4.SISTEMAS INOVADORES

Em 2004 a empresa Usiminas construiu um protótipo de uma residência de dois pavimentos na área externa da sua sede em Belo Horizonte. Ela estava, a partir daquele momento, intensificando seu trabalho na produção do aço galvanizado; e com o protótipo, preparando o mercado para a divulgação e consolidação de um produto inovador.

O termo “sistema construtivo inovador” tem sido aplicado como referência a sistemas que não possuem normalização prescritiva específica e que estão vinculados a uma avaliação realizada dentro do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), programa pertencente ao Ministério das Cidades e que foi instituído em 18 de dezembro de 1998.

O PBQP-H é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). Tem como meta organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

A busca por esses objetivos engloba um grupo de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Assim, espera-se o aumento da competitividade no setor, uma evolução da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O objetivo, no longo prazo, é criar um ambiente de paridade competitiva, que proporcione soluções de menor custo e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país, atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

Para avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção foi desenvolvido o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), no âmbito do PBQP-H, uma iniciativa de mobilização da comunidade técnica nacional para dar suporte à utilização de um conjunto de procedimentos reconhecido por toda a cadeia produtiva da

construção civil. O SINAT foi instituído pela Portaria n. 345, de 3 de agosto de 2007 e entrou em operação em 2010.

O SINAT visa uniformizar e avaliar os novos sistemas construtivos e os produtos inovadores disponibilizados no mercado para a obtenção do Documento Técnico de Avaliação (DATEc). O DATEc é um documento emitido ao término do processo de avaliação, sendo um facilitador para as construtoras, incorporadoras e fabricantes adquirirem concessão de crédito para o empreendimento desejado. Hoje, com os programas habitacionais do governo, o DATEc é uma ferramenta indispensável às entidades públicas de crédito, por ser um documento de comprovação da qualidade, da segurança habitacional, da economia e da sustentabilidade do produto ou sistema construtivo, garantindo retorno positivo do investimento a todos os elos da cadeia: entidade financiadora, fabricantes, construtora e, por fim, o proprietário e/ou usuário da habitação (IFBQ, 2011).

Para a obtenção o DATEc, o sistema ou produto alvo deve ser submetido a um processo em que será gerado o Relatório Técnico de Avaliação (RTA). O DATEc é o resultado de uma síntese deste relatório, que é elaborado por meio de avaliações realizadas em acordo com a Diretriz/SINAT em que o sistema ou produto se enquadra. O processo de análise incluem uma avaliação técnica e uma auditoria de qualidade no sistema, a partir da realização de ensaios de desempenho que buscam analisar a atuação em uso para os materiais, componentes e sistemas construtivos. Esse processo é realizado por instituições credenciadas – Instituição Técnica Autorizada (ITA) – e avalia características como desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade, segurança no uso e operação, desempenho térmico, acústico e de luminosidade, entre outros (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

O fato de o sistema construtivo ser usado em programas governamentais, geralmente de grande porte, fomenta a propagação do produto, seja de forma cultural, seja em maior capacitação da mão-de-obra.

Em dezembro de 2012, foi emitida a diretriz sobre os sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio (SINAT Nº 003) que determina sobre componentes de fechamento constituídos de chapas delgadas, como placas cimentícias, régua cimentícia (siding), chapas de OSB (*Oriented Strand Board*) e chapas de gesso acartonado (*drywall*). Esta diretriz define sobre um sistema construtivo destinado a

unidades térreas e sobrados, isoladas e geminadas, unifamiliares, e edifícios multifamiliares de até 05 pavimentos, destinados à construção de habitações.

Segundo o Ministério das Cidades (OLIVEIRA, 2015), a Diretriz SINAT 003 deve ser usada para balizar toda avaliação feita por uma ITA com finalidade de fornecer DATec's a qualquer empresa que deseje avaliar um sistema construtivo do qual faça parte o sistema LSF. O parágrafo 1º do artigo 20 do capítulo V diz que:

As relações iniciais são sempre mantidas entre o Proponente de um produto inovador e uma Instituição Técnica Avaliadora (ITA). A ITA é a instituição responsável pela análise da documentação técnica disponível para o produto e pela solicitação de avaliações técnicas complementares. A ITA deve fazer uma verificação preliminar quanto à adequação dessa solicitação ao escopo do SINAT, verificando se o produto é alvo de um DATec, ou seja, se pode ser caracterizado como inovador, se não há norma técnica brasileira prescritiva para o produto ou se a normalização existente não é suficiente para a análise de desempenho do produto. Também para que o produto seja alvo de um DATec, é necessário que tal produto esteja em franco processo de produção, de forma a possibilitar auditorias no processo de produção e instalações do produto, inclusive auditorias periódicas após concessão do DATec. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007)

Embora o Sistema LSF ainda seja considerado um sistema inovador, Santiago (2015) defende que o LSF não deveria mais ser considerado como tal, pois já há normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que regem todos os componentes do sistema, assim como existem normas para todos os elementos que compõe o sistema construtivo alvenaria, sem contudo haver uma norma específica para o Sistema Alvenaria. Ele argumenta, com pertinência, que para as "placas cimentícias sem adição de amianto" há a norma NBR 15498 (ABNT, 2007), para os "perfis em aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações" há a norma NBR 15253 (ABNT, 1983), para bloco cerâmico a norma NBR 15270, a norma NBR 5753 (ABNT, 2010) para cimento Portland, a norma NBR 7480 (ABNT, 1996) que trata sobre aço destinado a armadura para estrutura de concreto armado, dentre outras normas.

Um exemplo de como o LSF já está sendo difundido para o público em geral é o encarte publicitário da empresa Leroy Merlin, com validade de 6 a 30 de março de 2015, para as lojas de Belo Horizonte e Contagem. Nele, o sistema é explicado de forma detalhada e

os materiais necessários para a construção em LSF são oferecidos na loja com seus respectivos preços (ANEXO A).

4.1 DATec 14 - Sistema Construtivo a seco Saint-Gobain - *Light Steel Frame*

Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), a decisão do Comitê Técnico de 06/02/2013 e da Comissão Nacional de 03/04/2013, foi concedido o DATec N°14 ao “Sistema construtivo a Seco SAINT-GOBAIN – *Light Steel Frame*”.

O Comitê Técnico do SINAT – CT - SINAT é a instância técnica do SINAT que tem a função principal de harmonizar diretrizes para avaliação técnica de produtos inovadores para a construção civil, elaborados ou adotados no âmbito do SINAT, e harmonizar documentos de avaliação técnica concedidos no âmbito do Sistema.

A Comissão Nacional do SINAT – CN - SINAT é a instância superior do SINAT, de caráter deliberativo, constituída por representantes do Governo e da sociedade civil, incluindo representantes da cadeia produtiva da construção civil, que tem a função principal de zelar pelo funcionamento do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores, incluindo a autorização para a participação das Instituições Técnicas Avaliadoras, ITA, e a concessão de documentos de avaliação técnica, DATec’s, com a chancela SINAT.

Este documento restringe as condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de casas térreas isoladas ou geminadas. Para a avaliação do sistema construtivo, este DATec considerou como elementos inovadores as paredes e coberturas formadas por quadros estruturais de perfis leves de aço zincado e fechamento em placas cimentícias. O sistema construtivo objeto deste DATec destina-se à produção de paredes e/ou coberturas.

A avaliação dos aspectos de durabilidade do sistema foi avaliada pela análise de detalhes construtivos especificados em projeto e constatados em obra, e pela realização de ensaios nos componentes (placas cimentícias, perfis de aço e parafusos) e pela exposição ao envelhecimento natural de um trecho de parede.

No trecho de parede exposto ao envelhecimento natural não foram observadas falhas, considerando que este trecho foi montado no ano de 2010 e observado até o mês de fevereiro do ano de 2013. As características da execução deste trecho são descritas neste DATec, com exceção do tratamento dados às juntas. O tratamento de juntas atualmente empregado e constante neste DATec não foi avaliado, portanto, nesta condição de exposição.

Este documento determina que o comportamento das juntas entre estas chapas de placa cimentícia deve ser objeto de monitoramento constante pela detentora da tecnologia, informando periodicamente à ITA e ao SINAT sobre eventuais ocorrências e providências.

As paredes, com função estrutural, são formadas por quadros de perfis leves de aço zincado com fechamento em placas cimentícias na face externa, chapa de gesso para drywall na face interna e núcleo com manta de lã de vidro. A cobertura também é constituída de estrutura em perfis leves de aço zincado, telhas de fibrocimento, forro em chapas de gesso para *Drywall* e manta de lã de vidro posicionada sobre o forro. Os perfis de aço que constituem as tabeiras são pintados com fundo preparador de superfície zincada. O forro do beiral é composto de perfis de PVC ou similar. Uma das maiores diferenças entre o Sistema à Seco Saint-Gobain e o que é feito por outras construtoras que não seguem este sistema é que ele determina a utilização de telhas de fibrocimento.

O DATec estabelece que os componentes e elementos convencionais devem atender às normas técnicas correspondentes (por exemplo, telhado com telhas de fibrocimento e chapas de gesso para drywall empregadas nas paredes e no forro). O desempenho térmico foi avaliado para todas as zonas bioclimáticas constantes da norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), considerando cobertura com telhas de fibrocimento. As avaliações de desempenho acústico limitaram-se à verificação das paredes cegas, por isso as esquadrias devem apresentar isolamento sonora adequada para garantir o desempenho acústico das paredes de fachada.

A avaliação de aspectos de durabilidade do sistema foi feita mediante análise de detalhes construtivos especificados em projeto e constatados em obra, ensaios em trechos de paredes em laboratório (ensaio de ação de calor e choque térmico), exposição ao envelhecimento natural de um trecho de parede e ensaios e análises dos componentes

do sistema construtivo (placas cimentícias, perfis de aço e parafusos). Ressalta que o sistema construtivo não se aplica a ambientes de elevada agressividade ambiental, como atmosferas industriais e atmosferas que sejam ao mesmo tempo marinhas e industriais.

O DATec nº 14 foi emitido em abril de 2013, com data de validade até março de 2015. Ikai (2015) informa que o referido DATec se encontra neste momento em período de revisão, seguindo as diretrizes enviadas pelo Ministério das Cidades. Ele adianta que as mudanças serão muito mais de ordem burocrática do que de ordem técnica (mudança de palavras, termos, etc) e que o IPT já está providenciando os novos testes e avaliações que constarão no documento reformulado.

O tratamento de juntas da Datec Nº14 - Sistema construtivo a seco Saint-Gobain - será demonstrado no Capítulo 6.

5. TRATAMENTO DE JUNTAS EM PLACAS CIMENTÍCIAS

5.1 Placas cimentícias no fechamento externo

O maior e mais recorrente problema nas edificações em LSF é o surgimento de trincas. Esta patologia surge nas juntas e no corpo das placas de fechamento externo, comprometendo, inicialmente, a estética dos edifícios e, depois, de maneira mais comprometedora, os critérios de desempenho mínimo estabelecidos para estes fechamentos: durabilidade, estanqueidade, salubridade, etc. Alguns cuidados devem ser tomados na execução de uma obra em LSF, do contrário a consequência surgirá na placa cimentícia: infiltração e/ou trincas.

Alguns construtores não se fidelizam a uma única marca de placas cimentícias pois consideram o peso como fator de escolha. Se é uma edificação de três ou mais andares, o baixo peso de uma placa é considerado fator de segurança para evitar acidentes na manipulação do produto (CARVALHO, 2015).

O tratamento nas juntas entre as placas deve ser feito seguindo a recomendação do fabricante, que indica um roteiro de aplicação dos produtos que compõem cada tratamento. Em geral, quanto maior o coeficiente de variação térmica e umidade da placa, maior tende a ser a movimentação física e, conseqüentemente, mais exigências recaem sobre as juntas. Muitos fabricantes recomendam a utilização de produto elastomérico, seja ele tinta, selante ou preenchimento de junta. A característica elastomérica desses produtos imprime a capacidade de serem estirados repetidamente a pelo menos duas vezes o seu comprimento original e que permitem, após a retirada do esforço mecânico causador do estiramento, voltar rapidamente ao seu comprimento inicial.

A propriedade álcali-resistente deve ser observada nos materiais que tenham contato com o concreto ou pasta de cimento. O cimento possui alta alcalinidade, principalmente pela reação com o cálcio presente no clínquer (60% da composição). Os álcalis do concreto atacam as fibras, causando a degradação das propriedades mecânicas. Para evitar essa degradação, devem ser utilizados apenas produtos álcalis-resistentes (AR) quando em contato com o concreto (PERUZZI, 2007).

Na instalação, a união entre duas placas adjacentes deve efetuar-se sobre a mesa de um montante, onde cada placa compartilha metade dessa mesa. Os parafusos devem estar defasados entre uma placa e outra de modo que não perfurem a mesa do perfil em dois pontos da mesma altura. A fixação deve ser feita a cada 150 mm no máximo em todo o perímetro da placa e a cada 300 mm nos intermediários (CBCA, 2012). A fixação das placas cimentícias é feita com parafusos ponta-broca, cabeça auto-escariante e aletas de expansão que evitam que o parafuso faça rosca na placa, facilitando a instalação.

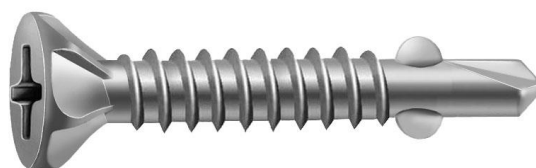


Figura 5.1 - Parafuso ponta-broca

Fonte: Ciser, 2015

Dentre os fatores que podem contribuir para o surgimento de trincas, Carvalho (2015) aponta o radier como eventual fonte causadora de trincas. O radier é uma fundação rasa, adotada para construções de pequeno porte quando o terreno tem uma admissibilidade de cargas imensamente baixa. Estas fundações são geralmente flexíveis, sendo necessário aumentar sua espessura para torná-las rígidas. O projeto para avaliação e definição de fundação deve ter início a partir de uma sondagem do terreno, cujo laudo indicará qual a fundação mais adequada a ser implantada. Uma fundação inadequada representa o insucesso do empreendimento e os problemas poderão acontecer no início da obra, no decorrer da obra ou após seu término: aparecimento de trincas nas placas cimentícias, deslocamento de placas e até mesmo colapso total da estrutura em LSF (CARVALHO, 2015).

Algumas falhas de execução podem ocorrer devido a economia. Um evento comum é a não obediência rigorosa quanto à quantidade de parafusos indicada pelo fabricante, por parecer um número exagerado de parafuso por metro linear de placa. A placa provavelmente não cairá, mas o desempenho estará comprometido. O espaçamento entre os perfis também precisa ser respeitado.

As placas cimentícias estão disponibilizadas com larguras de 120 cm e, por isso, a CBCA indica módulos de 60cm ou 40cm. Entretanto, Mariutti (TECHNE, 2012) argumenta que a modulação das placas deve ser somente de 40 cm, recurso que impede a movimentação da placa, diminuindo a probabilidade do surgimento de trincas.

Antes da instalação da placa cimentícia é imprescindível a instalação da membrana hidrófuga, que tem a função de evitar a entrada de água e vento pelo lado externo, tornando a parede externa estanque. Porém, esta membrana tem a capacidade de deixar escapar para o exterior o vapor de água interno, não permitindo que o mesmo se condense dentro da parede, evitando o acúmulo de umidade e a proliferação de fungos. A manta deve ser grampeada nas placas, sobrepostas em camadas, sendo instaladas da parte inferior para a parte superior da parede. Cada camada superior deve trespassar em 15cm a camada inferior. No Brasil, a membrana hidrófuga mais conhecida e mais frequentemente indicada é a Tyvek, fabricação da DuPont.

Em Belo Horizonte, um condomínio residencia com dois blocos de cinco pavimentos, foi erguido por uma construtora que não possuía experiência na utilização do sistema LSF. Após este empreendimento, a empresa abandonou a possibilidade de novas obras neste sistema alegando não compensar financeiramente.

O prédio apresenta muitas patologias. Há trincas e infiltrações em todos os apartamentos. Nas imagens da fachada é possível perceber as linhas de encontro das placas cimentícias. E como não há boa vedação externa, as paredes de gesso, no interior, já apresentam sinais de infiltração. Por ser possível identificar o desenho das placas na fachada, percebe-se que o tratamento de juntas foi primário. Juntas em placas cimentícias demandam, normalmente, um tratamento bem mais complexo e em um edifício de cinco pavimentos esta falha causa transtornos ainda maiores e mais graves que em edificações unifamiliares de pequeno porte. (Figura 5.6)



Figura 5.2 - Fachada de edifício em LSF

Fonte: Acervo da autora

Este nível negativo de acabamento destaca-se ao comparar este prédio com outras obras em LSF construídas por construtoras experientes. A opinião de um empresário de uma dessas construtoras é que este prédio denigre a imagem que se tenta fazer do LSF, disseminando desconfiança e rejeição. De fato, esta é a sensação presente nos moradores. Sentem-se imensamente arrependidos por terem comprado apartamento lá.

5.1.1 Juntas entre placas cimentícias

As juntas entre placas podem ser invisíveis ou aparentes. Com a junta invisível pretende-se que a parede externa tenha a mesma aparência de uma parede de alvenaria, sendo impossível detectar a existência e localização das placas que a compõe. O acabamento desta parede externa pode ser feito com cerâmica, pastilha, grafiato ou

pintura, sendo que neste último caso é recomendado a utilização de tinta elastomérica, que possui alta capacidade de flexibilidade, acompanhando a movimentação da superfície.

Na junta aparente é possível ver cada placa que compõe a parede, e a junta pode receber perfis, mata junta ou selantes elastoméricos, que a farão se destacar (Figura 5.1). Estas juntas são uma boa opção quando a placa cimentícia possui coeficiente de dilatação muito alto (CRASTO, 2005).



Figura 5.3 - Fachada com placas cimentícias aparentes

Fonte: CASA ABRIL, 2013

As características das bordas das placas cimentícias podem proporcionar que uma fixação feita por um determinado produto tenha características de mobilidade distintas de outros produtos. Tratando-se especificamente de juntas entre painéis em um fechamento, as bordas destes devem ser desenhadas de tal forma que a junta tenha uma predisposição ao cumprimento dos requisitos de desempenho exigidos (BARLUENGA, 2002).

Nos tratamento de junta com massa sobre o encontro de placas o rebaixo da borda proporciona um nivelamento entre as faces da placa e a massa, impedindo o desenho das placas na fachada. As placas com juntas aparentes têm a borda quadrada. (Figura 5.2)

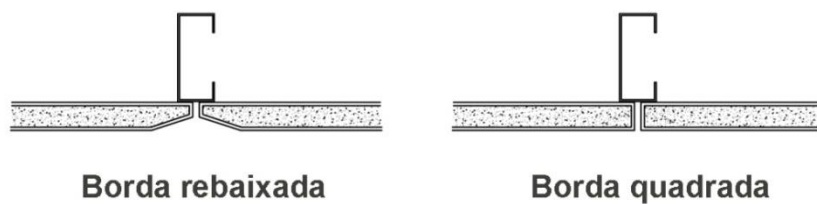


Figura 5.4 - Bordas de placas cimentícias

Fonte: Elaborado pela autora

5.1.2 Paginação das placas cimentícias

As placas cimentícias são posicionadas verticalmente. Caso sejam necessárias junções horizontais entre placas, estas são desencontradas em relação às placas adjacentes. Na ocorrência de aberturas (portas e janelas), as placas cimentícias são cortadas em formato de “L” ou em formato de “C”, de modo a contornarem os vãos, sendo que as bordas dessas chapas não ficam alinhadas com os limites das aberturas (Figura 5.3). As juntas verticais entre as placas cimentícias são desencontradas em relação às juntas verticais das chapas de gesso aplicadas na face interna das paredes externas.

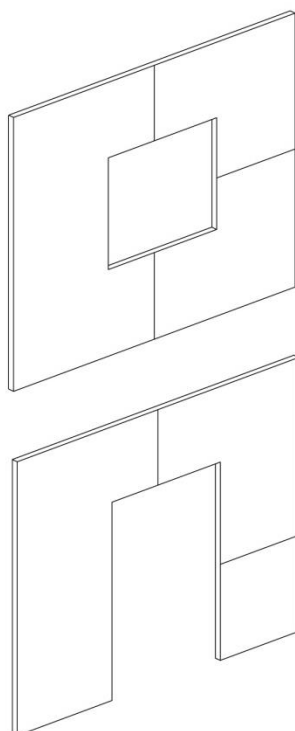


Figura 5.5 - Placas cimentícias em vãos de portas e janelas

Fonte: Elaborado pela autora

A paginação das placas com junta aparente podem estar alinhadas ou defasadas e o afastamento entre elas vai depender do tratamento a ser adotado (Figura 5.4). Na paginação de placas com juntas invisíveis, as chapas devem ser aplicadas defasadas, evitando pontos de tensões, principalmente na região de portas e janelas, onde estas tensões aumentam (Figura 5.5). Neste caso, o afastamento entre as placas varia de 3mm a 5mm.

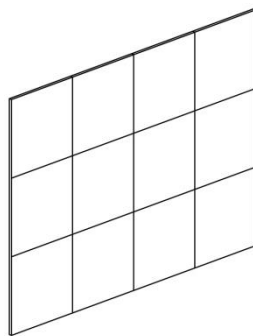


Figura 5.6 - Paginação com placas alinhadas

Fonte: Elaborado pela autora

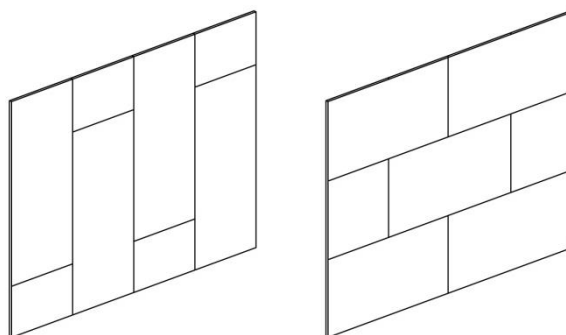


Figura 5.7 - Paginação com placas defasadas

Fonte: Elaborado pela autora

5.1.3 - Contraventamento

As cargas horizontais, como as provocadas pelo vento, que agem sobre uma edificação, podem causar perda da estabilidade da estrutura, provocando deslocamentos que, conseqüentemente, provocará trincas. Para evitar tal situação, é necessário prover a

estrutura com ligações rígidas ou com elementos capazes de transmitir esses esforços para as fundações.

O contraventamento de uma estrutura em LSF pode ser efetuado de duas maneiras: na estrutura de aço ou no fechamento vertical. Na estrutura, o método mais comum é em "X", feito com fitas de aço galvanizado parafusadas aos montantes. A largura, espessura e localização dessas fitas é determinada pelo projeto estrutural. Outra maneira de se efetuar o contraventamento na própria estrutura é através do treliçamento de perfis metálicos, em forma de "X" ou "K" nos painéis. Para o contraventamento no fechamento vertical, são usadas placas de OSB, que funcionam como diagrama rígido. Neste caso, a placa de OSB se localiza sobre o aço, sendo depois coberta pela membrana hidrófuga e, por último, pela placa cimentícia (CRASTO, 2005).

6. TRATAMENTOS DE JUNTAS NO MERCADO BRASILEIRO

6.1 Brasilit - Tratamento de juntas segundo recomendações do DATec N° 014

As Placas Cimentícias da Brasilit são produzidas a partir de uma mistura homogênea de cimento Portland, agregados naturais e celulose reforçada com fios sintéticos de polipropileno especialmente desenvolvidos pela Brasilit no Brasil (Tabela 6.1 e 6.2). As chapas são impermeabilizadas por imersão, sendo, segundo a empresa, a única a utilizar tal método.

Tabela 6.1 - Características das placas cimentícias Brasilit

Definição	Chapa com fibras dispersas na matriz
Composição	Produzida a partir de uma mistura homogênea de cimento Portland, agregados naturais e celulose. Reforçada com fios sintéticos.
Densidade aparente	Valor típico 1,50 g/cm ³
Resistência de ruptura na flexão, condição saturada	Classe A3 (NBR 15498)
Resistência de ruptura na flexão, condição de equilíbrio	Classe B3 (NBR 15498)
Absorção máxima de água	30%, valor típico 25%
Variação dimensional por imersão e secagem	Max. 1,5mm/m, valor típico 1,3mm/m
Condutividade térmica	Valor típico 0,35W/mK

Fonte: BRASILIT, 2014

Tabela 6.2 - Tamanhos e indicações de uso de chapas disponibilizadas pela Brasilit/Saint Gobain no Brasil

espessura	comprimento	largura	peso da placa	peso por m ²	aplicação
6 mm	2,0m	1,2m	24,4kg	10,2kg	Divisórias leves, forros e dutos de ar-condicionado.
	2,4m	1,2m	29,4kg	10,2kg	
	3,0m	1,2m	36,7kg	10,2kg	
8mm	2,0m	1,2m	32,6 kg	13,6kg	Paredes internas em áreas secas e úmidas, revestimentos de paredes comuns ou em subsolos.
	2,4m	1,2m	39,2 kg	13,6kg	
	3,0m	1,2m	49,0 kg	13,6kg	
10mm	2,0m	1,2m	40,8 kg	17,0kg	Utilizadas para áreas secas e úmidas, internas e externas. Ideais no fechamento externo em Sistemas <i>Steel ou Wood Framing</i> e isolamentos termoacústicos.
	2,4m	1,2m	49,0 kg	17,0kg	
	3,0m	1,2m	61,2 kg	17,0kg	
12mm	2,4m	1,2m	58,8 kg	20,4kg	Para uso interno na compatibilização com o Drywall ou em fechamentos internos ou externos que necessitem de maior espessura por questões estéticas ou físicas específicas.
	3,0m	1,2m	58,8 kg	20,4kg	

Fonte: BRASILIT, 2014

No fechamento externo do DATec do Sistema Saint Gobain, as placas cimentícias devem ser no mínimo de classe A3, segundo a norma NBR 15498 (ABNT, 2007). As juntas entre placas cimentícias são classificadas como juntas dissimuladas, não aparentes. As bordas laterais das placas cimentícias são rebaixadas para possibilitar tratamento dessas juntas (Figura 6.1).

Corte horizontal

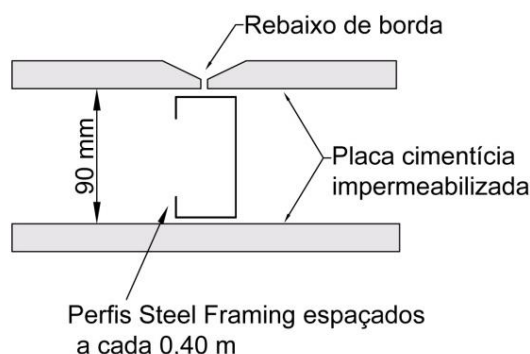


Figura 6.1 - Bordas de placas cimentícias Brasilit

Fonte: BRASILIT, 2014

A altura da placa deve seguir especificação conforme o projeto, a largura deve ser de 1200 mm e a espessura deve ser de 10mm. As juntas entre as placas cimentícias devem ter largura entre 3 mm e 7 mm. As juntas de placas cimentícias (fechamento externo) não devem coincidir com as juntas de gesso acartonado (fechamento interno). A Brasilit possui tratamento próprio de juntas. O tratamento deve ser realizado seguindo as recomendações do fabricante, conforme apresentado no Quadro 6.1

Quadro 6.1: Tratamento de juntas Brasilit para DATec N°14

ORDEM	RECOMENDAÇÕES
1 ^a	Primer: Deve ser espalhado por uma área de 65 mm em cada placa a partir da borda de contato da união destas. Aplicar o primer na lateral menor da placa, entre as duas chapas.
2 ^a	Um cordão de polietileno expandido deve ser colocado entre as duas placas. Este cordão serve como delimitador de profundidade na junta.
3 ^a	Passar a primeira demão de massa para junta em área para receber a fita tela de fibra de vidro.
4 ^a	Aplicar a tela de fibra de vidro álcali-resistente de 52 mm de largura.
5 ^a	Passar a segunda demão de massa para junta em área de maior largura que a fita de 52 mm.
6 ^a	Aplicar a tela de fibra de vidro álcali-resistente de 102 mm de largura.
7 ^a	Passar a terceira demão de massa para junta em área de maior largura que a fita de 102 mm.
8 ^a	Aplicar a massa de acabamento em área igual à área em que foi aplicado o primer.

Fonte: BRASILIT, 2014

Após o tratamento das juntas, as placas cimentícias externas recebem uma demão de selador acrílico e, posteriormente, uma demão de textura acrílica (Figuras 6.3 e 6.4).

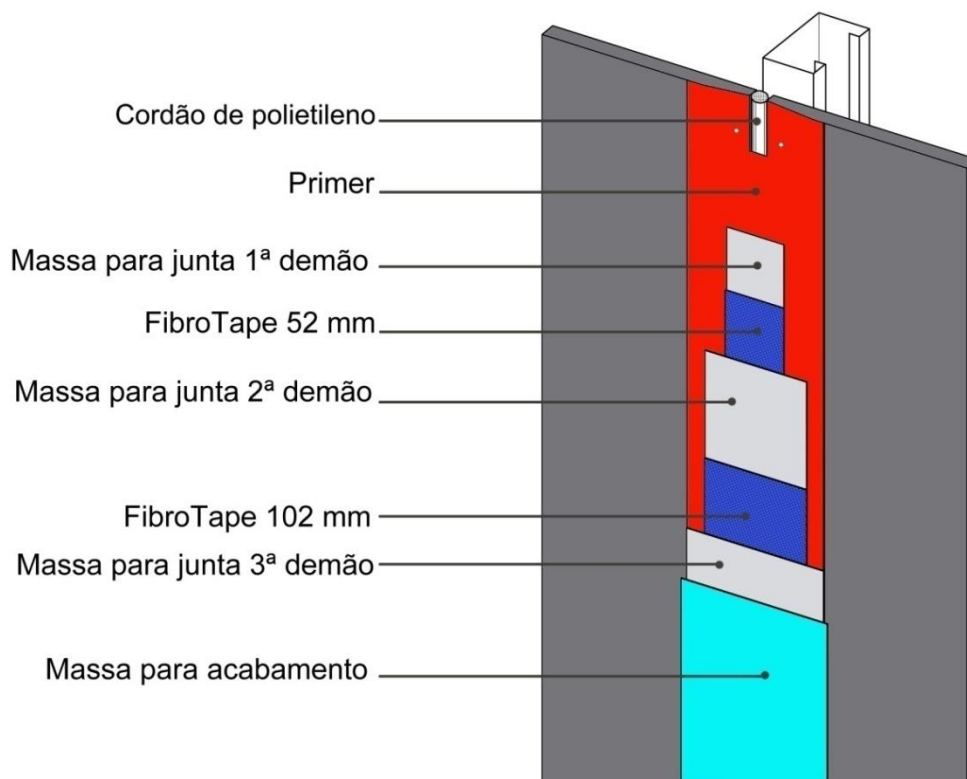


Figura 6.3 - Tratamento de juntas Brasilit para DATEc N°14

Fonte: Adaptada de SAINT-GOBAIN, 2013

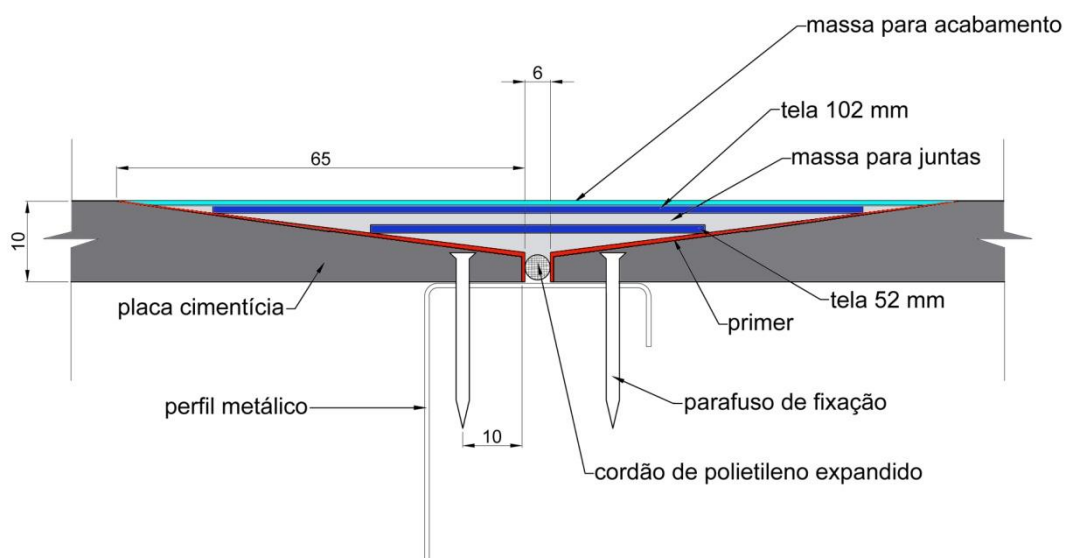


Figura 6.4 - Tratamento de juntas Brasilit para DATEc N°14(Corte)

Fonte: Adaptada de SAINT-GOBAIN, 2013

O DATec Nº 014 declara que a avaliação técnica foi realizada considerando o emprego do sistema construtivo apenas em casas térreas isoladas ou geminadas. Determina, também, que o beiral deve ser sempre de 60 cm. Com estas duas restrições, o sistema está isento do uso de membrana hidrófuga. Esta membrana, de nome comercial Tyvek, embora fabricada pela empresa norte-americana DuPont, está disponibilizada no material informativo da Saint-Gobain, com os devidos direitos de propriedade reconhecidos, como elemento "de uso obrigatório em todas as aplicações de Placas Cimentícias externas" (BRASILIT, 2014). Rodrigues (2015) esclarece que esta membrana deve ser usada, de fato, em todas as edificações com fechamento em placa cimentícia Brasilit, excetuando-se as que forem construídas no âmbito do DATec. Esclarece, também, que a membrana não consta no guia informativo "Sistema para Tratamento de Juntas Brasilit" por ser considerada como elemento pertencente ao processo de montagem do sistema para construção industrializada da Brasilit (Figura 6.5).



Figura 6.5 - Membrana hidrófuga

FONTE: BRASILIT, 2014.

O documento estabelece que o contraventamento deve ser feito por fitas de aço. As fitas, com espessura mínima de 0.95mm, devem ser posicionadas na diagonal da face externa dos quadros e na horizontal da face interna. Esta fita deve ter largura mínima de

70 mm e ser fixada em peças denominadas de chapas de Gousset, posicionadas no encontro entre montantes e guia, na base e no topo dos quadros estruturais.

O DATec estabelece que outro sistema de contraventamento, com comportamento estrutural equivalente ao descrito acima pode ser utilizado, desde que seja de uso corrente nos sistemas LSF e embasados em cálculo estrutural específico.

Para estudos prévios para obtenção do DATec, a Saint-Gobain construiu 40 casas em LSF no Conjunto Habitacional Jardim Amália, localizado na Rua Arapotí, s/n em Ponta Grossa, Paraná, em 2012 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013).

Após a obtenção do DATec, estão sendo construídas em Uberaba, Minas Gerais, 236 casas das 490 previstas pelo programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) do governo federal em tecnologia LSF. O total de casas destinadas àquela cidade pelo MCMV é de 20.471, sendo que 9.461 já foram entregues (BRASIL, 2014).

Este é o primeiro e, por enquanto, o único empreendimento que utiliza o Sistema Construtivo a Seco - Saint Gobain em obra financiada com recursos federais após a emissão do DATec 14. A obra foi contratada para ser executada pela Conlix Industrial Ltda, porém esta terceirizou o serviço com a empresa Pedro Umberto Carneiro - Procalco (Figura 6.6).





Figura 6.6 - Construção MCMV em Uberaba

Fonte: BUENO, 2015

6.2 Drylevis - Tratamento de juntas

O Sistema LSF foi usado, de forma pioneira, no Brasil pela Construtora Sequência, na implantação do Condomínio Jardim das Paineiras, com 47 casas, em Cotia, no estado de São Paulo (CAMPOS, 2010). Nesta primeira obra, todo o material componente do sistema foi importado dos Estados Unidos, sendo que o fechamento externo foi executado com OSB (*Oriented Strand Board*) revestido com *siding vinílico*.

Após as primeiras experiências, iniciou-se o processo de fabricação em território nacional dos materiais empregados, o que possibilitou uma redução considerável nos custos de montagem e nos prazos de entrega.

Segundo Bongatti (2014), engenheira da construtora, a empresa já teve muitos problemas com o fechamento em placas cimentícias. Com o passar de algum tempo, a marcação das juntas começava a ficar nítida nas fachadas. Mariutti (TÉCHNE, 2013) declara que enfrentou muitos problemas com trincas nas fachadas com placas cimentícias, chegando a abandonar seu uso por um determinado tempo. Apenas quando ganhou uma licitação, cujas exigências determinavam o uso de placa cimentícia, voltou a fazer uso delas. Porém, procurou pela orientação de um consultor internacional, que auxiliou no desenvolvimento de um sistema completo. Ele, Mariutti, ressalta ainda que o tipo de tecnologia empregado na fabricação das chapas resulta em melhor ou pior desempenho: algumas placas são produzidas em formas e com cura no tempo, sem

prensagem, o que resulta em produtos mais porosos; enquanto outras são feitas em prensas rotatórias ou por processo de autoclavagem.

Atualmente, a construtora tem operado em obras de grande porte e em regiões com aspectos naturais muito diversos, como maresia ou umidade excessiva.

O projeto Vila Dignidade, em Avaré, foi a primeira obra destinada a público de baixa renda feita pela Sequência (CAMPOS, 2010). Este projeto faz parte do Programa Vila Dignidade instituído pelo governo paulista visando a construção de equipamento público constituído de moradias assistidas em pequenas vilas, adequadas a população idosa de baixa renda. Foram erguidas 22 casas de 47,14m² e um salão de convivência com 114,96m².

No Condomínio Terravista, em Trancoso, estado da Bahia, a Sequência foi contratada para a construção de todas as casas que compõem o condomínio (Figuras 6.7, 6.8 e 6.9).



Figura 6.7-Condomínio Terravista - Trancoso - BA

Fonte: EXCLUSIVE REALTY BRASIL, 2015



Figura 6.8 - Casa em obra no Condomínio Terravista

Fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA, 2005



Figura 6.9 - Casa no condomínio Terravista

Fonte: EXCLUSIVE REALTY BRASIL 2015

Em Itaboraí, estado do Rio de Janeiro, a empresa foi responsável pela construção de 25.000m², sendo a Petrobrás a cliente (Tabela 6.3) (Figura 6.10).

Tabela 6.3 - Obras em Itaboraí, RJ

EDIFICAÇÃO EM ITABORAÍ	QUANTIDADE
Edifícios Administrativos	4
Restaurante	1
Convivência	1
Prefeitura	1
Centro de sistemas de informação	1
Abrigo para motoristas	1
Centro médico	1

Fonte: MARIUTTI, 2010.



Figura 6.10 - Obra da Petrobrás – COMPERJ em Itaboraí, RJ

Fonte: MARIUTTI,2010

Em uma área muito úmida como o norte brasileiro, a Construtora Sequência ergueu edificações para a ALCOA, em Juruti, no Pará e o Complexo de Urucu para a Petrobrás, no Amazonas (Tabela 6.4 e 6.5) (Figura 6.11).

Tabela 6.4 - Obras em Juruti, PA

EDIFICAÇÃO EM JURUTI	QUANTIDADE
Casas	50
Escola	1
Prédios Administrativos	2
Restaurantes	2

Fonte: MARIUTTI, 2010

Tabela 6.5 - Obras em Urucu, AM

EDIFICAÇÃO EM URUCU	QUANTIDADE
Alojamentos de 1.386 m ² cada	2
Prédio central com 2.035 m ²	1
Edifício de Recepção com auditório de 610 m ²	1

Fonte: MARIUTTI, 2010



Figura 6.11-Obras em Urucu, AM

Fonte: MARIUTTI, 2010

Bongatti (2014) explica que a Construtora Sequência faz uso frequente do tratamento de juntas com os produtos da empresa Drylevis, nas diferentes marcas de placas cimentícias que a empresa utiliza. Ela conta que tem obtido resultados muito satisfatórios, embora não possa afirmar que seja uma solução perfeita.

A Drylevis não fabrica placas cimentícias, apenas produtos que prometem evitar ou sanar problemas em superfícies de diferentes elementos da construção civil, dentre eles juntas de placas cimentícias. Os produtos da Drylevis tem, geralmente, características elastoméricas, que proporcionam um acabamento onde não seja possível a identificação da junta.

A Drylevis detém a Tecnologia Airstretch, que fundamenta-se na mecânica dos fluidos, prometendo acompanhar as movimentações naturais que ocorrem nas estruturas, permitindo alta flexibilidade e sendo respirável, evitando o surgimento de patologias

comuns aos revestimentos como também a proliferação de bolores e fungos (DRYLEVIS,2011). Após o tratamento, forma-se uma película sobre a superfície das placas. Essa película é impermeável à água, mas permeável ao vapor.

No tratamento de juntas Drylevis são usados cinco produtos em oito etapas, conforme apresentado no quadro 6.2 e na Figura 6.12. Os produtos são: Primer Aderente PR 10, Selante DW 240, Base Protetora, fita DryFit 50mm, Massa Cimentícia e fita DryFit 100mm. Todos os produtos fabricados pela Drylevis.

Quadro 6.2 - Tratamento de juntas Drylevis

ETAPA	TRATAMENTO
1ª	Passar o Primer na área lateral das placas, próxima à linha de junção. Este produto proporciona melhor aderência do selante.
2ª	Passar selante com a pistola. Este selante é um mastique com poder de adesão, de cura neutra e característica elástica.
3ª	Passar sobre toda a superfície da placa a base protetora.
4ª	Aplicar a Dryfit de 50 mm de largura, uma fita composta de fios de fibra de vidro entrelaçados, que formam uma malha.
5ª	Passar a massa cimentícia sobre a fita de 50mm. Esta massa é um composto monocomponente, de alto poder de enchimento, que proporciona flexibilidade, evitando o surgimento de trinca. Aguardar 6h para continuar o procedimento.
6ª	Aplicar novamente a Dryfit, porém esta de 100 mm de largura.
7ª	Novamente aplicar a massa cimentícia, em sobre a fita de 100 mm. Aguardar novamente mais 6h para continuar o procedimento.
8ª	Aplicar novamente a massa cimentícia, de modo a cobrir e nivelar toda a faixa. Aguardar secagem por 24h.

Fonte: DRYLEVIS, 2011.

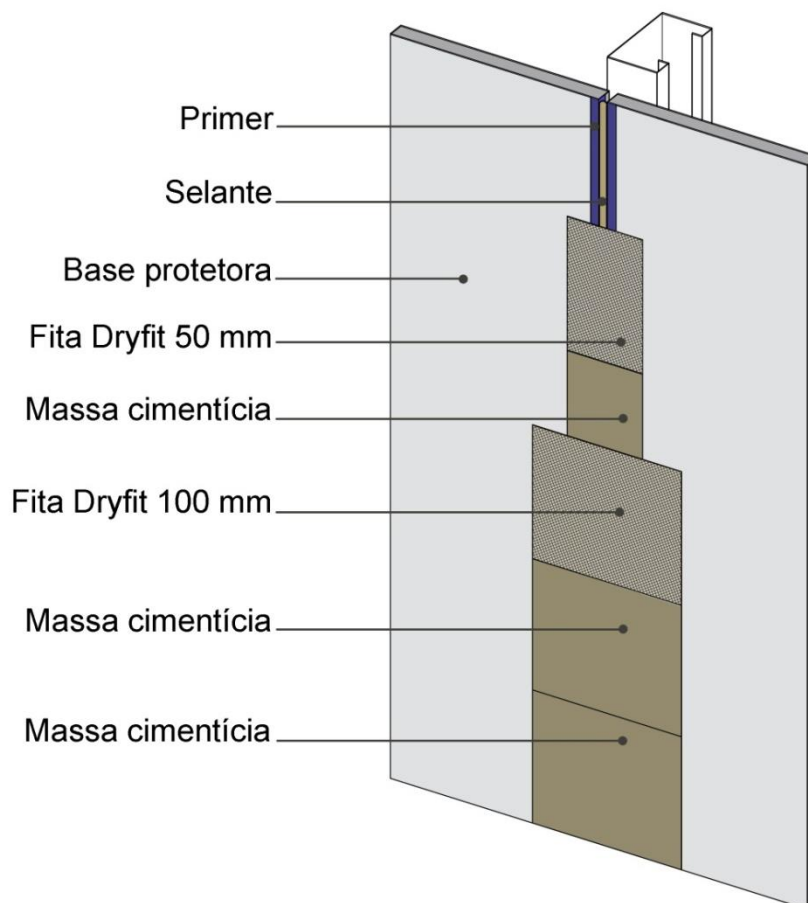


Figura 6.12 - Tratamento de juntas Drylevis

Fonte: Adaptado de DRYLEVIS,2011

6.3 Knauf - Sistema de fachada Aquapanel e tratamento de juntas

O Grupo Flasan foi criado em 1995. No início, era uma empresa especializada na distribuição de placas de gesso acartonado e seus acessórios. Após uma crescente demanda por produtos de maior tecnologia por parte do setor da construção, a empresa estabeleceu parcerias com fabricantes nacionais e estrangeiros e aumentou seu portfólio de produtos, tornando-se a maior distribuidora de suprimentos para sistemas de construção a seco do estado de Minas Gerais.

Em 2005, além de ser uma empresa comercial, tornou-se uma indústria, após a implantação de uma unidade de fabricação de perfis de aço galvanizado para utilização no sistema *Drywall*. Em 2007, a Flasan adquiriu uma perfiladeira de 3ª geração, específica para atuar, de forma pioneira no Brasil, no sistema LSF. Atualmente, além de

manter-se como líder no mercado de distribuição de produtos e soluções para construção a seco em Minas Gerais, a Flasan, por meio de uma das empresas que compõe o grupo, a Construseco, é conhecida nacionalmente como uma das grandes empresas brasileiras na construção em LSF.

A Construseco, em obras para a Secretária Estadual de Saúde do Estado de Minas Gerais, está construindo Unidades Básicas de Saúde (UBS) em todo o estado. O projeto prevê a instalação de mais de 105.000 m² de projetos no sistema LSF (CONSTRUSECO, 2014).

Em julho de 2012, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) e a Construtora Odebrecht fecharam o primeiro contrato de parceria público-privada (PPP) na área de educação no Brasil. O contrato inicial previa a entrega de 37 UMEIs (Unidade Municipal de Educação Infantil), sendo que um aditivo do contrato, em agosto de 2014, acrescentou mais 14 escolas a serem construídas. Elas passarão a ser administradas pela empresa InovaBH, do grupo Odebrecht. Todos os assuntos não pedagógicos que envolvam as escolas serão cuidados pela InovaBH: manutenção das instalações elétricas e hidráulicas, segurança, limpeza, sustentabilidade ambiental, compra de mobiliário. Com exceção de uma escola, todas deverão ter área de 1100 m².

O edital da PBH estipulava o prazo máximo de dois anos para entrega das obras. Embora não especificasse o método construtivo a ser utilizado na construção das UMEIs, sugeria que "para agilizar e facilitar a viabilidade das obras no prazo estipulado, deve-se permitir que o próprio construtor determine o sistema estrutural a ser utilizado, podendo assim substituir o concreto armado por concreto pré-moldado, estrutura metálica, mista, etc., desde que não altere a concepção arquitetônica e características dos projetos das tipologias e que seja compatibilizado com os respectivos projetos, garantindo sua integridade." (PBH, 2012).

A Odebrecht contratou a Construseco para construir as escolas em LSF (Figura 6.13). A Construseco faz uso constante dos painéis para fachada Aquapanel, da Knauf, nos fechamentos externos de suas obras, embora reconheça que não é a opção mais barata. Este foi um benefício da parceria público-privada: como a própria Odebrecht dará manutenção por muito anos na edificação, teve a preocupação de usar materiais de primeiro linha, ao contrário de muitas outras obras feitas pela iniciativa privada para o

poder público, onde se observa a baixa qualidade e degradação da construção pouco tempo após a entrega.



Figura 6.13 - UMEI - Belo Horizonte

Fonte: CONSTRUSECO, 2014.

A Knauf é uma empresa alemã que trabalha com gesso na construção a seco desde 1932. Chegou ao Brasil em 1997 e a partir de 1999 começou a fabricar, em território nacional, placas de gesso e componentes para o sistema *drywall*. Em resposta aos novos sistemas construtivos no Brasil, a Knauf lançou o sistema Aquapanel, um sistema

completo de fachadas. O sistema consiste em uma estrutura metálica, composta por guias e montantes, na qual são aparafusadas chapas cimentícias (na face da parede voltada para o exterior) e chapas de drywall (na face voltada para o interior). Entre a camada de chapas cimentícias e a estrutura, deve ser colocada uma manta Tyvek (membrana que funciona como uma barreira para a água) sobre o montante, fazendo a interface entre este e a chapa cimentícia. É também essencial a colocação de uma lã mineral no interior da parede. A instalação procede com o tratamento das juntas (massa e fita), aplicação de massa superficial e colocação de malha de reforço. A parede finalizada está pronta para receber qualquer tipo de revestimento ou acabamento (Quadro 6.3) (Figura 6.14).

A empresa garante que a chapa Knauf AQUAPANEL é 100% a prova de água e completamente inorgânica, de modo que não existe risco de mofo ou fungos (KNAUF, 2012). No quadro 6.4 apresenta-se os principais componentes do sistema Aquapanel.

Quadro 6.3 - Características do Sistema Aquapanel

Desempenho térmico	O desempenho térmico das fachadas varia conforme o sistema utilizado, podendo atingir isolamentos de até $0,18\text{W/m}^2\text{K}$.
Desempenho acústico	O desempenho acústico das paredes também varia conforme o sistema utilizado, e alcança isolamentos R_w de 45dB a 65dB.
Resistência mecânica	As fachadas são dimensionadas para resistir a ventos com intensidades de até 200km/h (que caracterizam furacões classe 3), além de resistir aos impactos normais de corpo mole, corpo duro e carga suspensa.
Estanqueidade à água	O sistema é estanque à água proveniente de chuvas e outras fontes, considerando-se a ação dos ventos com pressões estáticas superiores a 50Pa, o que atende a todas às regiões do país.
Segurança ao fogo	As chapas Knauf AQUAPANEL são Incombustíveis. O Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) do sistema pode variar de 30 a 120min, dependendo do tipo utilizado.

Fonte: KNAUF, 2012

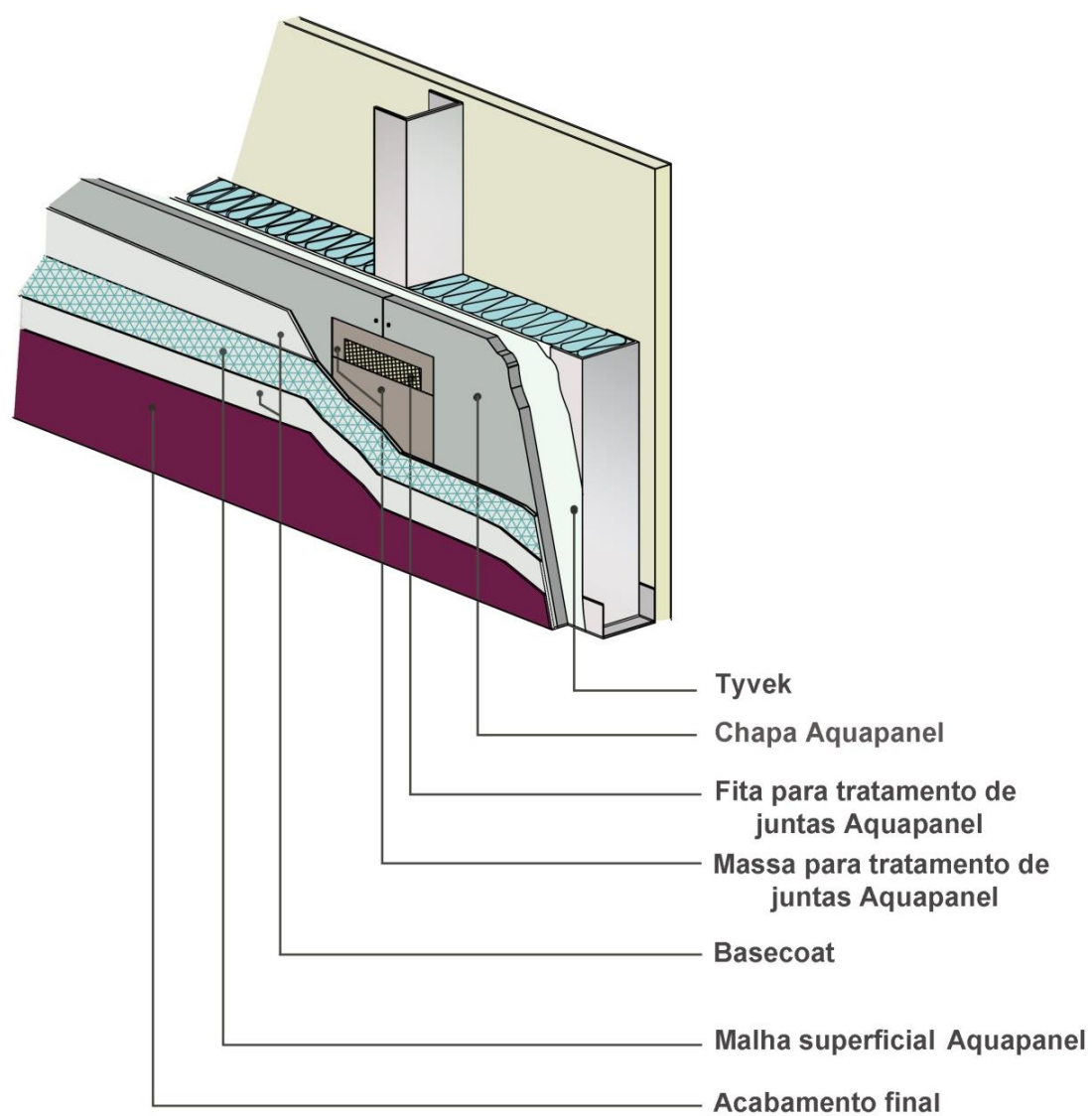


Figura 6.14 - Tratamento de junta do Aquapanel

Fonte: Adaptado de KNAUF, 2012

Quadro 6.4 - Componentes do sistema Aquapanel

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
Tyvek	Trata-se de uma espécie de tecido composto por finas fibras que, entrelaçadas, formam uma espessa e resistente estrutura. O Tyvek foi especialmente projetado para impedir a entrada de água e ao mesmo tempo permitir a saída do ar, evitando assim a condensação no interior da parede.
Chapas cimentícias	As chapas Knauf AQUAPANEL® são compostas de cimento Portland e agregados leves e possuem uma tela de reforço embutida que lhes confere maior resistência, e bordas arredondadas que facilitam o tratamento de juntas. Disponíveis nas dimensões 1200 x 2400mm, as chapas têm 12,5mm de espessura, pesam 16kg/m ² e podem atingir um raio de curvatura de até 1m. (Tabela 6.6)
Fita para tratamento de juntas	Tela de fibra de vidro com tratamento anti-álcali e 33cm de largura que ficará embutida na massa para tratamento de juntas.
Massa para tratamento de juntas	Massa à base de cimento para preenchimento das juntas entre as chapas.
Malha de reforço	Ampla malha de fibra de vidro com gramatura 160g/m ² , resistente à alcalinidade e com largura igual a 1m. Projetada para combater possíveis trincas, a malha deverá ficar embutida na massa Basecoat.
Basecoat	Massa para acabamento à base de cimento reforçado com resina sintética que deverá ser aplicada de modo a obter uma camada de aproximadamente 5mm antes da colocação da malha de reforço e de 2mm após esta colocação. Pode ser aplicada manualmente ou com uma máquina de projeção de argamassa.

Fonte: KNAUF, 2012.

Após a finalização com a última camada da massa Basecoat, a superfície pode permanecer por até 6 meses sem revestimento, se necessário for. Não há restrições para o tipo de acabamento a ser aplicado - pintura, textura, cerâmica, pedras – o sistema

suporta até 40kg/m². Na Tabela 6.6 apresenta-se as características das chapas cimentícias Knauf.

Tabela 6.6 - Características das placas cimentícias Knauf

Largura (mm)	1200
Comprimento (mm)	2400
Espessura (mm)	12,5
¹ Raio mínimo para chapas de 900 mm de largura (m)	3
*Raio mínimo para chapas de 300 mm de largura (m)	1
Peso (kg/m ²)	Aprox. 16
Densidade do material seco (kg/m ³)	Aprox. 1150
Resistência à flexão (N/mm ²)	≥ 6,2
Alcalinidade (pH)	12
Módulo de elasticidade (N/mm ²)	4000 - 7000
Condutibilidade térmica (W/mk)	0,36
Dilatação térmica (10 ⁻⁶ K)	7
Coefficiente de resistência à difusão de vapor d'água (p)	19
Alteração das dimensões do produto - ar seco para ar saturado (%)	0,1
Classe do Material	Incombustível Classe I

Fonte: KNAUF, 2012

* A chapa cimentícia Knauf Aquapanel pode ser curvada a seco durante a colocação para criar fechamentos convexas ou côncavas. Também podem ser executadas formas diferenciadas como cúpulas ou arcos.

6.3.1 - Exemplos de construções utilizando chapas Knauf Aquapanel

Entre 2002 e 2005, o estádio Allianz Arena, em Munique, na Alemanha, projeto do escritório suíço Herzog & De Meuron, foi construído em estrutura mista de aço e concreto. Trata-se de uma construção entre lajes. A subestrutura é um sanduíche entre

duas camadas de chapas Knauf resistentes ao fogo, formada por perfis Knauf, duas camadas de chapas Knauf Aquapanel no lado externo e lã mineral no lado interno (Figuras 6.15, 6.16, 6.17).

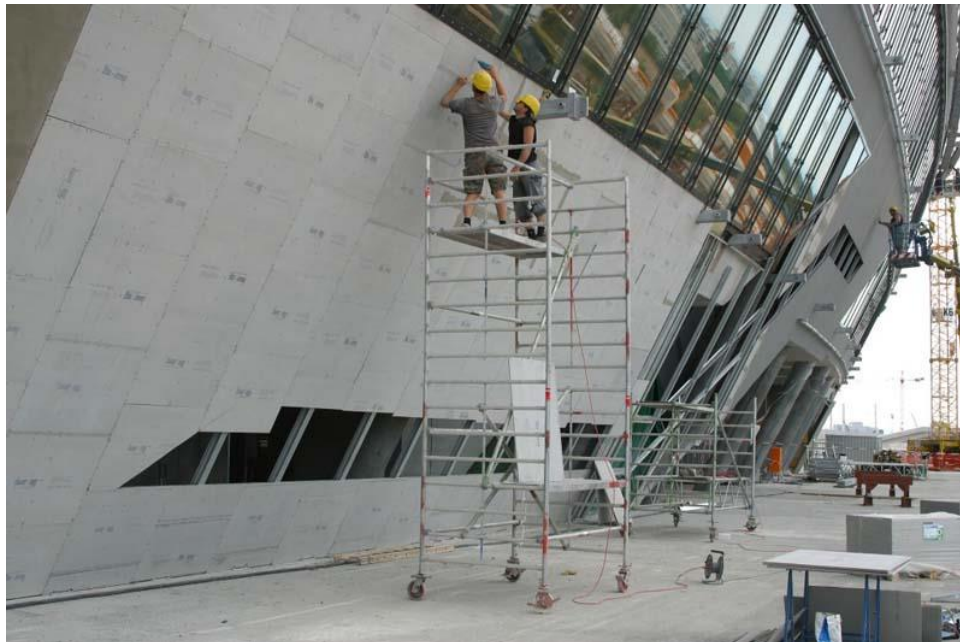


Figura 6.15 -Construção do fechamento do Allianz Arena

Fonte: TÉCHNE, 2012

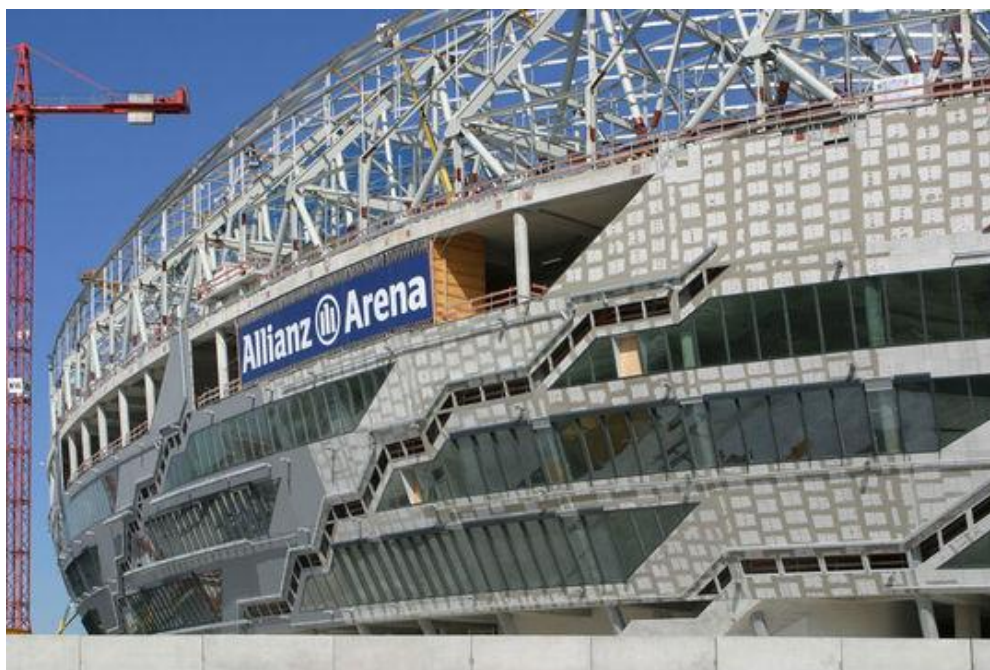


Figura 6.16 -Construção do fechamento do Allianz Arena

Fonte: KNAUF, 2012



Figura 6.17 -Allianz Arena

Fonte: KNAUF, 2012

Em 2011, o Hotel Ibis Canoas, Rio Grande do Sul, teve a sua construção filmada em tempo real para acompanhamento via internet, documentando a agilidade da construção. O projeto do hotel apresenta como característica principal a utilização do sistema de estrutura mista, aço e concreto; as lajes são em steel deck e o fechamento externo em LSF, sendo utilizado o sistema Aquapanel.



Figura 6.18 - Fachada com Aquapanel

Fonte: FINESTRA, 2012

6.4 Placlux - Placas e tratamento

A Placlux é uma empresa brasileira que atua desde 2007, fabricante de placa cimentícia e tratamento para juntas. As placas cimentícias da Placlux recebem o nome "ProFort ds" e são estruturadas com malha de fibra de vidro, possuem superfície polida e borda quadrada. (Tabela 6.7)

Estas placas não se prestam à parede curva e estão sujeitas à deformação caso fiquem expostas à intempéries por tempo maior que 15 dias sem aplicação do ProFort Base Coat System. E após o basecoat, mas sem pintura ou revestimento cerâmico, também há o limite de 15 dias para a exposição à intempéries.

Para o contraventamento, a Placlux recomenda o uso de cinta metálica em forma de "X" ou de chapas de OSB. O painel de OSB deve ser parafusado nos montantes, com parafusamento a cada 20 cm na vertical, 40cm na horizontal, com 15 cm no perímetro das bordas e com junta de 3 mm entre elas. O dimensionamento e a espessura da chapa são determinados pelo projeto estrutural, sendo que a espessura mínima do OSB deve ser de 11,1 mm. Como mostrado no desenho esquemático sobre o tratamento de juntas da Placlux, pode-se verificar que a placa de OSB é coberta com membrana hidrófuga e só então as placas cimentícias são instaladas.

A Placlux recomenda a necessidade de se deixar uma junta de dilatação de no mínimo 1 cm para cada área com 15 m de largura x 4 m de altura (60 m² de área) ou 15m lineares de placa aplicada. Para obras com aplicação de revestimento cerâmico, aplicar as juntas de dilatação nas placas conforme especificado acima e respeitar as juntas de dilatação do material especificado pelo fabricante do revestimentos.

Tabela 6.7 - Características das placas Placlux

Placas	Dados Técnicos	Tipo de aplicação
Placas ProFort ds - 8 mm	Dimensões (L x C): 1200 mm x 2400 mm	Área interna: <ul style="list-style-type: none"> • Forros; • Revestimentos; • Divisórias; • Fechamentos.
	Espessura: 8 mm	
	Superfície: Polida	
	Peso: 9,03 kg/m ²	
	Cor: Cinza	
Placas ProFort ds - 10 mm	Dimensões (L x C): 1200 mm x 2400 mm	Área interna e externa: <ul style="list-style-type: none"> • Fachadas 1,5 m de altura (máxima); • Platibandas 1,5 m de altura (máxima); • Divisórias internas e externas; • Forros internos e externas; • Chats; • Beirais.
	Espessura: 10 mm	
	Superfície: Polida	
	Peso: 11,12 kg/m ²	
	Cor: Cinza	
Placas ProFort ds - 12 mm	Dimensões (L x C): 1200 mm x 2400 mm	Área interna e externa: <ul style="list-style-type: none"> • Fachadas; • Fechamentos entre vãos de vigas e pilares estruturais; • Platibandas; • Paredes de revestimento externo; • Divisórias internas e externas; • Forros internos e externos; • Beirais.
	Espessura: 12 mm	
	Superfície: Polida	
	Peso: 13,20 kg/m ²	
	Cor: Cinza	

Fonte: PLACLUX, 2014

A distância entre as placas deve ser de 3 mm. A fixação deve ser iniciada pelo meio da placa, seguindo para as bordas e os parafusos devem ser colocados a uma distância mínima de 15 mm da extremidade da placa. A fixação das placas "ProFort ds", deve ser feita em posição contrária a fixação dos painéis de OSB.

A Placlux fabrica a membrana hidrófuga de alta resistência composta por polipropileno. A membrana é fabricada segundo a norma ASTM E96-00 (2000), método padrão norte-americano para avaliar a transmissão do vapor de água. (Quadro 6.5)

Antes de se iniciar o tratamento de superfície ProFort Base Coat System, deve-se verificar se a temperatura das placas ProFort ds está entre 4°C e 27°C, para que ocorra a cura adequada da massa, sem que esta se desidrate incorretamente, causando prejuízos mecânicos e acarretando patologias como trincas. Caso a temperatura esteja superior a 27°C, deve-se, primeiramente, borrifar água sobre toda a superfície das placas, de modo que esta resfrie, permitindo a temperatura ideal para a aplicação.

Quadro 6.5 - Instalação do sistema de placa cimentícia ProFort

ETAPA	TRATAMENTO
1 ^a	Preencher com a Massa ProFort Base Coat System os 3mm entre as placas, deixando as juntas niveladas.
2 ^a	Aplicar a fita ProFort Base Coat System (10cm de largura) sobre a junta.
3 ^a	Cobrir com a Massa ProFort Base Coat System. Aguardar de 3h a 6 h até a uniformidade da coloração da massa para iniciar a próxima etapa.
4 ^a	Aplicar a Massa ProFort Base Coat System em toda a extensão da placa utilizando uma desempenadeira dentada, formando uma camada de aproximadamente 5mm.
5 ^a	Posicionar a Tela de fibra de vidro ProFort Base Coat System (100cm de largura) sobre a superfície onde se aplicou a massa. Com o auxílio de uma desempenadeira lisa espalhe bem a massa de forma que a tela não fique visível. (Figuras 6.19 e 6.20)

Fonte: PLACLUX, 2014.

A aplicação do tratamento de superfície ProFort Base Coat System deve ser realizada sobre as placas "ProFort ds" secas ao toque (salvo a situação anterior onde torna-se necessário o resfriamento da placa) e com a coloração original de fábrica (cinza claro).

Em períodos chuvosos, as placas "ProFort ds" podem absorver umidade, sendo necessário aguardar que o tempo esteja seco para que elas possam expelir esta umidade. Desta forma, assegura-se que as placas não sejam seladas/impermeabilizadas com umidade retida após a cura do ProFort Base Coat System.



Figura 6.19 -Tela de fibra de vidro ProFort Base Coat System sobre massa

Fonte: Acervo da autora

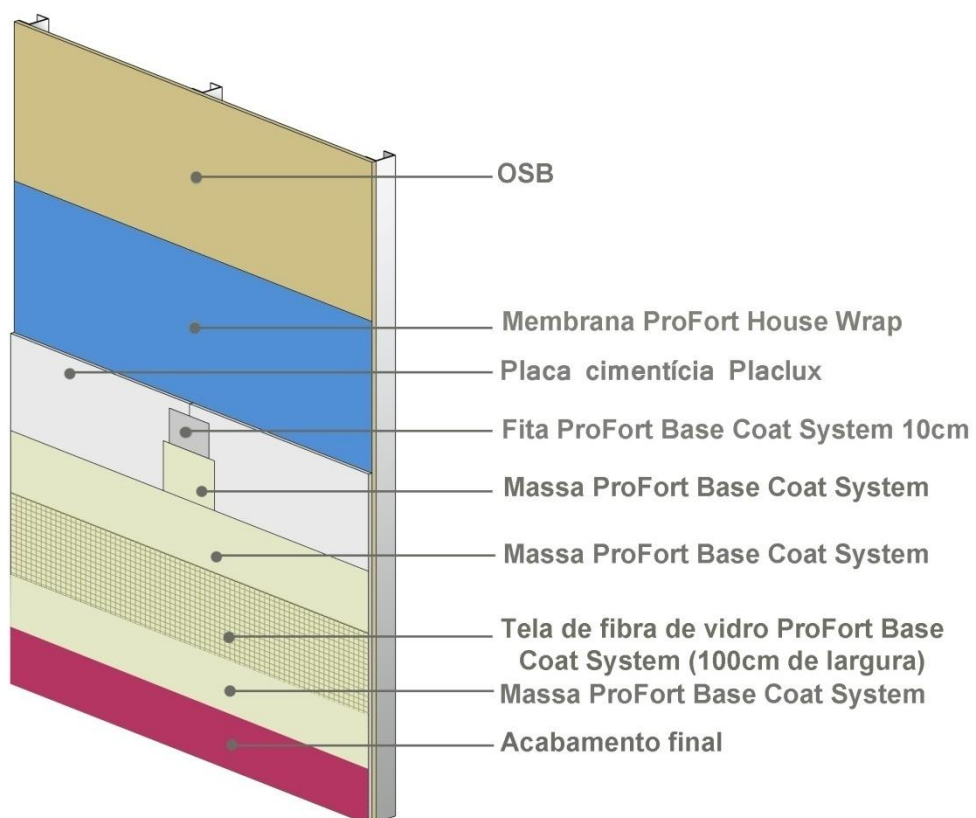


Figura 6.20 - Tratamento de juntas Placlux

Fonte: Elaborado pela autora

6.4.1 Exemplo de construção utilizando as placas Plaflux

A Arena do Futuro, sede do handebol (Olimpíadas) e golbol (Paraolimpíadas), está sendo construída para a Olimpíada de 2016 no Rio de Janeiro pela Construtora Dimensional Engenharia. Passados os jogos, a manutenção e a não utilização desta edificação se reverteria em um problema. Entretanto, a noção de arquitetura nômade, aplicada com sucesso à construção e montagem de parte das estruturas esportivas dos Jogos Olímpicos de Londres 2012, está sendo novamente incorporada à principal competição esportiva do planeta. Após os eventos esportivos, a Arena será desmontada e a estrutura transformada em quatro escolas municipais, em 2017, cada uma com capacidade para 500 alunos. O custo para construir a Arena é de cento e vinte e um milhões de reais. O custo para desmontar será de dezenove milhões de reais e para montar as quatro escolas será de trinta e um milhões de reais (FOLHA DE SÃO PAULO, 2014). A WPatrial, uma construtora fluminense, é responsável pelo fechamentos em LSF, usando as placas "ProFort ds" da Plaflux (Figura 6.21).

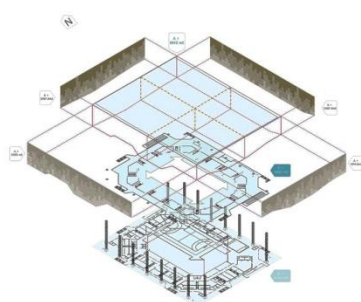




Figura 6.21 - Arena do Futuro

Fonte: OFICINA DE ARQUITETOS, 2013

6.5 Bricka - Placas e tratamento

A Bricka é uma empresa brasileira, com sede no Paraná, que fabrica placas cimentícias desde 1998. Suas placas cimentícias são reforçadas com duas telas de fibra de vidro, para torná-las mais resistentes. Possuem bordas rebaixadas, que facilitam o tratamento de juntas, melhorando o acabamento final. A empresa destaca que as placas não possuem celulose em sua composição, pois este componente é considerado pela Bricka como causador de inchaço devido à absorção de água, o que acarretaria trincas e, em caso de revestimento cerâmico, destacamento e queda das peças. Segundo Paulek (2015), a melhor tecnologia em placas cimentícias disponível no exterior são as placas feitas de concreto leve, que garantem uma durabilidade muito maior que as produzidas pelo método CRFS. Ele considera este último método passível de várias patologias e acrescenta que por ser o tipo de placa mais consumido atualmente no Brasil, estas patologias denigrem a imagem da placa cimentícia como um todo no mercado.

A empresa produz quatro modelos de placas: Plus, Light, Heavy e Flex (Tabela 6.8). As placas tem características determinadas para cada uso. (Quadro 6.6)

A Bricka não exige a tela envolvendo toda a superfície da edificação, embora admita o uso dela caso seja exigência de projeto. O tratamento de juntas Bricka é simples, apenas usando fita sobre massa de rejunte. Após isso, deve ser aplicada novamente a massa de rejunte hidrorrepelente, depois a massa nivelante hidrorrepelente. Sobre esta última, deve ser aplicado um fundo selador e só então o acabamento, que deve ser feito com revestimento texturizado fino, textura ou grafiato (Quadro 6.7).

Tabela 6.8 - Características das placas Bricka

Modelo	Espessura	Densidade	Largura	Altura	Área	Peso
BRICKAWALL <i>Plus</i>	8mm	11,51kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	12,4kg
			1,20m	2,40m	2,88m ²	33,0kg
	12,5mm	17,22kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	18,6kg
			0,90m	1,80m	1,62m ²	27,9kg
			1,20m	2,40m	2,16m ²	37,0kg
BRICAWALL <i>Light</i>	8mm	6,55kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	7,0kg
			1,20m	2,40m	2,88m ²	18,8kg
	12,5mm	12,07kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	13,0kg
			0,90m	1,80m	1,62m ²	19,5kg
			0,90m	2,40m	2,16m ²	26,0kg
BRICAWALL <i>Heavy</i>	8mm	16,09kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	17,4kg
	12,5mm	23,7kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	25,6kg
BRICAWALL <i>Flex</i>	12,5mm	16,82kg/m ²	0,90m	1,20m	1,08m ²	18,2kg
			0,90m	1,80m	1,62m ²	27,3kg
			0,90m	2,40m	2,16m ²	36,3kg

Fonte: BRICKA, 2012

Quadro 6.6 - Aplicações das placas Bricka

MODELO	TRATAMENTO
BRICKAWALL <i>Plus</i>	Locais com necessidade de maior resistência a impactos e paredes curvas com raio superior a 6 metros. Todos os usos.
BRICAWALL <i>Light</i>	Ideal para locais onde o baixo peso do produto é fundamental, tanto na colocação quanto para a estruturação da peça: beirais, forros, platibandas, marquises, testeiras, etc.
BRICKAWALL <i>Heavy</i>	Todos os usos, exceto beirais, marquises e forros.
BRICKAWALL <i>Flex</i>	Ideal para forros em arco, colunas redondas, paredes com cantos arredondados ou em qualquer local que necessite desenho curvo. Pode ser curvada com raio mínimo de 60cm. Não resiste ao fogo.

Fonte: BRICKA, 2012

O empresa possui sistema de tratamento de juntas, porém, não fabrica todos os componentes, apenas coloca a marca própria, após escolher fornecedores que ofereçam produtos de primeira qualidade (PAULEK, 2015) (Figura 6.22).

Quadro 6.7 - Tratamento de juntas Bricka

ETAPA	DESCRIÇÃO
1ª	Preencher os espaços entre as placas (horizontais, verticais, cantos e sobre a cabeça dos parafusos) com a massa de rejunte, utilizando uma espátula e uma desempenadeira de aço.
2ª	Aplicar em seguida a fita de fibra de vidro BRICKAWALL AR (álcalis resistente) com 5cm de espessura sobre a massa de rejunte ainda úmida.
3ª	Cobrir completamente a fita com a massa rejunte BRICKAWALL preenchendo o rebaixo das bordas. Remover todo e qualquer excesso antes do produto secar.
4ª	Aplicar uma camada da massa nivelante hidrorrepelente BRICKAWALL sobre toda a superfície da placa
5ª	Aplicar o fundo selador BRICKAWALL.
6ª	Aplicar o revestimento texturizado fino, textura ou grafiato BRICKAWALL.

Fonte: BRICKA, 2012.

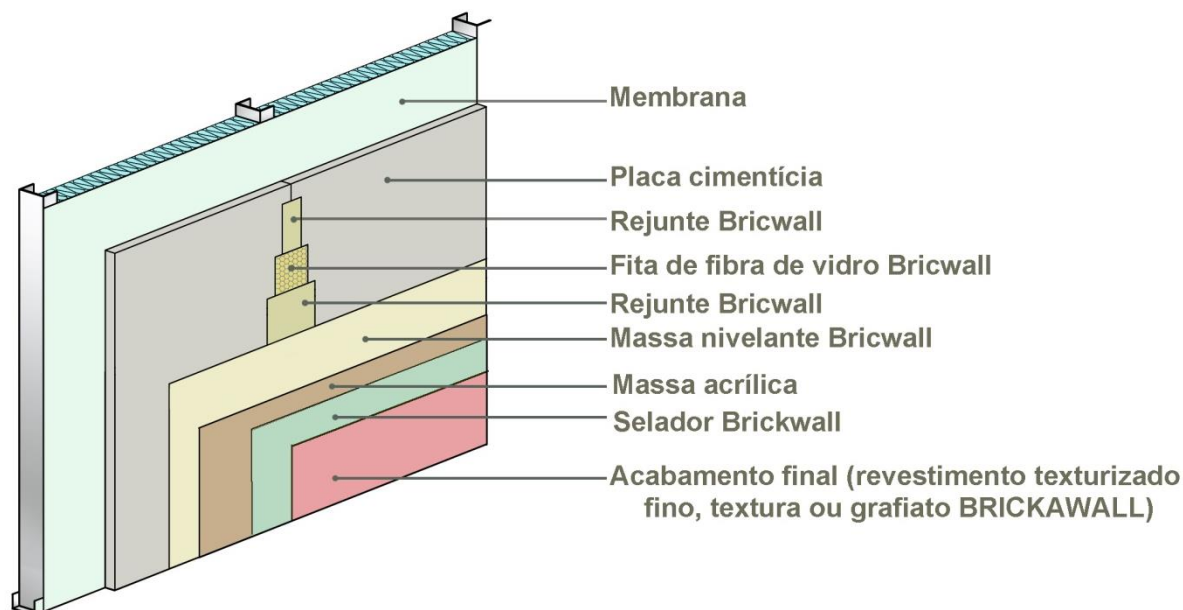


Figura 6.22 - Tratamento de juntas Bricka

Fonte: Adaptado de BRICKA, 2012

Ao ser questionada sobre a simplicidade do tratamento de juntas, a Bricka responde que o fator compensatório é a junta de dilatação. As recomendações da empresa são peremptórias quanto à necessidade de serem colocadas juntas de dilatação. As juntas devem se localizar a cada 5 m, na horizontal e na vertical (PAULEK, 2015) (Figura 6.23).

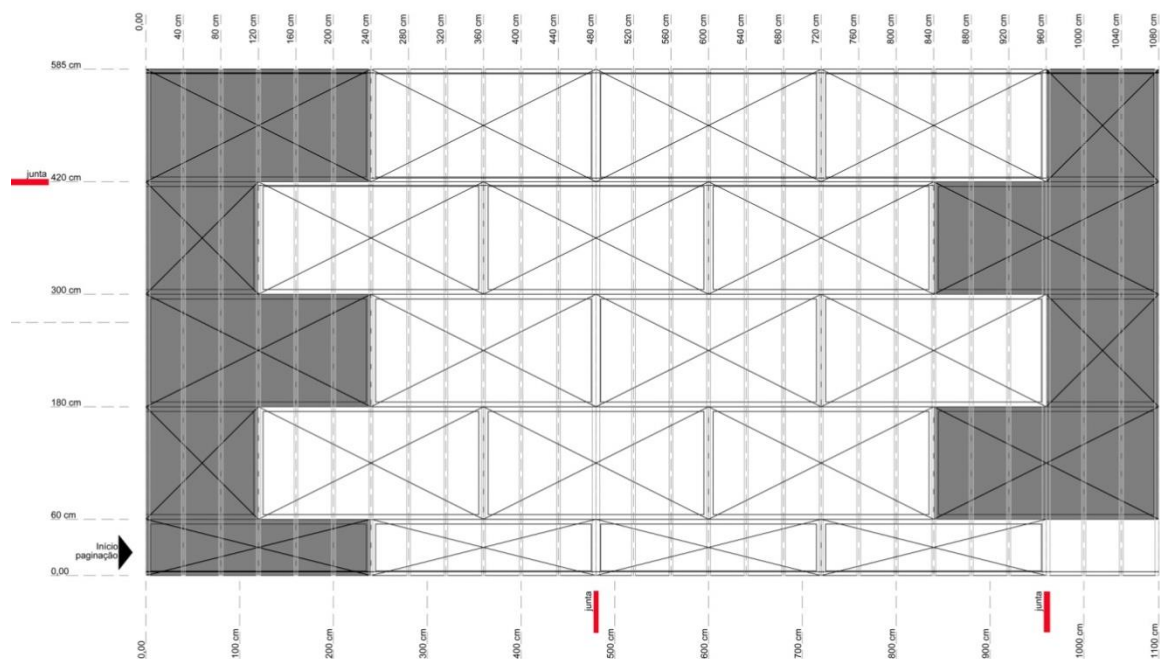


Figura 6.23 - Paginação de placas com juntas de dilatação.

Fonte: BRICKA, 2012

Para as juntas de dilatação, usa-se o delimitador e o selante PU. O delimitador é um fio maciço e flexível de polietileno e o PU Brickawall é um selante com elasticidade e resistência ao rasgamento. Devem ser deixados 5 mm de espaço entre as placas. Introduzir o delimitador de 6mm de diâmetro na fenda entre as chapas. Ele tem a função de economizar o selante elástico e evitar que este entre em contato com o perfil. Deve-se aplicar o selante PU BRICKAWALL com pistola sobre o delimitador para nivelar e vedar a junta. O PU é elástico e permite que os painéis de placa trabalhem evitando trincas e rachaduras (Figura 6.24).

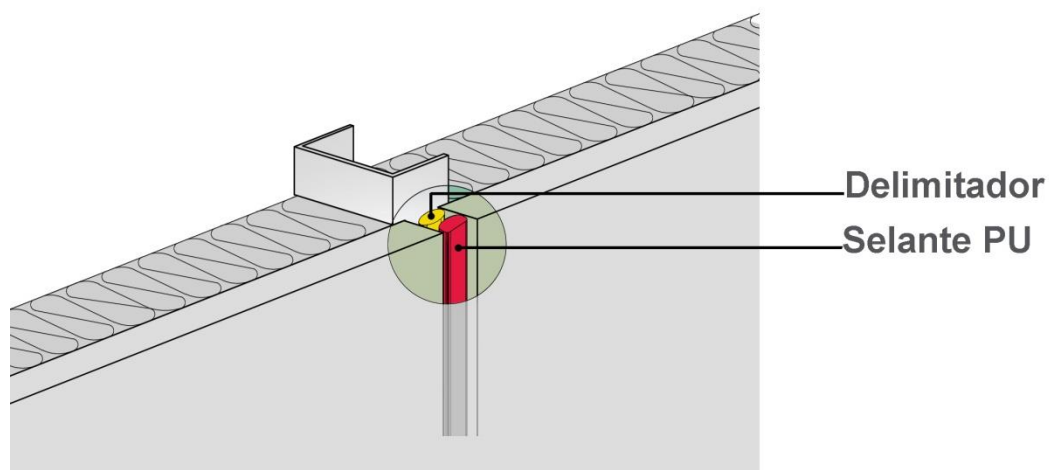


Figura 6.24 - Tratamento de juntas de dilatação

Fonte: Adaptado de Bricka, 2012.

6.5.1 Exemplos de construção utilizando placas Bricka

A Construtora Elofer foi criada em Curitiba em 1978 e pertence ao mesmo grupo empresarial das Placas Bricka. Ela executa várias obras em LSF ou estrutura em aço/concreto com fechamento em LSF (Figura 6. 25). Em 2012, a Elofer construiu para a Copanhia de Habitação Popular de Curitiba (COHAB) 45 casas de 33m² em LSF (Figura 6.26).



Figura 6.25 - Edifício da empresa Processo Industrial - Pinhais, PR

Fonte: BRICKA, 2012



Figura 6.26 - Casa da COHAB - Curitiba, PR

Fonte: BRICKA, 2012

6.6 USG Durock NEX Gen

A USG é uma empresa norte-americana, que atua no Brasil importando e comercializando placas cimentícias, dentre outros produtos. A placa cimentícia da USG (Figura 6.27) é formada por um processo contínuo de pasta de cimento Portland com aditivos especiais, agregada com malhas de fibra de vidro polimerizada, que abrange completamente as superfícies das bordas, da parte traseira e da parte dianteira. Sua aparência em uma face é lisa, para aplicação de revestimentos cerâmicos ou pinturas; e em outra é rugosa, para aplicação de chapisco ou texturas e as bordas são arredondadas. A USG trabalha com um único tamanho de placa: 1,22mx 2,44m, espessura de 12,7mm. Estes valores correspondem à sua medida em polegadas, 4' x 8', e 1/2", respectivamente, visto que as placas são importadas do Estados Unidos.

A USG não fabrica todos os componentes do tratamento de junta: apenas a fita Durock Exterior Tape é própria. Os outros produtos recomendados pela USG no tratamento de junta de suas placas são: a massa basecoat deve ser da Saint-Gobain ou da New York Stucco e membrana hidrófuga a ser utilizada é a Tyvek, da DuPont (Figura 6.28). Como as placas são importadas, sua fabricação não segue a norma NBR 15498 (ABNT, 2007), mas testes e diretrizes da ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS e da ANSI - AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE.

O tratamento de junta deve seguir as etapas conforme descrito no quadro 6.8

Quadro 6.8 - Tratamento de juntas USG

ETAPA	DESCRIÇÃO
1ª	Aplicar a membrana hidrófuga.
2ª	Sobre a linha de encontro das placas, aplicar a fita de 10cm para junta.
3ª	Aplicar a massa basecoat e aguardar 4h para a secagem.
4ª	Aplicar a malha de reforço sobre a massa basecoat.
5ª	Aplicar novamente a massa basecoat e aguardar 72 h para cura.

Fonte: USG BRASIL, 2015.

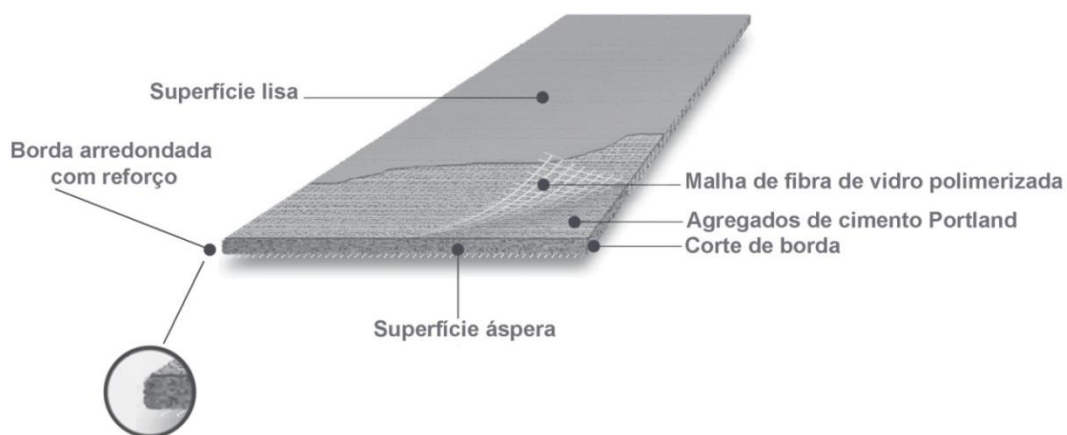


Figura 6.27 - Placa USG

Fonte: USG BRASIL, 2015.

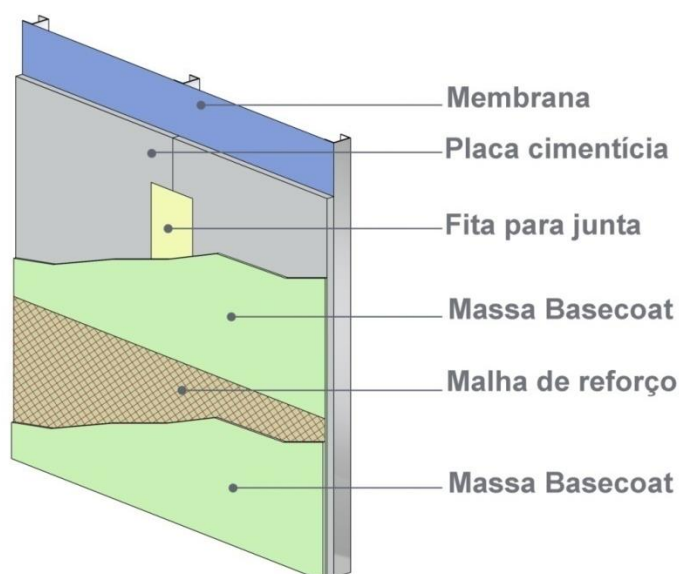


Figura 6.28- Tratamento de juntas entre placas USG

Fonte: Adaptado de USG BRASIL, 2015

6.6.1 Exemplos de construções usando placas USG

A IDEA Sistemas, de Itatiba, São Paulo, é uma das empresas pioneiras no uso do LSF no Brasil. Atua em grandes obras, muitas delas apenas no fechamento em LSF. A última grande obra executada pela IDEA foi na construção da fábrica da AMBEV, na cidade de Ponta Grossa, Paraná. A obra, de 95.000m², foi executada pela Matec Engenharia, sendo a IDEA responsável pelo fechamento em LSF. A estrutura é em concreto (Figuras 6.29, 6.30).



Figura 6.29 -Fábrica da AMBEV em construção

Fonte: SIMON ENGENHARIA, 2014.



Figura 6.30 - Fábrica da AMBEV em construção

Fonte: IDEA SISTEMAS, 2015.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Diagnóstico das placas cimentícias no Brasil

O LSF já é um sistema construtivo estabelecido no Brasil. Quinze anos após as primeiras edificações, o sistema, se não popular, já é conhecido e considerado como uma alternativa ao método tradicional brasileiro de se construir: concreto armado e tijolos. Como defende Santiago (2015), o LSF poderia ser um sistema convencional, visto que há normas brasileiras que suprem todas as partes do sistema.

O sistema de fechamento externo é um dos mais importantes no processo construtivo como um todo, pois está diretamente ligado à imagem e ao conforto das edificações. Sua racionalização pode resultar em economia em outros subsistemas envolvidos no processo construtivo como esquadrias, instalações e revestimentos (SALES, 2001)

Inicialmente, o fechamento externo das edificações em LSF era executado em OSB, porém, este exigia um acabamento final de alto custo, o que propiciou a utilização da placa cimentícia de forma generalizada no fechamento externo no Brasil. Nos Estados Unidos, o OSB é comumente usado nos fechamentos externos, seja em sistemas *wood* ou *steel framing*. Embora a placa cimentícia seja mais resistente a ataques de insetos (cupins), ela é mais susceptível ao rigoroso inverno do hemisfério norte. Durante o congelamento/descongelamento, a expansão e posterior contração das fibras tornam o material poroso e sujeito à entrada de água, reduzindo significativamente a resistência da placa (KUNDER; SHAH, 2010).

Um fator cultural também pode ser considerado ao se comparar o fechamento externo em OSB e placa cimentícia entre os dois países: enquanto os Estados Unidos faz uso constante e longo de construções em madeira, o Brasil, acostumado ao concreto armado, considera a madeira um material "fraco", "pouco resistente". Portanto, além do preço do revestimento sobre o OSB, esta desconfiança em relação à madeira é um outro fator que motiva o uso de placas cimentícias no mercado brasileiro.

Atualmente, no Brasil, já é bastante comum a utilização de divisões internas dos edifícios em *DryWall*. Porém, uma aplicação para o LSF, comum em muitos países mas ainda pouco conhecida e utilizada no país, é como elemento de fechamento vertical de

fachadas em edifícios com estrutura convencional de aço ou de concreto (SANTIAGO, 2008).

Ao se iniciar a pesquisa sobre fechamentos externos no LSF, foi constatada um número significativo de fabricantes de placas cimentícias, porém, apenas as empresas de maior expressão disponibilizam tratamento próprio para as juntas entre as placas. O fator que definiu as diretrizes para este trabalho foi a observação sobre a não padronização do tratamento de juntas. Não há uma norma específica sobre quais procedimentos e materiais adotar. Foi feito, então, um levantamento sobre as placas cimentícias e os tratamentos dos fabricantes escolhidos como objeto de estudo.

As várias placas cimentícias disponíveis no mercado brasileiro se diferem pelo processo de fabricação, pelo formato de borda, ou pela densidade.(Quadro 7.1)

Quadro 7.1 - Comparativo entre processos de fabricação, peso e borda entre as placas cimentícias estudadas neste trabalho.

MARCA	PROCESSO DE FABRICAÇÃO	PESO	BORDA
Brasilit	Cimento reforçado com fios sintéticos (CRFS)	17kg/m ²	rebaixada
Aquapanel	Cimento reforçado com tela de fibra de vidro	16kg/m ²	arredondadas
Placlux	Cimento reforçado com duas telas de fibra de vidro	13,20 kg/m ²	quadrada
Bricka*	Cimento reforçado com duas tela de fibra de vidro.	17,22kg/m ²	rebaixada
USG	Cimento reforçado com tela de fibra de vidro nas superfícies.	13kg/m ²	arredondadas

*Considerando a placa Brickwall Plus

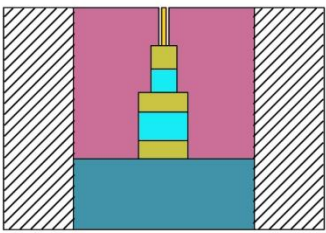
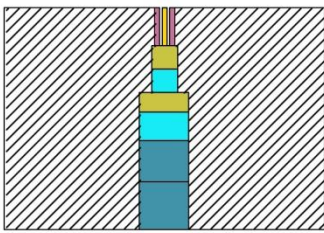
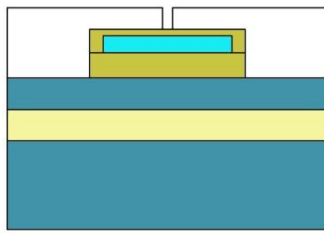
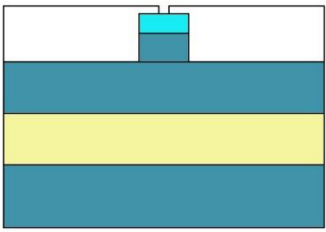
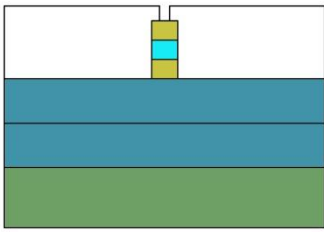
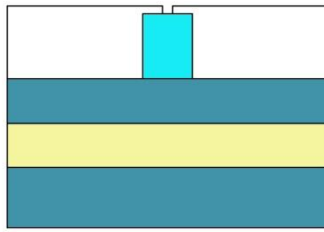
Dentre os profissionais entrevistados, o sistema Aquapanel, da alemã Knauf, foi o mais citado como a melhor opção. Entretanto, alguns esclarecem que optam por outros fabricantes por considerar o preço do Aquapanel muito alto.

O sistema que mais se assemelha ao Aquapanel é o da brasileira Placlux. Estes e a USG recomendam o uso da malha de reforço. A Bricka não a indica, embora aceite se for recomendação de projeto. A malha de reforço funciona como um "embrulho", unindo as placas na tentativa de não se deixarem movimentar, evitando a propagação de trinca na massa. A Bricka é a mais enfática quanto à necessidade de junta de dilatação.

A Placlux é a única empresa estudada que indica o OSB no contraventamento, recomendação seguida, de fato, pelas construtoras estudadas que utilizam placas da empresa.

Dentre os tratamentos de juntas estudados, apenas o da Brasilit e o da Drylevis não revestem totalmente as placas. Nestas, o tratamento é feito em 2,5cm em cada placa a partir da junta (Drylevis) ou 65cm (Brasilit). No quadro 7.3, que representa um esquema comparativo entre todos os tratamentos estudados, as placas da Brasilit e as placas usadas no tratamento da Drylevis aparecem em destaque (hachura), representando a não cobertura de massa sobre elas.

Quadro 7.3 - Esquema comparativo entre os tratamentos de juntas de placas cimentícias entre as empresas estudadas

Brasilit	Drylevis	Knauf
 <ul style="list-style-type: none"> Fundo de junta Primer Massa para rejunte Fita Massa para acabamento 	 <ul style="list-style-type: none"> Fundo de junta Primer Massa para rejunte Fita Massa para acabamento 	 <ul style="list-style-type: none"> Massa para rejunte Fita Massa para acabamento Tela
Placlux	Bricka	USG
 <ul style="list-style-type: none"> Fita Massa para acabamento Tela 	 <ul style="list-style-type: none"> Massa para rejunte Fita Massa para acabamento Selador acrílico 	 <ul style="list-style-type: none"> Fita Massa para acabamento Tela

7.2 Conclusões

Shumpeter defende que a inovação é o elemento motriz da evolução do capitalismo. A aceitação do novo passa por um processo onde a análise e constatação de ganhos perpetua sua utilização. Embora o concreto armado ainda predomine o cenário da construção civil brasileira, seu uso implica em desperdícios de materiais e recursos naturais, além de muitas ocorrências de erro, resultado de uma mão de obra primária e da falta de planejamento. Ao se constatar estes problemas perenes, o LSF surge como uma opção que apresenta diferenciais positivos em relação à construção tradicional brasileira. Seu uso pode ser observado em obras de relevância, demonstrando uma

mudança na cultura de construir. O setor já demonstra uma enorme necessidade de inovação.

Este trabalho teve como objetivo o conhecimento sobre as várias formas de fazer o tratamento de junta de placas cimentícias, fonte significativa de patologia no LSF. Embora esteja presente no Brasil há quinze anos, o LSF ainda é considerado um sistema inovador e como tal, ainda há muito desconhecimento e novidades relacionados a ele. O tratamento de juntas de placas cimentícias não segue um procedimento padrão, sendo as placas e seus insumos diferentes fabricante por fabricante. Deste modo, estabeleceu-se a necessidade de um estudo fizesse um levantamento sobre o que há disponível e sobre como é feito este tratamento. Conhecer os tratamentos mais utilizados pode ser o início de um processo para estabelecer quais soluções são mais eficientes.

A seleção para os tratamentos estudados foi feita por meio de pesquisas com construtores, que indicavam qual placa usavam e qual tratamento seguiam. Todos seguem o tratamento recomendado pelo fabricante da placa que usam. A eventual ausência de empresas de renome no trabalho deve-se apenas à não citação de uso de suas placas dentre os construtores consultados.

Assim, consolida-se no Brasil a construção industrializada, que só traz benefícios, eliminando desperdício e atrasos. A construção industrializada no Brasil já é uma realidade. O grande número de fabricantes de insumos para o LSF é a constatação de que o sistema já alcançou a confiança de parte expressiva do público leigo, podendo ser considerada uma inovação que se estabeleceu frente a um cenário de construção tradicional e que está estabelecido há longo tempo no país.

7.3 Sugestões para pesquisas futuras

Este trabalho teve como objetivo conhecer os principais tratamento de juntas de placas cimentícias disponível no Brasil. Com a consolidação do uso de placas cimentícias no fechamento externo das edificações em LSF e com a catalogação de empresas fabricantes de chapas e construtoras relevantes no cenário nacional, duas pesquisas podem ser sugeridas:

- Investigação pós ocupação sobre o desempenho das placas cimentícias citadas, assim como coleta de impressão dos usuários.
- Uma análise comparativa entre as marcas de placa cimentícias citadas neste trabalho (visto que foram as mais citadas por construtores). A utilização destas e de outras obras avaliando o comportamento de cada tratamento e suas eventuais falhas. Esta análise comparativa determinaria os melhores tratamentos de juntas de placa cimentícias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND,2009. Disponível em:<<http://www.abcp.org.br/colaborativo-portal/perguntas-frequentes.php?id=27> 12 de março- 9:25H>. Acesso em: 03 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formatados a frio – Padronização. Rio de Janeiro, 2003. 37p.

_____. **NBR 15.498**: Placa plana cimentícia sem Amianto – Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2007. 26p.

_____. **NBR 15.498**: Placa de fibrocimento sem Amianto – Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2014. 23p.

_____. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais.Rio de Janeiro,2014. 24p.

_____.**NBR 14715-2**: Chapas de gesso para drywall Parte 2: Métodos de ensaio . Rio de Janeiro, 2010. 17p.

_____.**NBR 6461**: Bloco cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1983. 3p.

_____. **NBR 5753**: Cimento Portland - Ensaio de pozolanicidade para cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro, 2010. 9p.

_____. **NBR 15.575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013

_____. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro, 1996. 13p.

_____. **NBR 15270: Componentes cerâmicos** - Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações - Rio de Janeiro, 2005. 92 p.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE.**ANSI A118.9**: Methods and specification for cementations backer unit.. Atlanta, 1999.4p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E96-00** Standard test method for water vapor transmission of materials. Philadelphia, 2000.

AGOPYAN, Vahan.; JOHN, Vanderley Moacyr - **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Série Sustentabilidade. Vol. 5. São Paulo. Editora Blucher, 2011. 141p.

BARLUENGA, G. **La Junta em los Sistemas de Elementos para Fachada:Función Constructiva, Compositiva y Estructural**. 2002. 215p. Tese (Doutorado em Arquitetura) -Universidade Politécnico de Madrid, Espanha, 2002

BENÉVOLO, Leonardo - **História da Arquitetura Moderna** - Ed. Perspectiva, 1998 - pg 233.

BRASIL, 2014 - Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/12/2014/12/obras-de-novas-moradias-usam-tecnologia-inovadora-em-uberaba-mg>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

BRASILIT, 2014 - Disponível em: <www.brasilit.com.br>. Acesso em 12 nov. 2014.

BRICKA, 2012 - Disponível em:<www.bricka.com.br>. Acesso em 18 jan. 2015.

BONGATTI, Suellen - Coordenadora da Construtora Sequência. Entrevista concedida em 04 nov. 2014.

BUENO, Sérgio - Acervo fotográfico pessoal, 2015.

CAMPOS, Holdianh Campos - **Avaliação Pós-Ocupação de Edificações Construídas no Sistema *Light Steel Framing***. 2010 .148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Minas Gerais, 2010.

CARVALHO, Luciana - Diretora da Construtora Salinas Steel Frame - Entrevista concedida em 9 abr. 2015.

CASA ABRIL, 2013 - Disponível em: <www.casa.abril.com.br>. Acesso em: 18 nov. 2014.

CASTRO, Eduardo Munhoz de Lima - Os sistemas de coberturas e fechamentos que formam a moderna arquitetura em aço. In:CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA

CONSTRUÇÃO METÁLICA, **Anais...** Constramental 2014, 02 a 04 de setembro de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

CASTRO, Maria Luiza.; KRÜGER, Paulo G. von. Unidades de seleção tecnológica e inovação na construção habitacional no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 217-233, jul./set. 2013.

CBCA - CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2009 - Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-detalhes.php?cod=6422>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

CBCA - CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - **Steel Framing: Arquitetura** - Rio de Janeiro, 2012

CBCA - CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**- Rio de Janeiro, 2014.

CISER, 2015 - Disponível em:< <http://www.ciser.com.br/produtos/construcao-civil/21957301>>. Acesso em 21 mai. 2015.

CONSTRUSECO, 2014. Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/noticias.html>> Acesso em: 09 mar. 2015

CORAZZA, Rosana Icassatti, FRACALANZA, Paulo Sérgio. Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas - **Nova Economia_Belo Horizonte_14 (2)_127-155_maio-agosto de 2004**

COUTTS, Robert S. P; A review of Australian research into natural fibre cement composites. **Cement and Concrete Composites**, v. 27, edição 5, p. 518-526, 2005.

CONSTRUTORA SEQUÊNCIA, 2005 - Disponível em:<<http://www.construtorasequencia.com.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2014.

CRASSTO, Renata C. de M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados**. 2005. 231p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Minas Gerais, 2005.

DECORLIT, 2013. Disponível em: <<http://www.decorlit.com.br/placa-cimenticia.html>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

DRYLEVIS, 2011 - Disponível em:<<http://www.drylevis.com.br/inovacao.html>>. Acesso em: 29 out. 2014.

ENCYCLOPEDIA OF CHICAGO. Church Architecture. 2004. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.chicagohistory.org/pages/1058.html>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

ENFEDAQUE, Alejandro; CENDÓN, David; GÁLVEZ, Francisco; SÁNCHEZ-GÁLVEZ, Vicente - Failure and impact behavior of facade panels made of glass fiber reinforced cement(GRC) - **Engineering Failure Analysis** 10/2011; 18(7):1652-1663.

EXCLUSIVE REALTY BRAZIL, 2015. Disponível em: <<http://exclusiverealtybrasil.com/properties/bahia/trancoso/292>>. Acesso em: 22 mar.2015.

FOLHA DE SÃO PAULO, 2014 - Disponível em:<<http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2014/12/117918-arena-de-handebol-rio-2016.shtml>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

FINESTRA - Ed. Arqpress - Edição 77 - Nov-Dez 2012.

FONTENELLE, João Heitzmann. **Sistema de fixação e juntas em vedações verticais constituídas por placas cimentícias: estado da arte, desenvolvimento de um sistema e avaliação experimental**, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

GUIMARÃES, Rúbio. 2011. Disponível em:<<http://comunidade.maiscomunidade.com/conteudo/2011-07-02/imoveis/5119/ENTULHOS-TEM-A-SUA-FUNCAO.pnhtml>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

IDEA SISTEMAS, 2015. Disponível em:<<http://www.ideasistemas.com.br>>. Acesso em 18 mai. 2015.

IFBQ - INSTITUO FALCÃO BAUER DE QUALIDADE. 2011. Disponível em: <http://www.ifbq.com.br/NL_1011_DATAec.aspx> Acesso em:24 nov.2014.

IKAI, S.; REICHERT, J. R.; RODRIGUES, A. V.; ZAMPIERI, V. A.Asbestos-freetechnology with new high toughness polypropylene (PP) fibers in air cured Hatschek process. **Construction and Building Materials**. vol 24, p. 171-180, 2010.

IKAI, Sérgio -Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento da Saint-Gobain - Entrevista concedida em 25 mai. 2015.

JOHN, Vanderley Moacyr; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. 2003. In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS DOMICILIARES, São Paulo.

JOHN, Vanderley Moacyr; OLIVEIRA, Daniel Pinho; LIMA, José Antonio Ribeiro de Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais. Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo: Projeto FINEP 2386/04, 2007.

KIRBY, Richard Shelton; **WITHINGTON**, Sydney; **DARLING**, Arthur Burr; **KILGOUR**, Frederick Gridley - **Engineering in History**- Dover Publications - 325 - 1990.

KNAUF, 2012 - Disponível em: <<http://knauf.com.br/?id=728>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

KUDER, Katherine G.; SHAH, Surendra P. Processing of high-performance fiber-reinforced cement-based composites. **Construction and Building Materials**, 24, p. 181-186, 2010

MARIUTTI, Alexandre. Utilização de *Light Steel Frame* em obras de médio e grande porte. In: CONSTRUMETAL – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2010, **Anais ...**São Paulo, 2010.

METÁLICA, 2013 - Disponível em: <<http://wwwo.metlica.com.br>> Acesso em: 13 mai. 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007 - Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php>. Acesso em: 13 nov. 2014

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009 - Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php>. Acesso em: 11 mar. 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013 - Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php>. Acesso em: 14 nov. 2014

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. **Uma teoria evolucionaria da mudança econômica**, UNICAMP, 2005.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**, 2ª Ed. São Paulo, PINI Ltda, 1997, p. 23, 29-33, 37,40,54.

OFICINA DE ARQUITETOS, 2013 - Disponível em: <<http://oficina.arq.br/projeto/arena-temporaria-de-handebol-e-golbol-rio-2016/>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

OKINO, Esmeralda Yoshico Arakaki; TEIXEIRA, Divino Eterno;SOUZA, Mário Rabelo de; SANTANA, Marcos Antonio Eduardo; SOUZA, Maria Eliete de., **Propriedades de chapas OSB de Eucalyptus grandis e de Cupressus glauca**, Sci. For., Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 123-131, jun. 2008.

OLIVEIRA, Aline Basso - **Melhoria do processo Hatschek, por meio de tratamentos de dados históricos, para fabricação de telhas onduladas**. 2010. 102p Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, José Sérgio dos Santos- Entrevista concedida por telefone - Ministério das Cidades - 16 de março de 2015.

PAULEK, Douglas Mazeika - Engenheiro Civil da empresa Bricka - Entrevista concedida em 14 mai. 2015.

PBH - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2012 - Anexo 5 - Especificações de Projetos e de Obras das Unidades de Ensino -Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/contents.do?evento=conteudo&idConteudo=48517&chPlc=48517&pIdPlc=&app=salanoticias>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

PERUZZI, Antônio de Paulo. **Estudo das alternativas de uso sem características álcali resistente em elementos construtivos de cimento Portland**, 2007. 182p. Tese (Doutorado em Arquitetura). Universidade de São Paulo,Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2007.

PINIWEB, 2003 - Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/chapas-cimenticias-sao-alternativa-rapida-para-uso-interno-ou-externo-79978-1.aspx>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

PLACLUX, 2014 - Disponível em:<<http://placlux.com.br>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

PLANALTO, 1995 - Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9055.htm?from=Eternit> Acesso em 22 jun. 2015.

PLANALTO, 1997 - Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ decreto/1997/D2350.htm?from=Eternit>. Acesso em 22 jun. 2015.

PRECISÃO DRYWALL, 2014 - Disponível em:<[www.http://precisaodrywall.com.br](http://precisaodrywall.com.br)>. Acesso em: 08 abr. 2015.

QEZEIN, 2015 - Disponível em: <<http://www.qzein.com/build-a-wooden-framehouse/timber-frame-house/>>. Acesso em 12 jun. 2015.

RODRIGUES, Alexandre - Gerente de produtos da empresa Brasilit/Saint-Gobain. Entrevista concedida em 20 jan. 2015.

SAINT GOBAIN, 2013 - Disponível em:<<http://www.saint-gobain.com.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

SANTIAGO, Alexandre K.- Gestor técnico da empresa Construseco - Grupo Flasan - Entrevista concedida em 19 fev. 2015.

SANTIAGO, Alexandre K. **O uso do sistema *Light Steel Frame* associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2008. 168p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Ouro Preto,Ouro Preto, Minas Gerais, 2008.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SIMON ENGENHARIA, 2012 - Disponível em:<<http://www.simonengenharia.com.br>> . Acesso em: 18 mai. 2015.

TÉCHNE, 2003 - Disponível em: <[http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/79/ artigo285285-1.aspx](http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/79/artigo285285-1.aspx)>. Acesso em: 19 mar. 2015.

TÉCHNE, 2008 - Disponível em: <[http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/139/ artigo286547-1.aspx](http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/139/artigo286547-1.aspx)>. Acesso em: 11 mar. 2015.

TÉCHNE, 2011 - Disponível em: <[http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/176/ artigo285902-2.aspx](http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/176/artigo285902-2.aspx)>. Acesso em: 27 nov. 2014.

TÉCHNE, 2012 - Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/186/chapas-versateis-aplicacao-de-chapas-cimenticias-em-fachadas-ganha-287984-1.aspx>>. Acesso em: 12 de mai. 2015.

TÉCHNE, 2013 - Disponível em: <<http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/196/artigo-294064-5.aspx>>. Acesso em: 11mar. 2015

TYPES OF FRAMING CONSTRUCTION, 2013. Disponível em: <<http://insightfulservices.com/2012/12/2-types-of-framing-construction/>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

TUTI, 2015 - Disponível em: <<http://www.tuti.arq.br/blog/historia-do-steel-frame/>>. Acesso em 11 mai. 2015.

USG, 2015. Disponível em:<<http://usgbrasil.com.br>>. Acesso em: 03 mai. 2015.

VIEIRA, Rosele Marques -Teoria da firma e inovação: um enfoque neo-schumpeteriano. **Cadernos de Economia** (Unochapecó. Impresso), v. 14, p. 36-49, 2010.

VIVAN, André Luiz. **Projetos para produção de residências unifamiliares em *light steel framing***.2011. 209 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade de São Paulo, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, São Carlos, São Paulo, 2011.

Páginas do encarte publicitário da empresa Leroy Merlin, de março de 2013, explicando, nas páginas 3 e 11, sobre o sistema LSF e também oferecendo produtos que compõem o sistema como perfis de aço galvanizado, telhas asfálticas do tipo shingle, placas cimentícias, lâ de vidro, chapas de OSB e gesso acartonado.

Feito de aço

Nem tijolo nem cimento.
A estrutura do telhado desta área de lazer foi construída em "steel frame" - ou estruturas em aço leve, em tradução livre para o português. Esse sistema

de construção seca tem como principal matéria-prima o aço galvanizado, material que possui alta resistência, desde a umidade e cupins até ao fogo e a corrosão.

Para essa construção, o Cliente precisava de uma solução rápida e limpa nos fundos do terreno com a casa já construída. O uso do steel frame garante inúmeras vantagens,

como o controle do orçamento e desperdício próximo do zero. Isso porque o número de peças é definido antes e elas chegam prontas para a montagem.

É importante não confundir steel frame, que tem capacidade estrutural, com drywall, que serve para vedação.

Para aguentar a carga das caixas d'água aposte em paredes com perfis do steel frame, que são mais espessos.

As paredes perto da churrasqueira receberão essas placas de drywall cor-de-rosa, resistentes ao fogo.

O carrinho de mão foi pintado na cor Dinamic Blue (SW 6958), da linha de tintas metalatex fosco Sherwin Williams, produzidas na **Fábrica de Cores da Leroy Merlin**.

Traga o seu projeto na Leroy Merlin que nossos assessores de vendas te ajudam a calcular o material necessário. Além de indicar montadores especializados.




A cobertura de estrutura metálica com inclinação de 12% e serças a cada 80cm foi revestida com telhas shingle.

Consulte nas lojas Leroy Merlin a disponibilidade de treliças para vigas e pilares, com diferentes opções de tamanhos.

Guilherme Colozzi Arquitetura
www.guilhercolozzi.com.br
facebook.com/guilhercolozziarquitectura
Todos os produtos Leroy Merlin usados neste ambiente estão sinalizados nas lojas pela etiqueta.

[Site web](#)
[twitter.com/LeroyMerlinBR](#)
[facebook.com/LeroyMerlinBR](#)
[instagram.com/leroymerlinbr](#)
[pinterest.com/leroymerlinbr](#)
[youtube.com/LeroyMerlinBR](#)
[plus.google.com/+LeroyMerlinBR](#)
[Blogleroymerlin.com.br](#)

Vantagens do Steel Frame

É um sistema construtivo de casas e telhados que utiliza como base estrutura de aço.



Vantagens

- ✓ Rápidez na construção e limpeza na obra
- ✓ Durabilidade e resistência (resiste a moresias)
- ✓ Obra sustentável
- ✓ Não precisa de fundação
- ✓ Barato a longo prazo
- ✓ Não conduz eletricidade

Compare - Para um projeto de 54m²

Steel Frame



Perda de material 4%
Resíduo 1 a 2%
Base radier
Tempo da obra 4 meses

Alvenaria



Perda de material 20%
Resíduo 30%
Base fundação
Tempo da obra 12 meses

steel frame, chapa osb e acessório



NOVIDADE

R\$ 12,90

CHAPA OSB HOME
9,5x1200x2400mm, LP Brasil
13,5x1200x2400mm - R\$ 14,90 cada
CODIGO: 8H12027



NOVIDADE

R\$ 119,90

PLACA CIMENTICIA
10x1700x2400mm, indicado para construção steel frame, cuped frame e fechamento. Placa.
CODIGO: 8H12027



NOVIDADE

R\$ 18,90

CHAPA OSB TECHSHIELD
11x1200x2400mm, LP Brasil
CODIGO: 8H12027



R\$ 15,90

ROLO Lã DE PET
30x1200x1200mm
CODIGO: 8H12027



NOVIDADE

R\$ 35,90

CUMEIRA VENTILADA
3m, aplicação em telhados, maior durabilidade à cobertura e conforto térmico. LP Brasil
CODIGO: 8H12027



R\$ 20,90

PLACA DE Lã DE PET
10x1200mm, tecido branco. Steelit
CODIGO: 8H12027



NOVIDADE

R\$ 69,90

TELHA SHINGLE SUPREME
330x414mm, 4 vãos mais leve, diversas cores. LP
CODIGO: 8H12027



NOVIDADE

R\$ 103,90

TELHA SHINGLE DURATION
330x414mm, 4 vãos mais leve, na cor areia. LP
CODIGO: 8H12027

aço para telhado



R\$ 68,90

MÃO FRANCESA
3m, aço galvanizado, obra longa e sem desperdício. TEC-GERM
CODIGO: 8H12027



R\$ 34,90

RIPA
3m, aço galvanizado, 2 vãos mais leve que a madeira. TEC-GERM
CODIGO: 8H12027



R\$ 387,90

VIGA
3m, aço galvanizado, 2 vãos mais leve que a madeira. TEC-GERM
CODIGO: 8H12027



R\$ 61,90

TABEIRA LATERAL
3m, aço galvanizado, 2 vãos mais leve que a madeira. TEC-GERM
CODIGO: 8H12027



R\$ 81,90

CABRO
3m, aço galvanizado, 4 vãos mais leve, 1,20m. TEC-GERM
CODIGO: 8H12027

Fases do Steel Frame

Base - Fundação rasa: Laje onde toda a estrutura é apoiada, nela se instala elétrica e hidráulica.



Montagem Perda: Estruturas metálicas que são parafusadas umas às outras.



Fechamento - Opções: chapa cimentícia, OSB ou gesso (uso interno), isolamento acústico; lâ de rocha, lâ de PET ou lâ de vidro.



Cobertura: telha shingle com OSB ou outro tipo de telha. Acabamento: todos utilizados na alvenaria comum.

