

Guia de Sistemas para Produtos Planos

Placas, Painéis e Acessórios para Construção Industrializada



*A solução da **Brasilit** para os
fechamentos da sua obra.*



Qualidade, excelência em serviços e respeito pelas pessoas e pelo meio ambiente também são marcas registradas Brasilit.

Brasilit. Pioneira no desenvolvimento do CRFS – Cimento Reforçado com Fios Sintéticos. A alternativa segura para a substituição definitiva do amianto.

No segmento de fibrocimento, a **Brasilit** é a marca de maior expressão no Brasil, com produtos de alta qualidade e excelente custo-benefício.

Foi pioneira na substituição do amianto, com a tecnologia CRFS – Cimento Reforçado com Fios Sintéticos, empregada hoje na fabricação de telhas, placas cimentícias e painéis, e vem ampliando sua linha de produtos com a introdução das linhas de subcoberturas, acessórios e componentes para seus sistemas.

A Brasilit está onde você precisa. Com atendimento ágil e fornecimento garantido.

São 5 fábricas e 4 depósitos, incluindo o setor de produção do Fio PP (Polipropileno), a principal matéria-prima dos produtos acabados, na unidade de Jacareí-SP.

Mas a **Brasilit** amplia cada vez mais as atividades, exportando seus produtos também para cerca de 20 países. Essa aceitação comprova o reconhecimento da qualidade das telhas **Brasilit**, fabricadas com a tecnologia CRFS – Cimento Reforçado com Fios Sintéticos.



Depósitos:

Ibiporã-PR, Manaus-AM, Porto Velho-RO e Vespasiano-MG.



Fábricas:

Belém-PA, Capivari-SP, Esteio-RS, Jacareí-SP e Recife-PE.



Grupo Saint-Gobain. Líder mundial em materiais para construção.

Criado em 1665 para a fabricação de vidros e espelhos para o Palácio de Versalhes, o grupo **Saint-Gobain** sempre foi um ator importante no desenvolvimento industrial mundial.

Com atuação marcante em diversos segmentos econômicos, destaca-se no setor de produtos para construção, sendo líder europeu ou mundial em cada uma de suas atividades, graças à sua tradição de pioneirismo e qualidade.

Produzindo materiais de alta tecnologia, oferece sistemas adaptados aos desafios atuais da construção civil e desenvolve-se contínua e rapidamente, através de:

- presença em 64 países;
- cerca de 191.500 colaboradores;
- 14 centros de pesquisa e desenvolvimento distribuídos na Europa, América do Norte e América do Sul.

A **Saint-Gobain** está presente no Brasil há mais de 70 anos e suas marcas são reconhecidas pela qualidade e presença nacional.

Orientação, serviços e assessoria técnica. Nossa responsabilidade vai muito além de fabricar as melhores telhas do mercado.

A **Brasilit** dispõe de engenheiros e arquitetos que, além de orientação técnica aos consumidores, promovem palestras nas principais universidades do país e cursos técnicos para a rede de distribuição.

A **Brasilit** também oferece serviços de assessoria em projetos para sua obra.

Além disso, por meio dos Centros de Treinamento, a **Brasilit** oferece formação profissional, contribuindo para a evolução do segmento e a qualificação da mão de obra.

Certificação ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001. O reconhecimento da nossa qualidade, respeito pelo meio ambiente, segurança e saúde no trabalho.

Aperfeiçoar processos, produtos, serviços, qualidade e operação são preceitos que fazem parte da política de gestão integrada da **Brasilit**.

Esse comprometimento com as pessoas e com o meio ambiente conferiu, na unidade de Jacareí, a certificação de um dos mais respeitados institutos do mundo: a SGS, líder mundial em inspeções, verificações e testes.





Telhas de Fibrocimento Brasilit

As telhas de fibrocimento **Brasilit** seguem as normas técnicas brasileiras e contam com a exclusiva tecnologia CRFS (Cimento Reforçado com Fios Sintéticos), por isso, são resistentes, versáteis e de fácil montagem, tornando o projeto mais econômico e prático.

Além disso, o design moderno confere beleza e dá um toque todo especial a qualquer projeto, oferecendo um resultado sempre harmonioso, com melhor acabamento e encaixe perfeito.

Ondulada



Fibrotex



Ondina



Ondina Plus*



Kalheta



Kalheta 49



Kalhetao 90



Onda 50



Maxiplac



Colonial



Telhas Especiais Brasilit

As telhas especiais **Brasilit** apresentam grande variedade de cores, o que permite diversificar o projeto e adaptá-lo a diversos estilos. Elas são leves, resistentes, fáceis de instalar e têm durabilidade incomparável, contribuindo para a redução de custos com a mão de obra e um ótimo acabamento. O resultado disso é uma casa muito mais bonita, protegida e cheia de estilo.

Telha GraviColor*



Telha Shingle



Telha TopSteel



* Consulte a disponibilidade por região.

Subcoberturas e Acessórios

As subcoberturas para telhados **Brasilit** proporcionam isolamento térmico e acústico graças à sua estrutura impermeável de alta resistência e poder de vedação, além de protegerem contra infiltrações e vazamentos. Produtos indispensáveis para os projetos mais exigentes quando se trata de máximo conforto, de proteção de telhados ou da complementação do uso de telhas de fibrocimento ou cerâmica.

SolarMaxxi



LitFoil e LitFoil Plus

BrasiTape

FoilTape

Selamax

Placas e Painéis

A **Brasilit** oferece ao mercado plano produtos de alto desempenho, através de um rigoroso sistema de qualidade e grande variedade de medidas, que se traduzem em rapidez de montagem, redução de fundações, estruturas e flexibilidade, para atender às exigências de arquitetos, serralheiros e demais profissionais na construção de paredes, mezaninos, divisórias ou forros. As soluções mais eficientes para os mais diversos tipos de necessidades e acabamentos valorizam ainda mais a obra.

Placa Cimentícia Impermeabilizada



Masterboard



Lightboard



Construção Seca

A **Brasilit** oferece uma linha completa de acessórios, como perfis, massas, fitas e parafusos, que facilitam a instalação de seus produtos, além de proporcionarem um acabamento perfeito.

Parafuso para Placas Cimentícias



BrasiMassa



Perfil Metálico



FibroTape



Tyvek® HomeWrap®



Caixas d'Água de Polietileno 310/500/1000 L

As **Caixas d'Água de Polietileno** da **Brasilit** possuem design moderno, são extremamente leves, resistentes e fáceis de limpar. Seu sistema de fechamento dispensa o uso de acessórios, não solta pigmentos e bloqueia a entrada de luminosidade dentro do reservatório, impedindo a proliferação de algas e fungos. Além disso, são produzidas com tecnologia de ponta, com matéria-prima testada e aprovada pelo FDA (Food and Drugs Administration - EUA).



Sumário

Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit	
1.	APRESENTAÇÃO8
2.	INTRODUÇÃO8
3.	SISTEMAS CONSTRUTIVOS A SECO8
4.	VANTAGENS DOS SISTEMAS8
4.1.	Racionalidade e economia8
4.2.	Durabilidade9
4.3.	Versatilidade9
4.4.	Segurança9
5.	APLICAÇÕES DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS9
5.1.	Exteriores9
5.2.	Interiores10
6.	COMPONENTES DO SISTEMA10
6.1.	Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit10
6.1.1.	Características gerais das placas10
6.1.2.	Características físicas10
7.	DIMENSÕES, PESOS E APLICAÇÕES11
8.	TIPOS DE BORDA11
9.	IMPERMEABILIZAÇÃO11
10.	TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DAS PLACAS12
10.1.	Transporte12
10.2.	Armazenagem12
11.	ELEMENTOS COMPLEMENTARES13
11.1.	Elementos estruturais13
11.1.1.	Perfis de aço galvanizado para drywall13
11.1.2.	Perfis de aço galvanizado estruturais para steel framing14
11.1.3.	Perfis de madeira tratada para wood framing14
11.1.4.	Armazenagem dos perfis15
11.2.	Elementos de fixação15
11.2.1.	Para fixação de placa na estrutura16
11.2.2.	Buchas para fixação de objetos nas Placas Cimentícias17
11.3.	Elementos para Sistema de Tratamento de Juntas Invisíveis Brasilit17
11.4.	Elementos para Sistema de Tratamento de Juntas com Resina18
11.5.	Componente para tratamento de juntas aparentes18
11.6.	Banda acústica18
12.	DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PAREDES19
13.	PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM19
13.1.	Fundações19
13.2.	Estrutura20
13.3.	Paredes externas20
13.4.	Corte dos perfis21
13.5.	Corte das placas21
13.6.	Flexão das placas21
13.7.	Paginação das placas22
13.7.1.	Acabamento com junta aparente22
13.7.2.	Acabamento com junta invisível23
13.8.	Fixação das placas25
14.	FIXAÇÃO DAS PLACAS25
14.1.	Parafusadas25
14.2.	Placas coladas26
14.3.	Juntas de dilatação26
15.	TRATAMENTO DE JUNTA27
15.1.	Juntas aparentes27
15.1.1.	Juntas aparentes abertas27
15.1.2.	Juntas aparentes cobertas com mata-junta29
16.	TRATAMENTO DE JUNTAS INVISÍVEIS COM RESINA POLIÉSTER E FIBRA DE VIDRO29
16.1.	Recomendação inicial29
16.2.	Preparo da resina30
16.3.	Execução das juntas30
17.	TRATAMENTO DE JUNTA EM ÂNGULO INTERNO COM RESINA POLIÉSTER E FIBRA DE VIDRO31
17.1.	Execução da junta31
18.	TRATAMENTO DE JUNTA EM ÂNGULO EXTERNO31
18.1.	Execução da junta31
19.	SISTEMA PARA TRATAMENTO DE JUNTAS INVISÍVEIS BRASILIT32
19.1.	Componentes do sistema32
19.2.	Recomendações32
19.3.	Cuidados32
19.4.	Execução das juntas33
20.	TRATAMENTO DE JUNTAS EM ÂNGULOS INTERNOS34
20.1.	Execução das juntas34
21.	TRATAMENTO DE JUNTAS EM ÂNGULOS EXTERNOS34
21.1.	Execução das juntas34
22.	INSTALAÇÕES, ISOLANTES E REFORÇOS35
22.1.	Instalações elétricas35
22.2.	Instalação hidráulica, esgoto e aspiração35
22.3.	Reforços36
23.	BARREIRAS DE ÁGUA E VENTO36
23.1.	Materiais e equipamentos utilizados37
23.2.	Instalação Dupont™ Tyvek® HomeWrap®37
23.3.	Aberturas para portas e janelas39
23.4.	Abertura para encanamentos e parte elétrica42
23.5.	Isolamento termoacústico44
24.	LOCAIS ÚMIDOS45
24.1.	Impermeabilização da base da parede em áreas úmidas45
25.	ACABAMENTOS46
25.1.	Pintura46
25.1.1.	Nível 146
25.1.2.	Nível 246
25.1.3.	Nível 347

Sumário

25.2.	Papel de parede.....	47	42.2.1.	Instalação.....	70
25.3.	Cerâmica.....	47	42.2.2.	Recomendações.....	71
26.	FIXAÇÃO DE PEÇAS SUSPENSAS EM PAREDES	48	42.2.3.	Fixação	71
27.	APLICAÇÕES	49	42.3.	Masterboard em lajes secas.....	73
27.1.	Fachadas	49	42.3.1.	Instalação.....	73
27.2.	Fachada corrida.....	49	42.3.2.	Recomendações.....	73
27.3.	Fachada entre pisos.....	50	42.4.	Forro	74
27.3.1.	Fechamento limitado entre lajes	50	42.5.	Masterboard em escadas e patamares.....	74
27.3.2.	Revestimento de fachada	50	42.5.1.	Estrutura com painéis	74
28.	SIDING	51	42.5.2.	Estrutura com viga caixa	76
28.1.	Montagem	51	42.5.3.	Estrutura com painéis e quadros horizontais.....	76
28.2.	Detalhes de canto.....	51	42.5.4.	Patamar	77
28.3.	Cantos com perfis metálicos.....	52	42.6.	Cinemas e arquibancadas.....	77
28.4.	Detalhes de pingadeiras	53	42.7.	Acabamentos em pisos de Masterboard	77
28.5.	Detalhes de aberturas.....	53	42.7.1.	Carpetes, laminados e pisos vinílicos	78
29.	WOODFRAMING	55	42.7.2.	Cerâmicas.....	78
30.	PLATIBANDAS E FORROS DE BEIRAL	56	42.7.3.	Masterboard em divisórias	79
31.	PAREDES E REVESTIMENTOS INTERNOS	61	42.7.4.	Divisórias técnicas	80
31.1.	Cuidados	61	42.7.5.	Divisórias para sanitários.....	83
31.2.	Detalhamento.....	61	42.7.6.	Paredes e revestimentos	85
32.	DUTOS E SHAFTS	63	42.7.7.	Fixação de armários e peças suspensas.....	85
32.1.	Shafts para banheiros.....	64	42.7.8.	Acabamento de divisórias, paredes e revestimentos internos.....	85
33.	BRISES EM PLACA CIMENTÍCIA	65	43.	TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E MANUSEIO	87
34.	SEGURANÇA E PROTEÇÃO	66	43.1.	Transporte	87
35.	FERRAMENTAS	66	43.2.	Armazenamento	88
	Painéis Masterboard		44.	MANUSEIO	88
36.	APRESENTAÇÃO	68		Light Steel Framing	
37.	INTRODUÇÃO	68	45.	APRESENTAÇÃO	90
38.	CARACTERÍSTICAS DO MASTERBOARD	68	46.	INTRODUÇÃO	90
39.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	69	47.	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING	90
40.	ENSAIO DE REAÇÃO AO FOGO	69	47.1.	Vantagens no uso do sistema Light Steel Framing	93
41.	TABELA DE DIMENSÕES E PESOS	69	47.2.	Aplicações.....	94
41.1.	Masterboard 14 mm	69	47.3.	Tipos de perfis utilizados em LSF.....	94
41.2.	Masterboard 23 mm	69	47.4.	Métodos de construção	96
41.3.	Masterboard 40 mm	69	47.5.	Fundações	99
42.	APLICAÇÕES	69	47.5.1.	Laje radier	99
42.1.	Masterboard em pisos	70	47.5.2.	Sapata corrida ou viga baldrame	100
42.2.	Mezaninos.....	70	47.5.3.	Fixação dos painéis na fundação	100
			48.	PAINÉIS	102
			48.1.	Painéis estruturais ou autoportantes	102
			48.1.1.	Aberturas de vãos em um painel estrutural	103
			48.1.2.	Estabilização da estrutura	107
			48.1.3.	Travamento horizontal	110
			48.1.4.	Encontro de painéis	112
			48.1.5.	Emenda de guia	114
			48.2.	Painéis não estruturais	115
			48.3.	Paredes curvas, arcos e formas atípicas	116
			49.	LAJES	118
			49.1.	Tipos de laje	120
			49.2.	Vigamento de piso	122
			49.3.	Travamento horizontal	127
			49.4.	Escadas	128
			50.	COBERTURAS	131

Sumário

50.1. Tipos de coberturas	131	53. DIRETRIZES DE PROJETO	152
50.1.1. Coberturas planas	131	53.1. Industrialização da construção	152
50.1.2. Coberturas inclinadas	132	53.2. Coordenação modular	154
50.2. Coberturas estruturadas com caibros e vigas	133	53.3. Malhas modulares	155
50.2.1. Estabilização da cobertura estruturada com caibros e vigas	136	53.4. Projeto para produção	156
50.3. Coberturas estruturadas com tesouras ou treliças	136	53.5. Diretrizes para o projeto de arquitetura	157
50.3.1. Estabilização da cobertura estruturada com tesouras	144	53.5.1. Estudo preliminar	157
		53.5.2. Anteprojeto	157
		53.5.3. Projeto executivo e detalhamento	158
51. FECHAMENTO VERTICAL	145	54. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
51.1. Placas Cimentícias Impermeabilizadas.....	145		
51.2. Gesso acartonado	145	55. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E CÓDIGOS DOS PRODUTOS.....	164
51.2.1. Características das placas de gesso acartonado	146		
51.2.2. Perfis de aço para sistemas drywall	146		
51.3. Aspectos de projeto e execução	147		
51.4. Isolamento termoacústico	148		
52. LIGAÇÕES E MONTAGEM	149		
52.1. Ligações	149		
52.1.1. Parafusos	150		
52.1.2. Aplicações	151		

Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit



Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit

1. APRESENTAÇÃO

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** são ideais para a construção de sistemas construtivos a seco. A tecnologia exclusiva desenvolvida pela **Brasilit** para as placas garante produtos de elevado desempenho e ótima estabilidade dimensional.

Este manual apresenta os aspectos básicos de projeto e montagem para sistemas construtivos que utilizam **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit**. Tem como objetivo orientar arquitetos, engenheiros e demais profissionais da área da construção civil para a especificação correta desses sistemas construtivos, mas **não dispensa, de forma alguma, o cálculo estrutural e a participação de um profissional habilitado em todas as etapas da especificação e da obra.**

2. INTRODUÇÃO

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** foram desenvolvidas com a tecnologia CRFS (Cimento Reforçado com Fios Sintéticos) sem amianto. 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. Recebem ainda tratamento adicional de impermeabilização por imersão que confere maior estabilidade dimensional, resistência superficial à abrasão e maior impermeabilidade.

3. SISTEMAS CONSTRUTIVOS A SECO

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** transmitem aos sistemas construtivos que as utilizam suas qualidades específicas, além dos conceitos de industrialização e racionalização da construção a seco, melhorando a qualidade, o desempenho e trazendo vantagens expressivas quando comparadas aos sistemas construtivos tradicionais.

4. VANTAGENS DOS SISTEMAS

4.1. RACIONALIDADE E ECONOMIA

Baixo peso - O peso de paredes executadas com **Placas Cimentícias** pode chegar a 1/10 do peso de alvenarias tradicionais, possibilitando considerável redução no dimensionamento e custo das estruturas e fundação.

Maior limpeza e mínimo desperdício - Por ser um sistema modulado a seco e propiciar um quantitativo de materiais exato, elimina os desperdícios, a umidade e a sujeira.

Rapidez na montagem - A montagem dos sistemas construtivos com **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** é rápida e utiliza ferramentas simples e portáteis. O tempo de instalação pode chegar a 1/5 do tempo gasto em construções tradicionais, reduzindo o cronograma da obra.

Facilidade na aplicação das instalações - A sequência construtiva e os espaços internos existentes entre as estruturas e as placas simplificam a aplicação das instalações elétricas, hidráulicas, de telefonia, de sistemas de informação etc. sem necessidade de quebra e facilitam a localização, preparação e manutenção a qualquer momento.

4.2. DURABILIDADE

Resistência às intempéries.

Resistência à umidade.

Resistência a microorganismos - Graças à sua matriz cimentícia, não favorecem o desenvolvimento de cupins e fungos causadores de patologias como degradação e apodrecimento.

4.3. VERSATILIDADE

Facilidade nos acabamentos - A superfície das placas, após preparação específica, permite aplicar vários tipos de acabamentos, como pintura, texturas, cerâmicas, laminados plásticos, seguindo-se as recomendações de cada fabricante.

Fácil de trabalhar - As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** são fáceis de cortar, perfurar e parafusar, utilizando ferramentas leves e discos próprios para produtos abrasivos.

Isolamentos variados - As diferentes espessuras das placas e a utilização dos espaços internos para acomodação de lã de vidro possibilitam uma variação de índices de isolamento térmico e acústico.

Adequação dos espaços - Devido à fácil montagem e desmontagem dos sistemas de construção a seco, permitem uma melhor adequação dos espaços sem grandes transtornos.

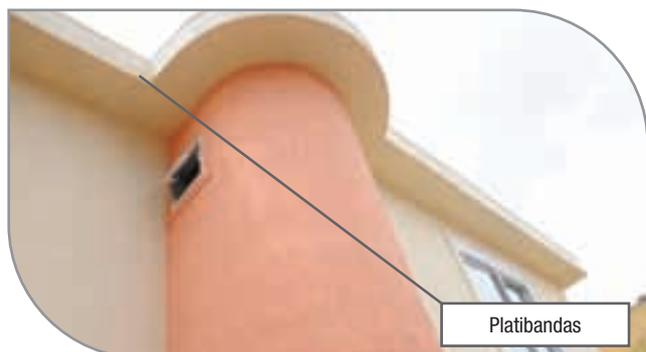
4.4. SEGURANÇA

Resistência ao fogo - As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** garantem proteção contra incêndios, pois não propagam chamas. Dependendo da sua configuração, é possível chegar a altos desempenhos em índices corta fogo.

5. APLICAÇÕES DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

5.1. EXTERIORES

- Paredes externas.
- Fachadas.
- Sidings.
- Platibandas.
- Beirais.
- Dutos.



5.2. INTERIORES

- Paredes internas.
- Revestimento.
- Áreas molháveis.
- Dutos e shafts.



Paredes internas



Paredes molháveis

6. COMPONENTES DO SISTEMA

6.1. PLACAS CIMENTÍCIAS IMPERMEABILIZADAS BRASILIT

6.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS PLACAS



RESPEITO AO MEIO AMBIENTE

Produto sem amianto, 100% reciclável.
A composição de cimento Portland, fios sintéticos e fibras celulósicas é perfeitamente ecológica.



RESISTÊNCIA À UMIDADE

Não se degrada na presença de umidade.



ELEVADA RESISTÊNCIA A IMPACTOS

Garantida pelos fios sintéticos.



RESISTÊNCIA A CUPINS E MICRO-ORGANISMOS

Graças à matriz cimentícia que não favorece o desenvolvimento de micro-organismos.



RESISTÊNCIA A FOGO

Incombustível.



ELEVADA DURABILIDADE

Característica de um microconcreto armado.



FLEXIBILIDADE

Para compor superfícies curvas.



BOM ISOLAMENTO TÉRMICO

Apresenta baixa condutibilidade térmica.



BOM ISOLAMENTO ACÚSTICO

Devido à densidade do material.



FACILIDADE NOS ACABAMENTOS

A superfície das placas permite aplicar vários tipos de acabamento, como pintura, texturas, cerâmicas, pastilhas, laminados plásticos etc.

6.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Densidade aparente: 1,60 g/cm³
- Absorção máxima de água: 30%
- Resistência a flexão (ambiente): Classe B – Categoria 3
- Resistência a flexão (saturada): Classe A – Categoria 3
Ver NBR-15498: 2007
- Variação dimensional: Máxima 2,0 mm/m
- Condutibilidade térmica: 0,35 w/mK

MPa = megapascal

w = watts

K = graus Kelvin

7. DIMENSÕES, PESOS E APLICAÇÕES

Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Peso placa (kg)	Peso p/m ² (kg)	Aplicação
6	1200	2000	24,4	10,2	Divisórias leves, forros, dutos de ar condicionado.
		2400	29,4		
		3000	36,7		
8	1200	2000	32,6	13,6	Paredes internas em áreas secas e úmidas, revestimentos de paredes comuns ou em subsolos.
		2400	39,2		
		3000	49,0		
10	1200	2000	40,8	17,0	Áreas secas ou úmidas internas e externas. Ideais para fechamento externo em sistemas steel framing e wood framing.
		2400	49,0		
		3000	61,2		
12	1200	2400	58,8	20,4	Para uso interno na compatibilização com drywall ou fechamentos internos ou externos que necessitam de maior resistência.
		3000	73,5		

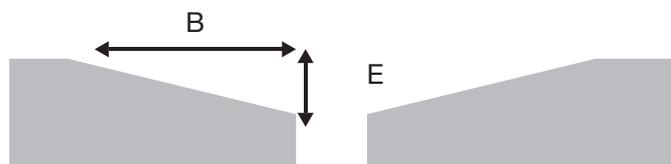
*Placas disponíveis com bordas longitudinais rebaxadas para junta invisível.

Obs: Placas com outras dimensões, cortes especiais, rebaixo em 3 ou 4 bordas sob consulta.

8. TIPOS DE BORDA

Bordas rebaxadas

Tratamento aplicado nas bordas das placas no sentido do comprimento para acomodar o tratamento de junta invisível. Medidas aproximadas: “b” (70 mm) e “e” (2,5 mm). Aplicável em placas acima de 6 mm de espessura.



Bordas quadradas (sem rebaixo)

Utilizadas na aplicação com juntas aparentes ou em painéis.

9. IMPERMEABILIZAÇÃO

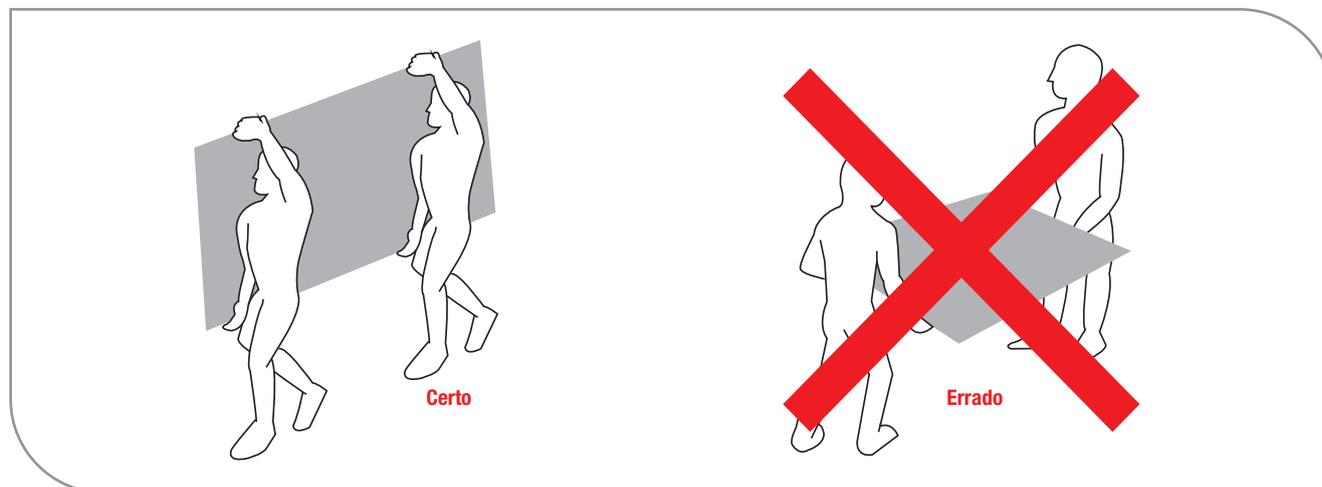
As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** recebem um tratamento de impermeabilização que garante estabilidade dimensional desde o transporte e estocagem até a aplicação, inclusive quando cortadas em obra.

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** podem apresentar variações de tonalidade em sua aparência entre lotes de produção.

10. TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DAS PLACAS

10.1. TRANSPORTE

O transporte manual das **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** deve ser feito com a placa deitada na vertical por dois homens, conforme ilustração.



Quando transportadas por empilhadeira ou grua, os paletes devem ser compostos de acordo com as espessuras:

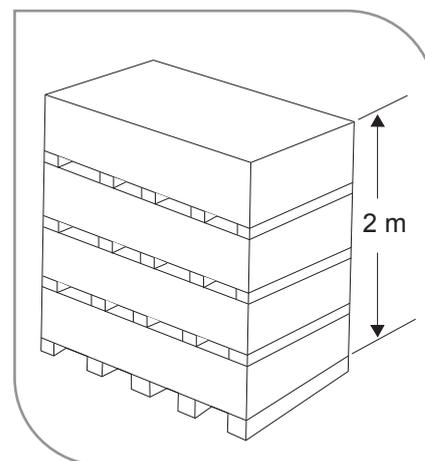
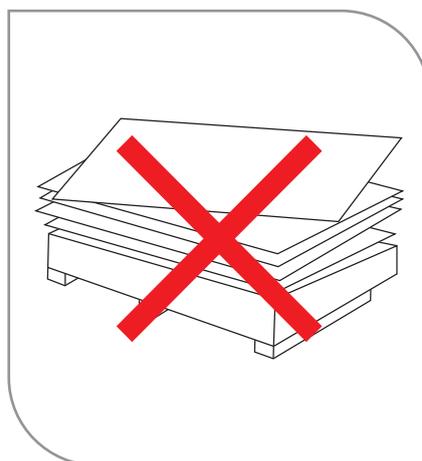
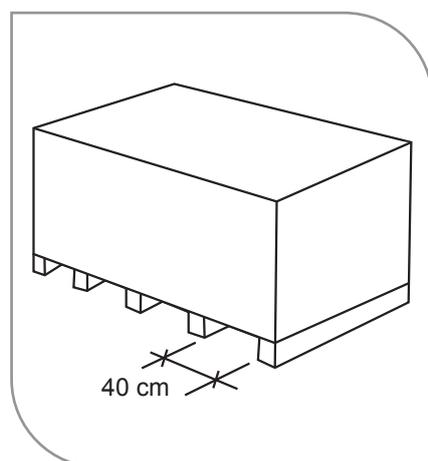
- 70 placas de 6 mm;
- 50 placas de 8 mm;
- 40 placas de 10 mm;
- 35 placas de 12 mm.

10.2. ARMAZENAGEM

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** devem ser estocadas em áreas cobertas, em solo plano, na horizontal sobre calços de madeira nivelados e espaçados a cada 40 cm.

O comprimento do apoio deve ser igual à largura das placas. Mantenha o alinhamento das placas na **pilha**, evitando sobras ou pontas que possam produzir deformações.

Verifique a capacidade de carga do piso antes de depositar as placas (1 m³ de **Placa Cimentícia** = 1.600 kg). Componha pilhas de placas com, no máximo, 2,0 m de altura.



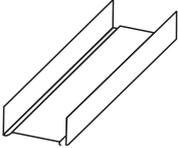
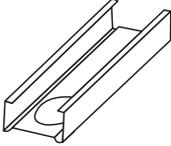
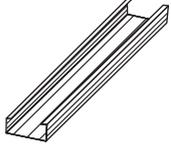
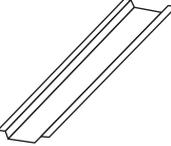
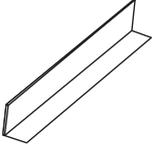
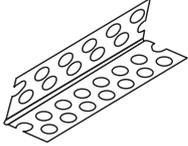
11. ELEMENTOS COMPLEMENTARES

11.1. ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Os elementos mais usados para dar suporte às **Placas Cimentícias** são os perfis de aço galvanizado estruturais para steel framing, mas também podem ser utilizados perfis de drywall e perfis de madeira tratada para wood framing.

11.1.1. PERFIS DE AÇO GALVANIZADO PARA DRYWALL

Perfis de aço galvanizado, espessura 0,50 mm e galvanização Z275, conforme norma ABNT NBR-15217 (2009).

Nomenclatura	Perspectiva	Desenho	Sigla	Medida (mm)	Aplicação
Guia U			G	70 90	Paredes, forros, revestimentos, reforços.
Montante			M	70 90	Paredes, forros e revestimentos.
Canaleta C			C	46	Forros e revestimentos.
Canaleta ômega 70/20			O	70/20	Forros e revestimentos.
Cantoneira 25/30			CL	25/30	Forros e revestimentos.
Cantoneira de proteção*			CP	23/23	Proteção de cantos vivos com 90°.

* Limite de aplicação sugerido. Para cargas superiores, consulte o Departamento Técnico Brasilit.

11.1.2. PERFIS DE AÇO GALVANIZADO ESTRUTURAIS PARA STEEL FRAMING

Especificação: aço ZAR mínimo 230 Mpa, proteção mínima de zinco Z180. Espessura 0,80, 0,95 e 1,25 mm, conforme norma ABNT NBR-15.253.

A **Brasilit** possui guias e montantes para steel framing com tratamento anticorrosão acima do exigido pela norma e espessura 0,95 mm.

Nomenclatura	Perspectiva	Desenho	Sigla	Medida (mm)			Aplicação
				a	b	c	
Guia - U U simples			U		92 142 202		Guia, ripa, bloqueador, sanefa.
Montante - M Ue			M		90 140 200		Montante, bloqueador, verga, viga, enrijecedor de alma.
Cartola - C			C				
				a	b	c	
				30	20	12	
				40	40	12	Ripa, terça.

11.1.3. PERFIS DE MADEIRA TRATADA PARA WOOD FRAMING

Recomenda-se a utilização de madeira de reflorestamento autoclavada tratada e seca, com garantia de resistência a fungos e cupins.

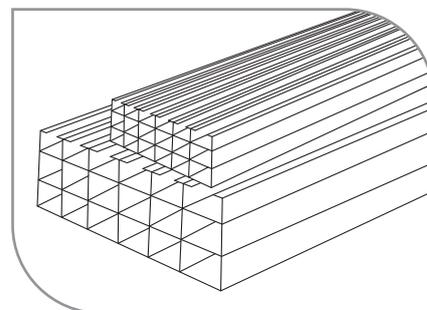
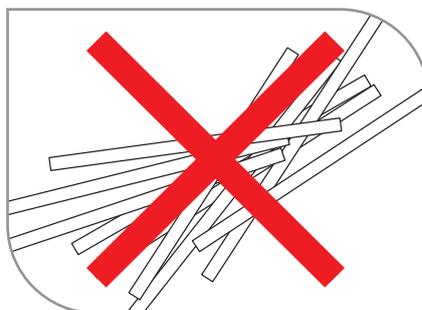
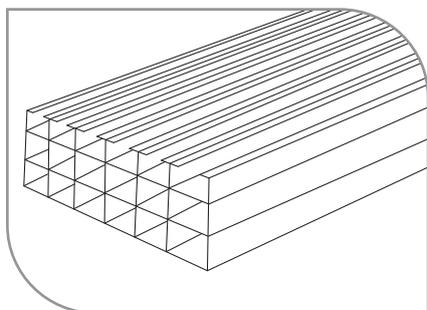
Perspectiva	Medida (mm)			Aplicação
	a	b	c	
	28	65	2500	Guias, montantes e reforços.
	28	85	2500	
	25	200	400	
	25	200	600	
	25	200	3000	
	50	100	2500	
	50	100	3000	

11.1.4. ARMAZENAGEM DOS PERFIS

Os perfis metálicos ou de madeira devem ser estocados em local coberto, em solo plano sobre calços, mantendo os perfis secos, amarrados e alinhados.

Evite balanços ou distorções que possam causar amassamentos, torção ou empenamentos nos perfis.

Perfis menores sempre devem ser apoiados sobre perfis maiores.



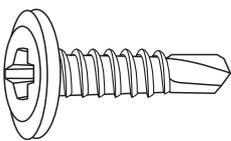
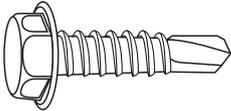
11.2. ELEMENTOS DE FIXAÇÃO

São peças utilizadas para fixação dos componentes dos sistemas construtivos entre si ou para fixação dos perfis estruturais nos elementos construtivos (lajes, vigas, pilares etc.).

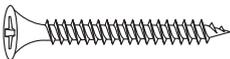
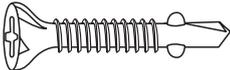
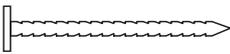
A fixação dos perfis estruturais nos elementos construtivos pode ser realizada com as seguintes peças:

- Buchas plásticas e parafusos com diâmetro mínimo de 6 mm.
- Rebites metálicos com diâmetro mínimo de 4 mm.
- Pregos de aço para fixação com pistola de impacto ou pólvora com diâmetro de ¼” e comprimento 1” ou 1 ¼” (para fixação temporária durante a obra).
- Chumbador com expansão por torque, radial e uniforme.
- A fixação dos componentes dos sistemas entre si pode ser feita por parafusos nas estruturas metálicas ou pregos nas estruturas de madeira.
- A fixação definitiva da estrutura na base é feita por elementos específicos dimensionados por profissionais habilitados.

Anotações

Tipo	Tratamento	Desenho	Diâmetro	Comprimento	Utilização
Parafuso para Fixação entre Perfis Brasilit "metal-metal"	Zincado		4,2 mm	13 mm	Fixação entre perfis de aço.
Parafuso Cabeça Sextavada Ponta Broca	Zincado		4,8	3/4"	Fixação entre perfis de aço.
Prego de aço tipo Ardox Ponta Broca	Zincagem a fogo		19 x 36		Fixação entre perfis de madeira.

11.2.1. PARA FIXAÇÃO DE PLACA NA ESTRUTURA

Tipo	Tratamento	Desenho	Diâmetro	Comprimento	Utilização
Cabeça Trombeta fenda Philips Ponta agulha	Zincado		6	1"	Fixação sobre estrutura de aço.
Parafuso Autobrocante Brasilit Ponta Broca sem asas	Zincado		4,2 mm	32 mm	Fixação sobre estrutura de aço.
Parafuso Autobrocante com asas Brasilit Ponta Broca com asas	Zincado		4,2 mm	32 mm	Fixação sobre estrutura de aço.
Prego de aço tipo Ardox ou anelado	Zincado a fogo		15 x 15		Fixação sobre estrutura de madeira.

Anotações

11.2.2. BUCHAS PARA FIXAÇÃO DE OBJETOS NAS PLACAS CIMENTÍCIAS

Tipo	Desenho	Parafuso	Diâmetro furo	Carga máxima (kg)
Bucha de expansão Kwik-Tog Hilti		6 x 2"	3/8"	15
Bucha basculante Toggler Bolt Hilti		1/4" x 2 1/2"	3/8"	30

11.3. ELEMENTOS PARA SISTEMA DE TRATAMENTO DE JUNTAS INVISÍVEIS BRASILIT

Produto	Embalagem	Imagem	Aplicação
Primer	5 kg		Preparação da região da junta para receber o tratamento.
Cordão de Poliuretano Expandido	Rolo 6 mm - 500 m		Delimitador de profundidade (fundo de junta).
Massa para Junta	Balde 5 kg ou 15 kg		Componentes para junta invisível com FibroTape .
FibroTape - tela de fibra de vidro ar (álcali-resistente)	Rolos de 46 m	 5 cm 10 cm	Componentes para junta invisível com Massa para Junta Brasilit .
Massa para Acabamento	Balde 5 kg		Acabamento para superfície da junta.

11.4. ELEMENTOS PARA SISTEMA DE TRATAMENTO DE JUNTAS COM RESINA

Produto	Embalagem	Imagem	Aplicação
Resina Poliéster (Primer 2A, Primer 2B e Resina Pré-Acelerada)	1 kg		Componentes para junta com resina poliéster.
	5 kg		
Catalisador MEK ou DU 58	20 ml		Componentes para junta com resina poliéster.
	100 ml		
Manta de fibra de vidro de 450 g	Rolo de 100 m de largura		Componentes para junta com resina poliéster.

11.5. COMPONENTE PARA TRATAMENTO DE JUNTAS APARENTES

Produto	Embalagem	Imagem	Aplicação
Selamax	Bisnaga 400 g		Elastômero à base de poliuretano (PU), componente para junta aparente.
Cordão de Poliuretano Expandido	Rolo 6 mm - 500 m		Delimitador de profundidade (fundo de junta).

11.6. BANDA ACÚSTICA

A “banda acústica” ou “fita de isolamento” é uma fita auto-adesiva de espuma de elastômero, que deve ser posicionada entre a guia e o piso na fixação dos painéis de steel framing, bem como entre montantes e juntas de **Placas Cimentícias**. Por sua elasticidade, essa fita adapta-se à rugosidade e às imperfeições das superfícies e, desse modo, aumenta a vedação e absorve as vibrações sonoras, atenuando significativamente a transmissão de ruídos entre ambientes contíguos.

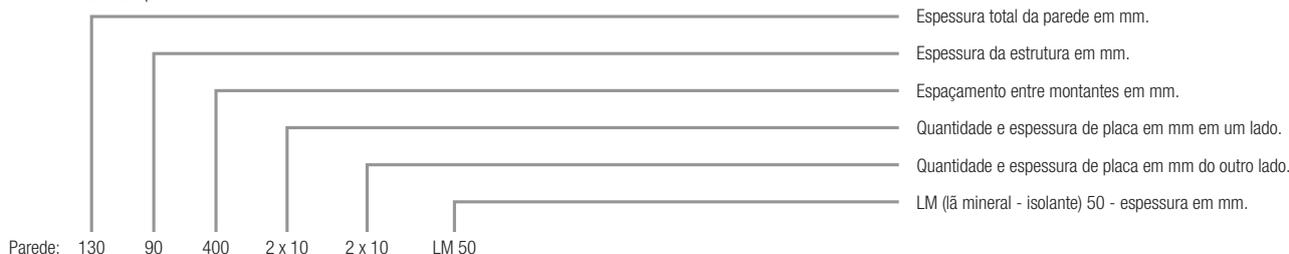
12. DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE PAREDES

Os sistemas de paredes com **Placas Cimentícias Impermeabilizadas** apresentam alto desempenho quanto à resistência mecânica, resistência ao fogo e isolamento acústico, além de durabilidade ao longo do tempo.

A seguir são mostrados, como exemplo, os desempenhos de dois tipos de parede:

Nomenclatura*	Corte	Especificação	Isolamento acústico R_w^{**}	Resistência ao fogo (minutos)***
Parede 110/90/400/10-10		Placa Cimentícia 10 mm Estrutura 90 mm Placa Cimentícia 10 mm	45 dB	CF 30
Parede 130/90/400/2 x 10 - 2 x 10/ LM 50		Placa Cimentícia 2 x 10 mm Estrutura 90 mm Lã mineral 50 mm Placa Cimentícia 2 x 10 mm	57 dB	CF 120

* Nomenclatura das paredes:



** R_w = índice de redução sonora ponderado, medido em decibels (dB)

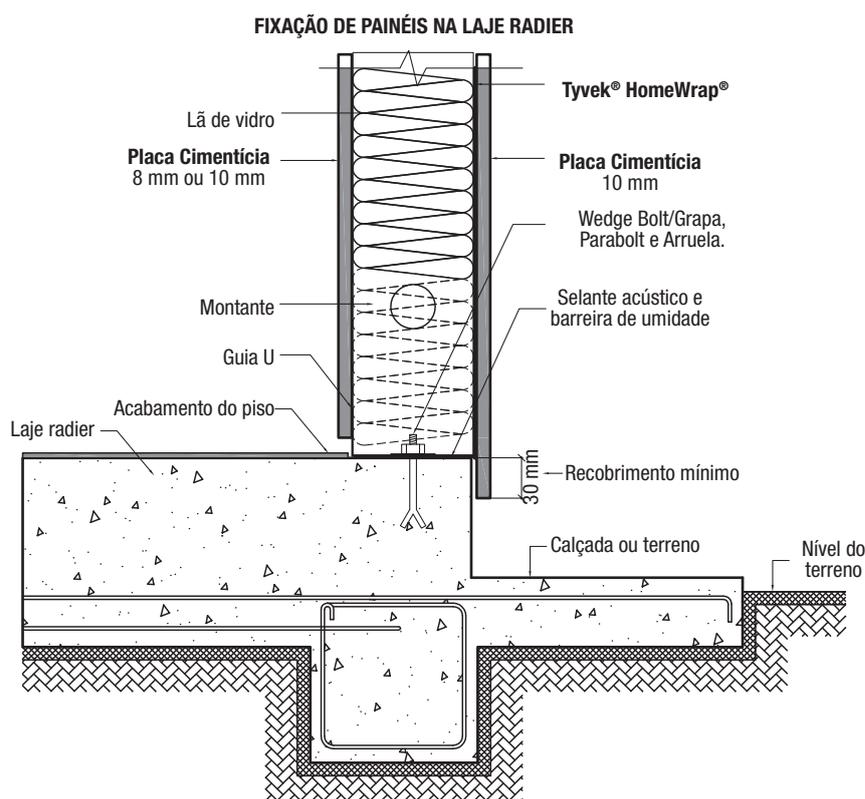
*** CF = corta fogo

13. PROCEDIMENTOS DE MONTAGEM

13.1. FUNDAÇÕES

Por ser muito mais leve, uma construção seca, seja ela em steel framing, wood framing, ou mesmo estrutura metálica convencional, exige bem menos da fundação do que estruturas convencionais.

As fundações, na maioria dos casos, lajes do tipo radier ou sapatas corridas, são efetuadas segundo o processo da construção convencional e, como em qualquer outra construção, deve-se observar o isolamento contra a umidade e elas devem ser dimensionadas por profissional habilitado.



13.2. ESTRUTURA

Avalie as condições de especificação do projeto estrutural e da montagem da obra.

No caso de utilização na parte externa da construção ou na parte interna com função estrutural, os perfis devem ser estruturais, de steel framing, wood framing ou estrutura metálica convencional, corretamente dimensionados por profissional habilitado.

O espaçamento entre montantes depende do projeto estrutural, porém não deve ultrapassar 60 cm para aplicações com juntas aparentes e 40 cm para aplicações com juntas invisíveis.

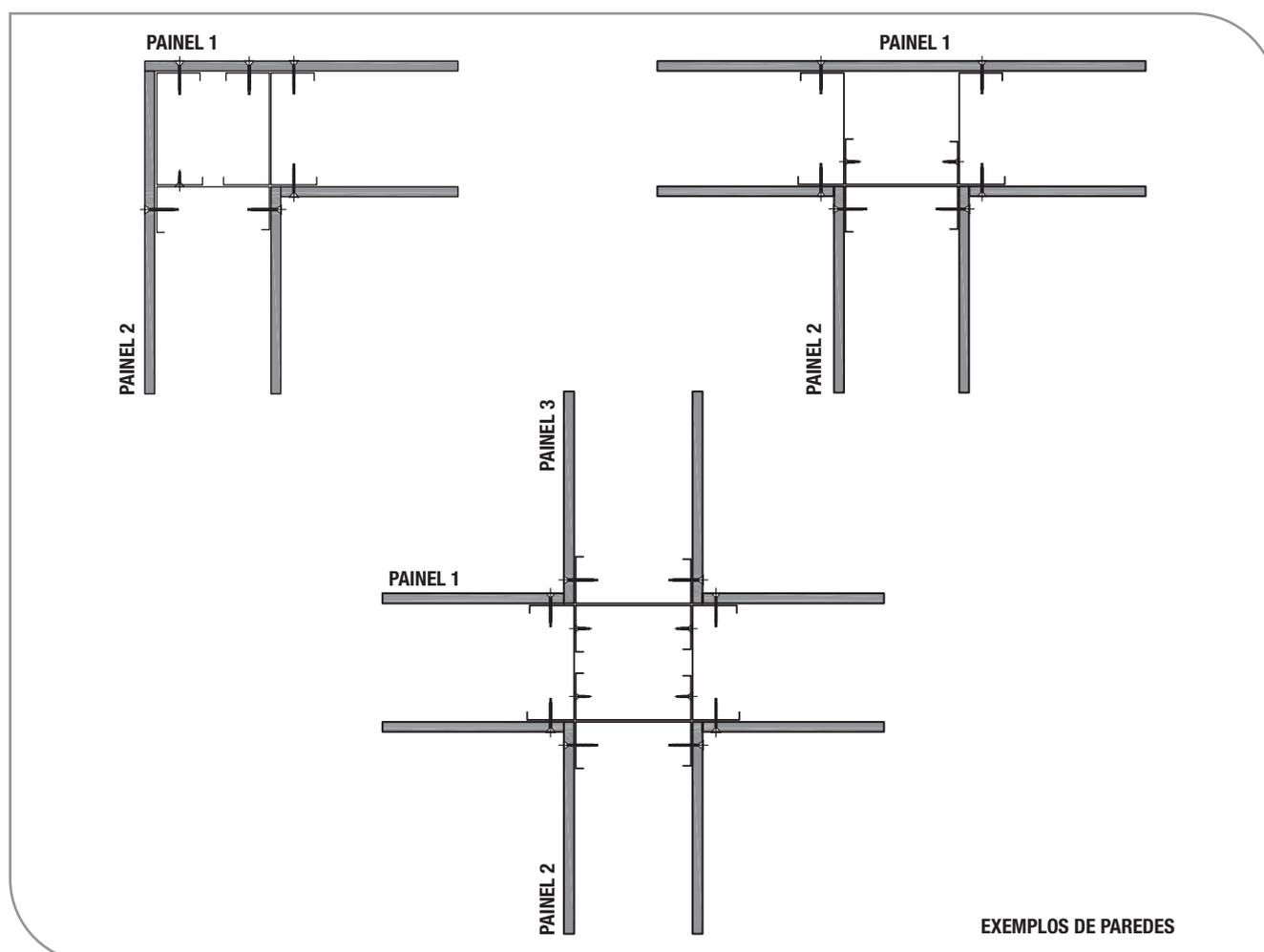
O contraventamento e reforços eventuais devem seguir as especificações e recomendações do projeto estrutural.

No caso de utilização na parte interna da construção e sem função estrutural, podem ser utilizados os perfis para drywall limitados ao pé-direito de 3 m. O espaçamento entre montantes não deve ultrapassar 40 cm para montantes simples, e 60 cm para montantes duplos, encaixados ou H.

Para mais detalhes sobre estruturas em Light Steel Framing, consulte o terceiro módulo deste Guia de Sistemas, exclusivo sobre esse tema.

13.3. PAREDES EXTERNAS

Devido às suas características, as **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** podem ser usadas como fechamento de paredes externas em vários sistemas construtivos como steel framing, wood framing e outros. O dimensionamento e o espaçamento dos montantes devem seguir as recomendações do projeto estrutural e a **Placa Cimentícia** recomendada é a de 10 mm de espessura. É obrigatório o uso de barreira de umidade **Tyvek®** evitando a entrada de umidade e permitindo a saída de vapor. O índice de isolamento térmico e acústico das paredes pode ser melhorado com a aplicação de mantas de lã de vidro na parte interna das paredes. Sobre a superfície das placas pode ser aplicado qualquer tipo de acabamento (veja o capítulo Acabamentos).

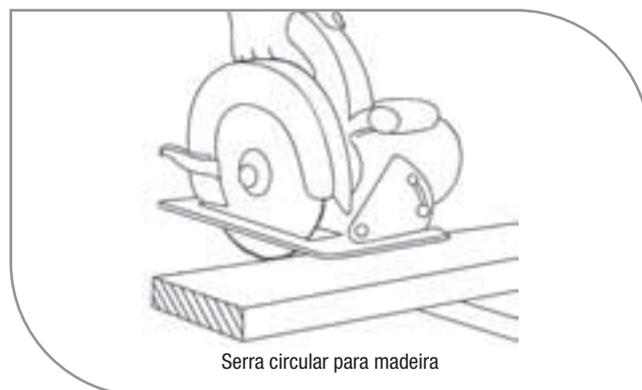


13.4. CORTE DOS PERFIS

Perfis de aço estruturais são cortados com serra policorte e disco de fibra. Pequenos cortes na montagem podem ser cortados com esmerilhadeira e disco de fibra.



Perfis de madeira são cortados com serra circular para madeira. Na montagem podem ser cortados com serra manual ou serrote.



13.5. CORTE DAS PLACAS

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** devem ser cortadas com ferramentas apropriadas.

Para cortes retos, use a serra circular com disco diamantado.



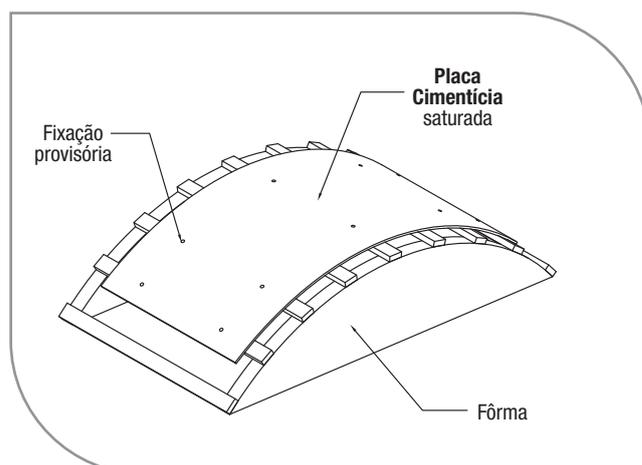
Para cortes circulares de pequeno diâmetro, use serra copo.

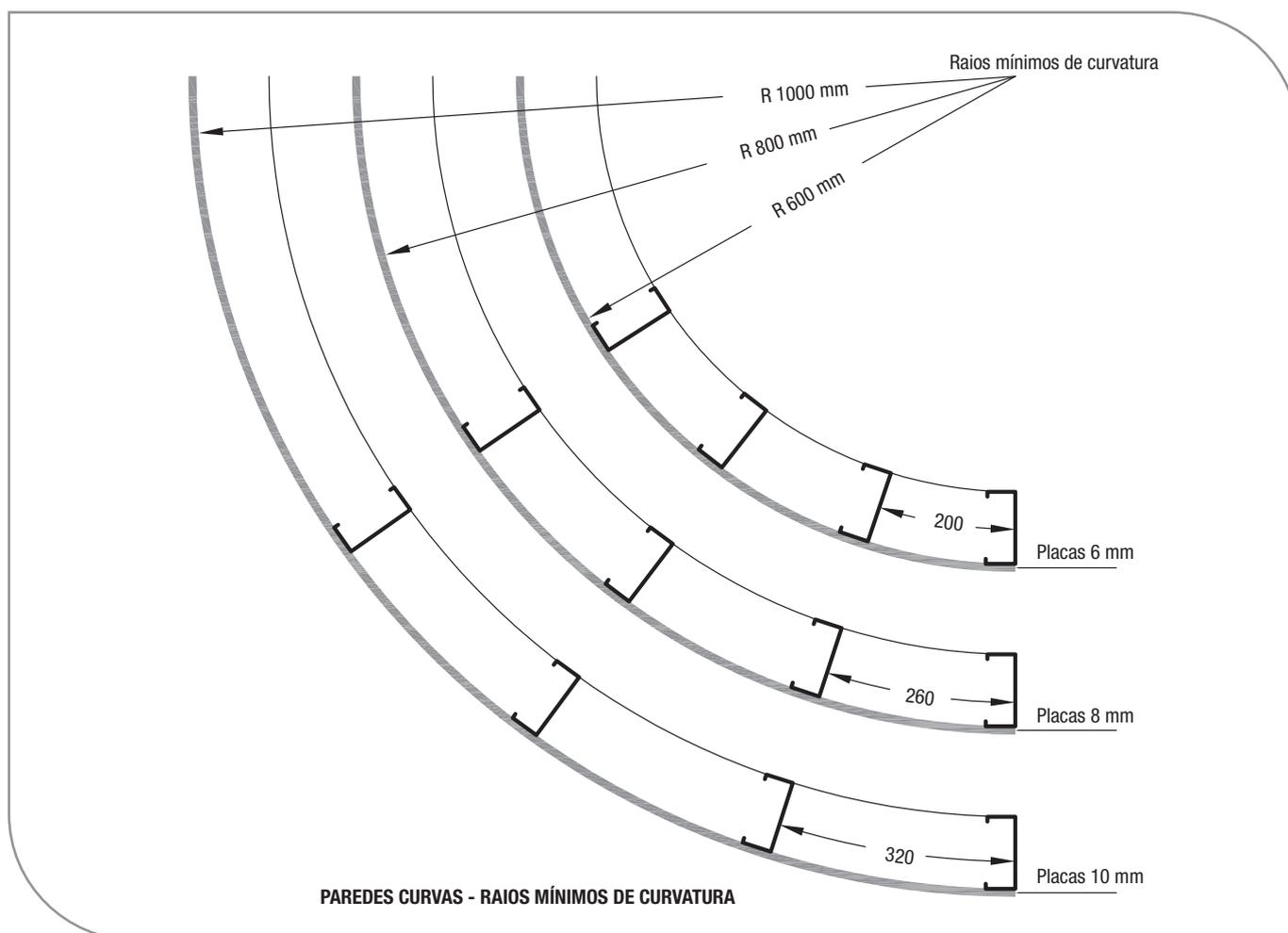


13.6. FLEXÃO DAS PLACAS

Curve as placas previamente saturadas em uma fôrma de madeira, sempre no sentido do comprimento, parafusando em alguns pontos distribuídos uniformemente pela placa, sempre do centro para as extremidades.

Aguarde até a secagem completa da placa, quando a mesma irá adquirir o formato imposto pela fôrma. Só então prossiga com o parafusamento, sempre respeitando a limitação de raios descrita a seguir.



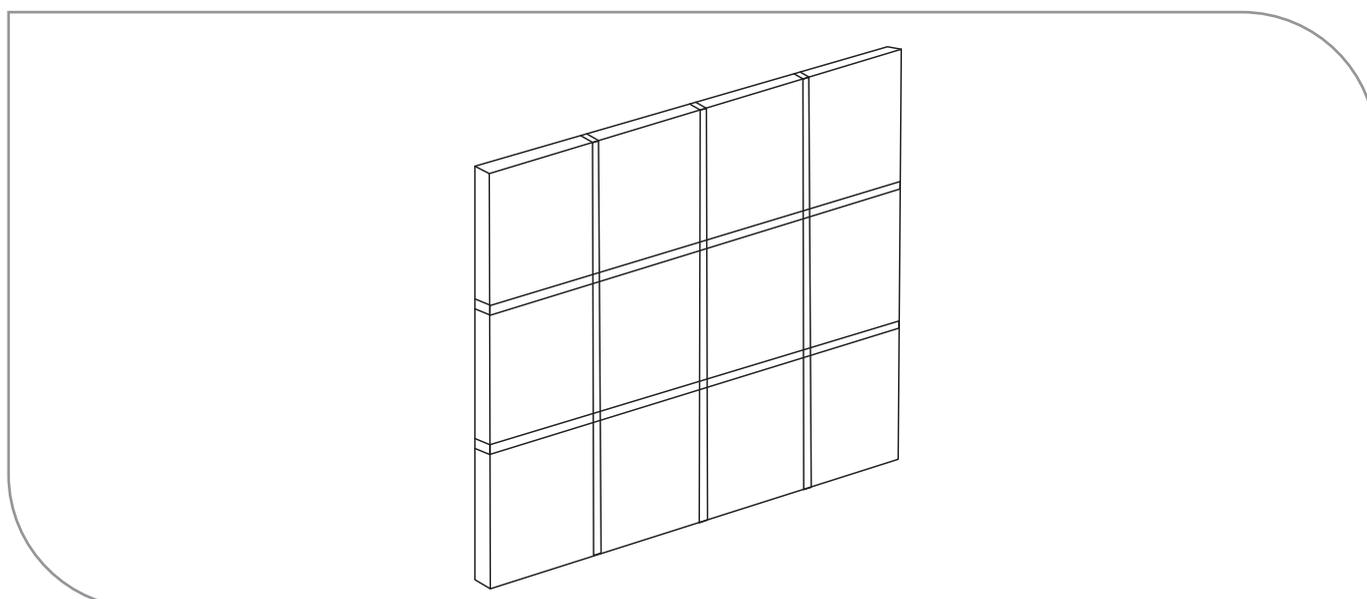


13.7. PAGINAÇÃO DAS PLACAS

Para a correta paginação, deve ser definido primeiro o tipo de acabamento a ser adotado, se com junta aparente ou junta invisível.

13.7.1. ACABAMENTO COM JUNTA APARENTE

Neste caso, as placas podem estar alinhadas ou defasadas. O espaçamento entre elas vai depender do tratamento das juntas a ser adotado.



Placas alinhadas - esse uso só é possível no caso de placas com borda quadrada e instaladas com juntas aparentes.

Exemplos de aplicação:



Juntas aparentes para fechamentos internos, sem necessidade de selante entre as juntas.



Juntas aparentes em fachadas permitem tirar partido do apelo estético da superfície cimentícia.



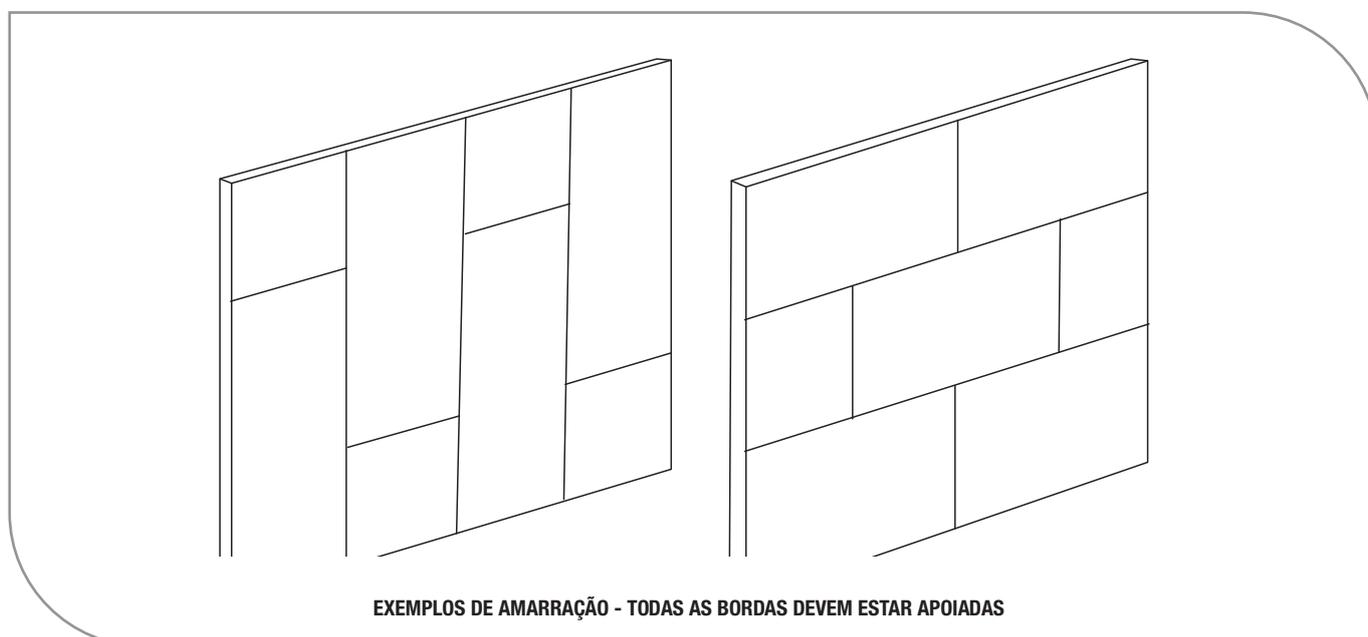
Juntas aparentes em fachadas permitem o uso de mata-juntas ou canaletas metálicas.



Juntas abertas em fachadas, necessário o uso de **Selamax** entre as juntas para garantir estanqueidade.

13.7.2. ACABAMENTO COM JUNTA INVISÍVEL

No caso de juntas invisíveis, as placas deverão ser aplicadas defasadas, principalmente na região das portas e janelas (onde as tensões são maiores). Essa amarração evita pontos de tensão que possam causar trincas nas juntas.



Exemplos de aplicação.



Juntas invisíveis em fachadas com **Tratamento de Juntas Invisíveis Brasilit.**



Juntas invisíveis em fachadas com tratamento de resina de poliéster.

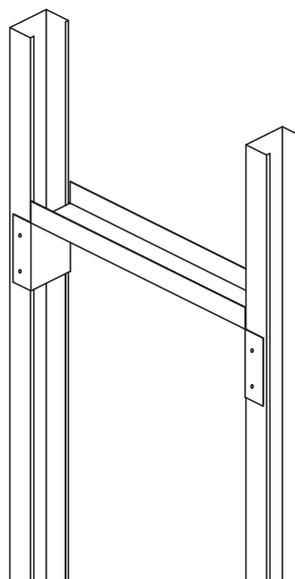
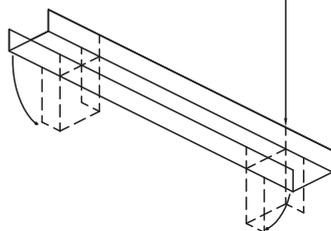


Juntas invisíveis em áreas internas molháveis.

Todas as bordas das placas devem estar apoiadas e fixadas em perfis garantindo estabilidade na junta e evitando fissuras.

Nas juntas horizontais, o apoio é executado com guias ou montantes dobrados e parafusados nos montantes laterais, ou com fitas metálicas.

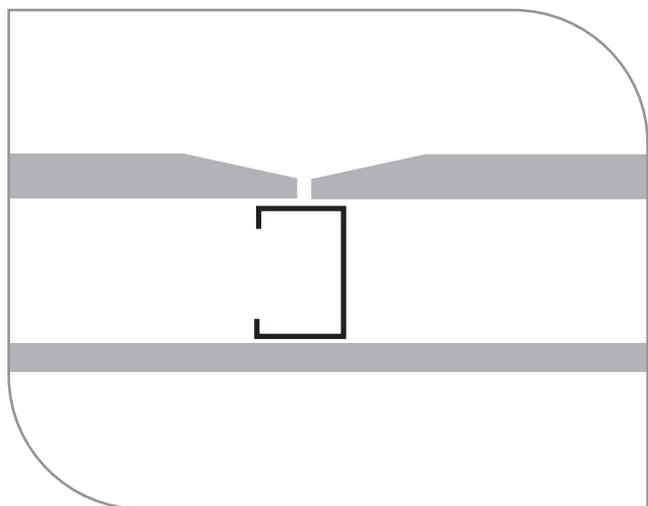
GUIA CORTADA E DOBRADA



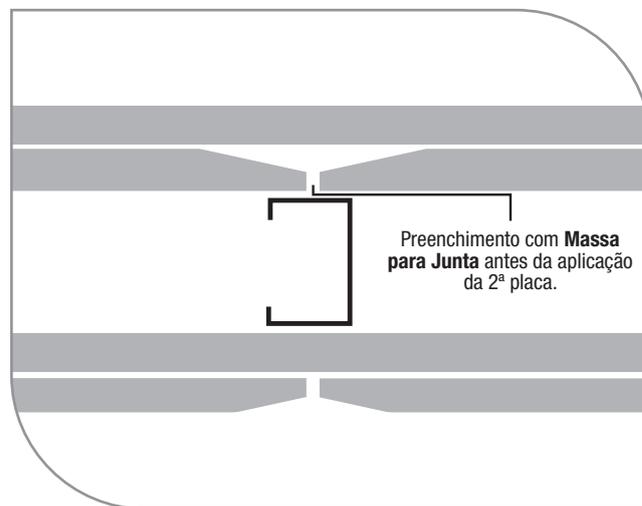
DETALHE DE APOIO HORIZONTAL

13.8. FIXAÇÃO DAS PLACAS

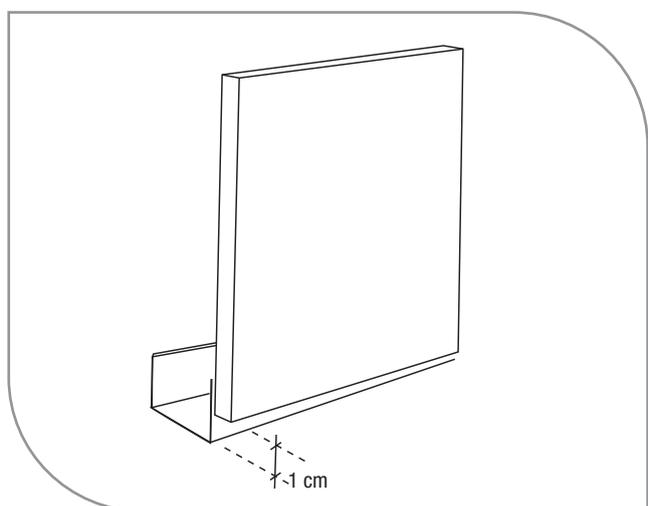
No caso de paredes, as juntas verticais e horizontais das placas de um lado deverão estar defasadas das juntas do outro lado.



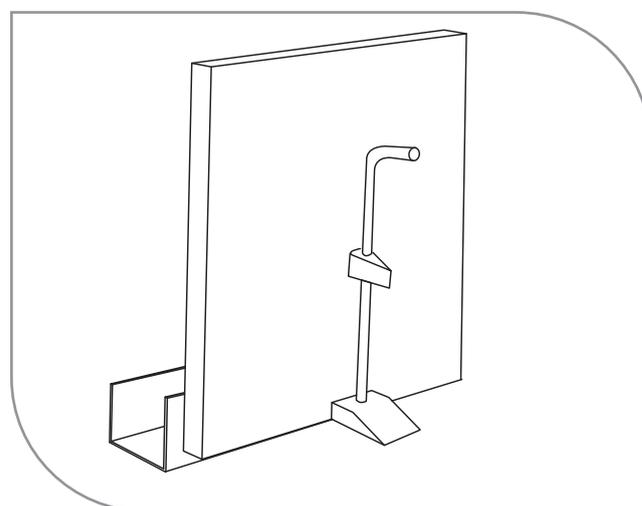
No caso de fechamento com placas duplas, a segunda camada deverá ser defasada da primeira.



As **Placas Cimentícias** devem ser aplicadas encostadas no teto para facilitar o tratamento posterior da junta e devem ter folga de 10 mm em relação ao piso para evitar a absorção de umidade por capilaridade.



Para facilitar a operação, utilize o levantador de placa, conforme imagem a seguir.

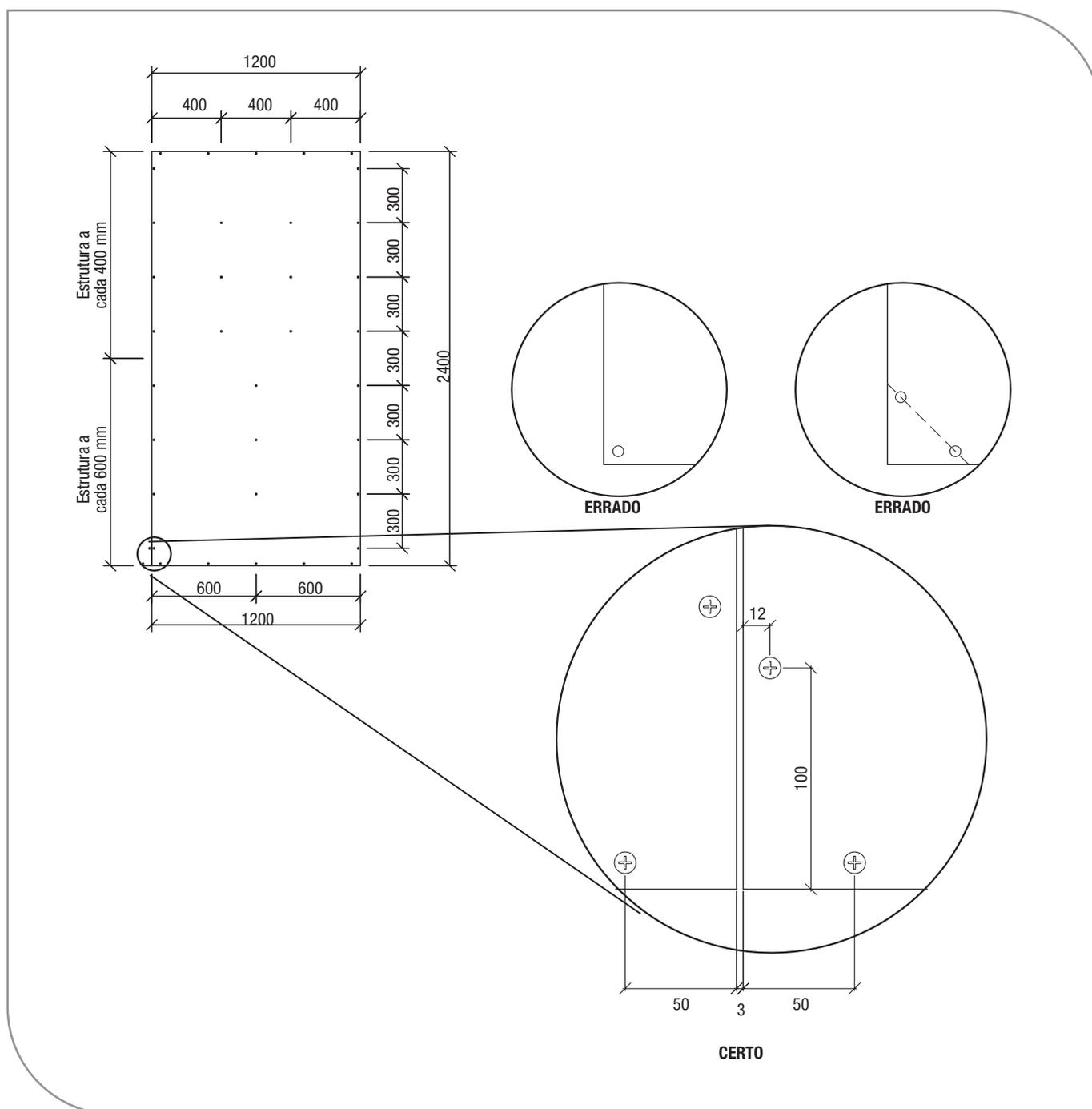


14. FIXAÇÃO DAS PLACAS

14.1. PARAFUSADAS

Parafuse as **Placas Cimentícias** nos montantes e nas guias conforme recomendações abaixo:

- Parafusos espaçados no máximo a cada 300 mm.
- Nunca aplique um parafuso no canto ou dois a 45°. Aplique, por exemplo, um a 25 mm e outro a 50 mm em uma configuração em L.
- A distância do parafuso até a borda = 12 mm.



14.2. PLACAS COLADAS

As **Placas Cimentícias** podem ser fixadas sobre as estruturas ou sobre as próprias placas com adesivos, sem uso de parafusos.

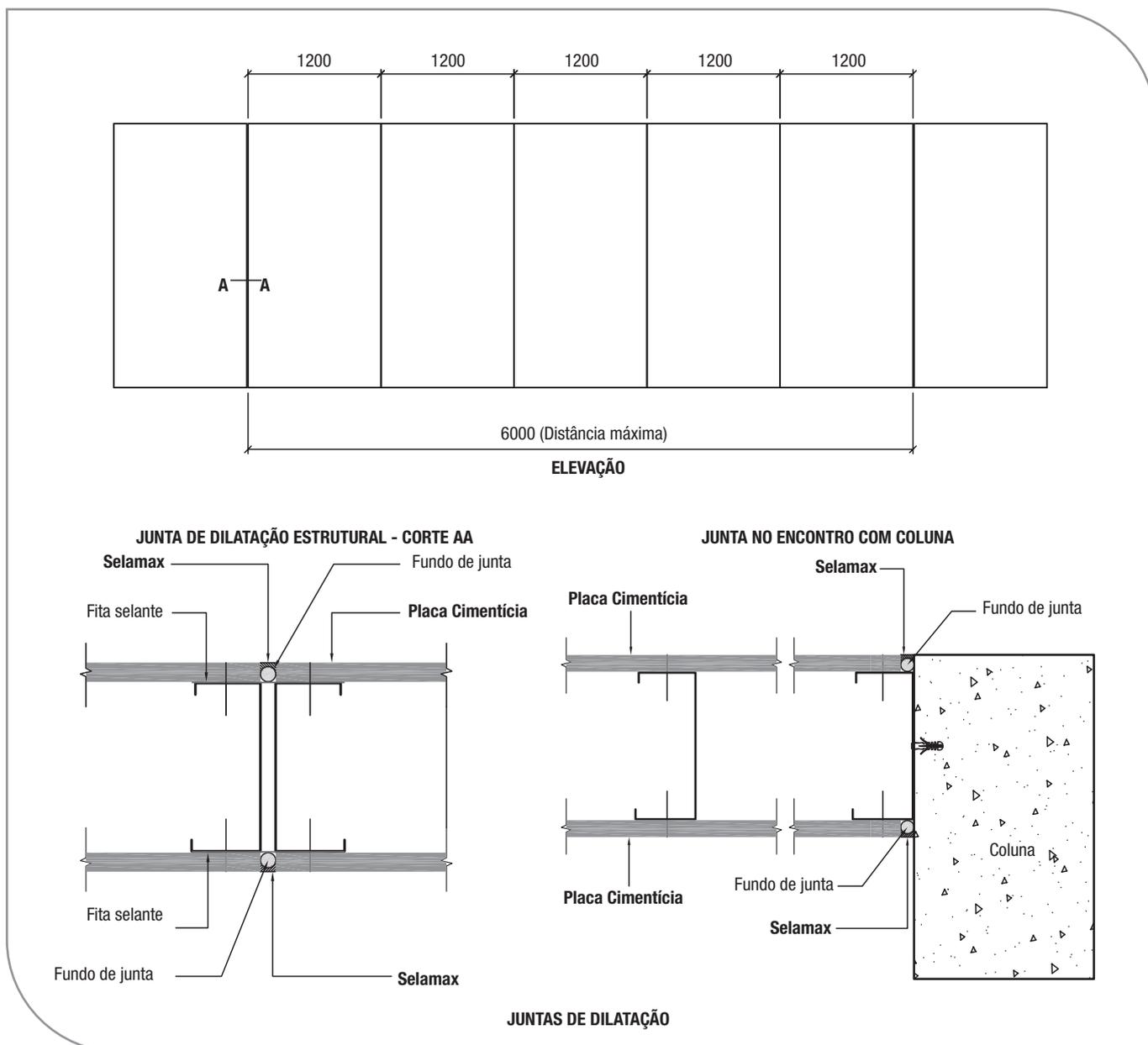
As estruturas e as faces de colagem das placas devem estar limpas sem a presença de poeira ou oleosidade.

No caso da aplicação em áreas internas, utilize adesivo à base de resinas sintéticas de alta performance seguindo orientações do fabricante.

No caso de aplicação em áreas externas, utilize adesivo bicomponente de alta performance seguindo orientações do fabricante.

14.3. JUNTAS DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatação devem ser aplicadas em grandes vãos tanto na horizontal quanto na vertical no encontro de dois materiais diferentes ou coincidentes com as juntas de dilatação da construção, sempre a cada 6 m aproximadamente, seguindo projeto estrutural.



15. TRATAMENTO DE JUNTA

Existem vários tipos de tratamento de junta para as **Placas Cimentícias**. O tipo de tratamento de junta vai depender do resultado final especificado para o elemento construtivo. Essas juntas podem ser aplicadas interna e externamente, e ser aparentes ou invisíveis.

15.1. JUNTAS APARENTES

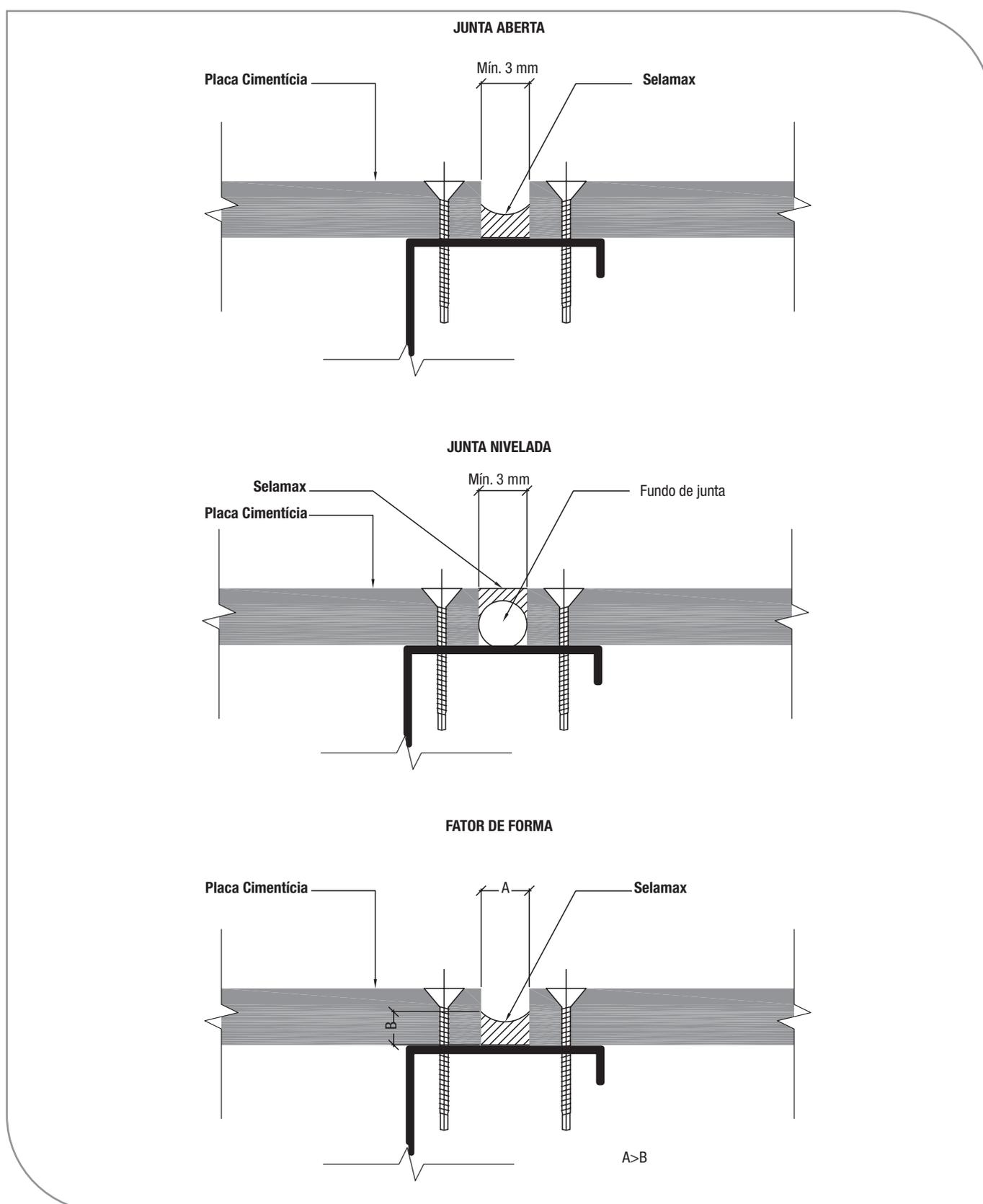
As juntas aparentes podem ser abertas ou cobertas com mata-juntas. São utilizadas placas de borda quadrada.

15.1.1. JUNTAS APARENTES ABERTAS

Recomendações

- O espaçamento mínimo entre as placas deve ser 3 mm.
- A junta deverá estar limpa para perfeita aderência do selante.
- Utilize selante de preenchimento (**Selamax**), principalmente no uso externo sujeito a intempéries.

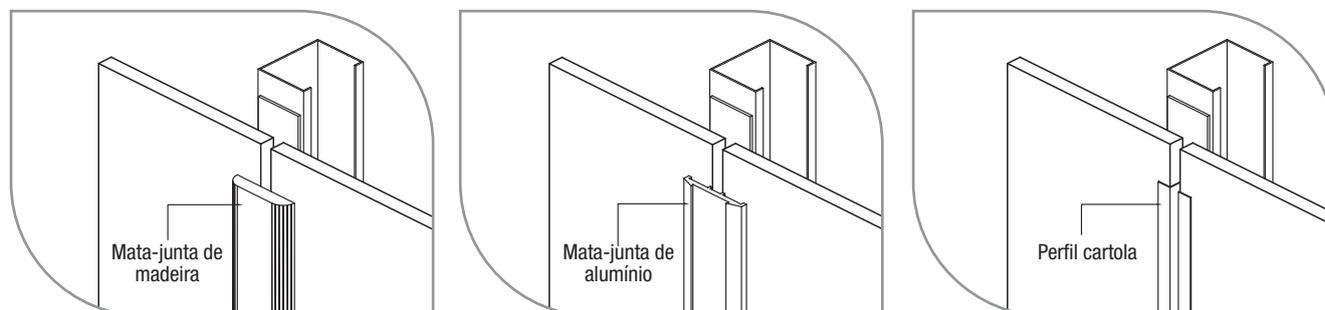
- Junta com baixo relevo pode ser feita com a deposição direta de uma fina camada de selante.
- Junta nivelada requer a inserção de um fundo de junta, tipo cordão de polietileno expandido ou similar.
- Para melhorar o desempenho de selantes flexíveis, utilize o fator de forma onde a largura da junta (A) deve ser superior à profundidade do selante (B).
- A cabeça dos parafusos de fixação das placas deve ser tratada com **Massa para Junta** em duas demãos cuidando para que a segunda demão seja aplicada após a cura da primeira demão (6 horas).



15.1.2. JUNTAS APARENTES COBERTAS COM MATA-JUNTA

Este método utiliza mata-juntas de diversos materiais como acabamento. Elas podem ser feitas de madeira, aço, ou mesmo da própria **Placa Cimentícia** cortada.

Antes da aplicação da mata-junta, faça a aplicação de fundo de junta e **Selamax**, como a junta aberta.



16. TRATAMENTO DE JUNTAS INVISÍVEIS COM RESINA POLIÉSTER E FIBRA DE VIDRO

16.1. RECOMENDAÇÃO INICIAL

É fundamental a utilização de máscara apropriada para aplicação bem como de todos os equipamentos de segurança recomendados pelos fabricantes.

Antes do tratamento de juntas invisíveis com resina de poliéster, é necessária a aplicação de um primer.

Materiais necessários

- ATPRIMER 2A (ou similar)
- ATPRIMER 2B (ou similar)

Preparo do Primer

- Homogeneize 1 parte (em peso) do ATPRIMER 2A com 4 partes (em peso) do ATPRIMER 2B. Não é necessário o uso do catalisador. Deixe a mistura “descansar” por 30 minutos antes da aplicação.
- O tempo de vida da mistura no recipiente é de aproximadamente 1 hora.
- Consumo estimado: 50 g/m (metro linear) de junta.

Recomendação

- Utilize **Placas Cimentícia Impermeabilizadas** com bordas rebaixadas.
- Realize o tratamento com tempo seco e materiais nas condições ambientes de umidade.
- Espaçamento mínimo entre as placas: 3 mm.

Aplicação

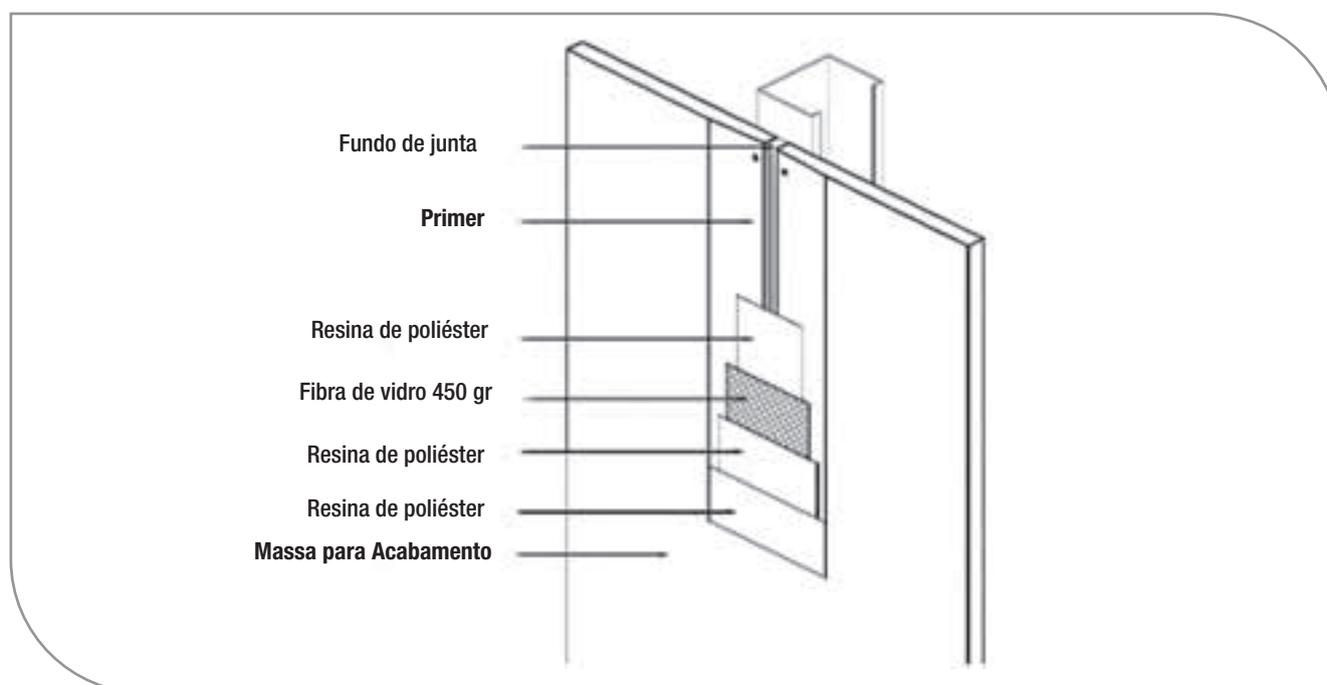
- Limpe a superfície na região da junta removendo resíduos e poeiras.
- Aplique o primer preparado conforme instrução na região do rebaixo com +/- 10 cm de largura, utilizando trincha ou rolo de lã. Não utilize rolos de espuma.
- Aguarde por 12 horas. A cura completa é evidenciada quando a superfície não é riscada a unha.
- Após garantia da cura completa, aplique o **Tratamento de Junta** com fibra de vidro e resina de poliéster conforme instruções contidas no manual técnico **Brasilit**.

16.2. PREPARO DA RESINA

- Para 1kg de resina de poliéster pré-acelerada, adicione 190 gramas de monômero de estireno e misture. Adicione então 20 gramas de catalisador MEK ou DU58 e misture novamente.
- Depois de preparada, a mistura deve ser utilizada em até 30 minutos, pois a resina inicia o seu processo de cura logo ao adicionar o catalisador.
- Consumo estimado de resina: 200 g/m (metro linear) de junta.

16.3. EXECUÇÃO DAS JUNTAS

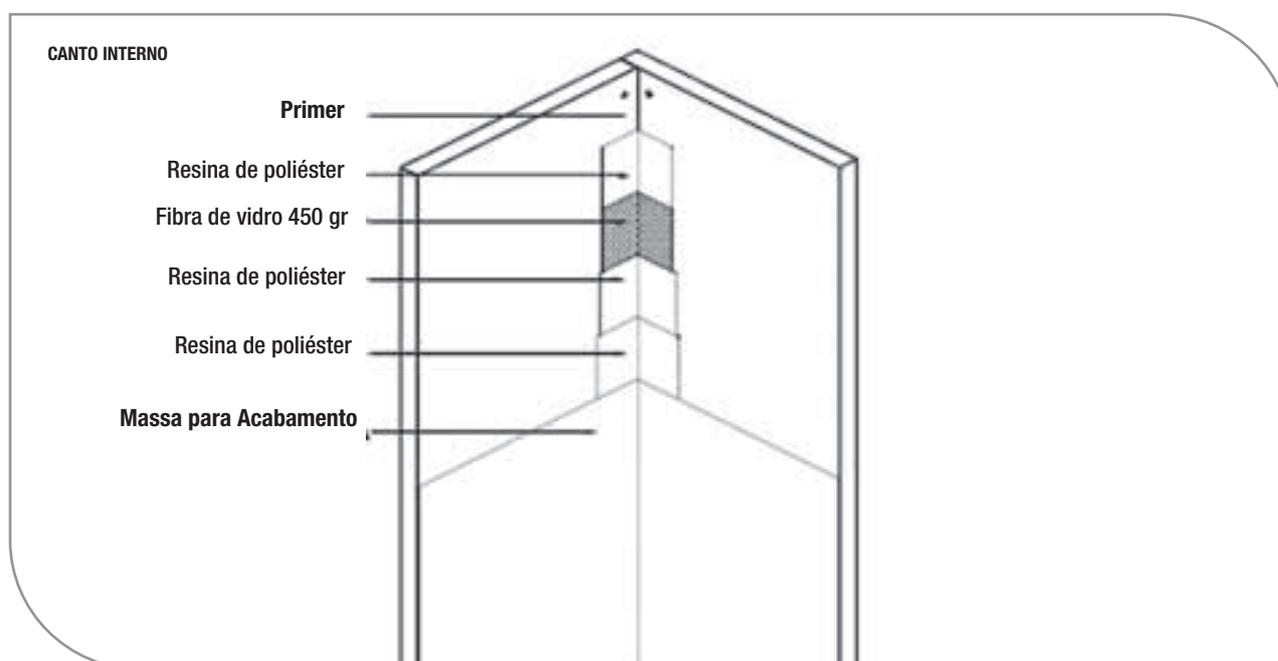
- Limpe a superfície da região da junta com pano úmido removendo resíduos e poeira.
- Aplique a resina preparada conforme instrução na região do rebaixo com + - 10cm de largura, utilizando trincha ou rolo de lã. Não utilize rolos de espuma.
- Coloque uma tira de manta de fibra de vidro **450 Vetrotex** com 10 cm de largura cortada a mão, centralizada, pressionando com pincel ou rolo metálico a manta a fim de colá-la sobre a superfície e expulsar eventuais bolhas de ar.
- Aplique nova demão de resina sobre a manta de fibra de vidro, cobrindo uma faixa total de 15 cm (maior do que a largura da manta). Aguarde a cura por 24 horas.
- Verifique a presença de vazios ou fissuras na região do encontro entre as placas. Se necessário, aplique nova demão de resina.
- Nas juntas das placas cortadas ou sem rebaixo, recomenda-se realizar rebaixo em obra ou não realizar tratamento de juntas invisíveis.
- A cabeça dos parafusos aplicados fora da área do rebaixo deve ser tratada com **Massa para Junta** em duas camadas.



17. TRATAMENTO DE JUNTA EM ÂNGULO INTERNO COM RESINA POLIÉSTER E FIBRA DE VIDRO

17.1. EXECUÇÃO DA JUNTA

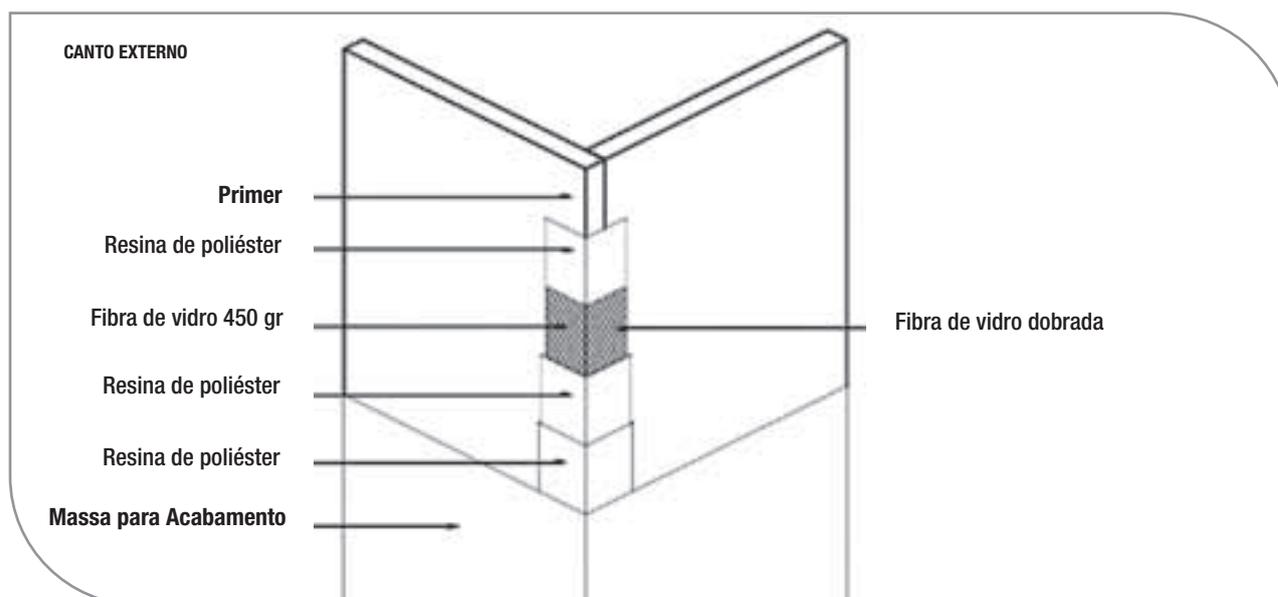
- No encontro das placas em ângulos internos, aplique a resina de poliéster com trincha nos dois lados com 10 cm de largura de cada lado.
- Assente a manta de fibra de vidro de 10 cm de largura, centralizada no ângulo, pressionada sobre a resina.
- Aplique nova demão de resina com + - 10 cm de largura de cada lado.
- Após a cura da resina (24 horas), caso haja irregularidades na região da junta, podem-se lixar os excessos.



18. TRATAMENTO DE JUNTA EM ÂNGULO EXTERNO

18.1. EXECUÇÃO DA JUNTA

- No encontro das placas em ângulos externos, aplique a resina de poliéster com trincha em apenas um lado com + - 10 cm de largura e a 1cm do canto.
- Assente a manta de fibra de vidro de 20 cm de largura centralizada no ângulo, pressionada sobre a resina.
- Aplique nova demão de resina com + - 10 cm de largura sobre a manta.
- Após a pré-cura da resina (+ - 2 horas), aplique resina de poliéster na outra face.
- Em seguida, dobre a manta pressionando-a sobre a outra face e aplique a resina com a trincha.
- Utilize rolo metálico para expulsar eventuais bolhas de ar.
- Após a cura da resina (+ - 24 horas), caso haja irregularidades na região da junta, podem-se lixar os excessos.



19. SISTEMA PARA TRATAMENTO DE JUNTAS INVISÍVEIS BRASILIT

19.1. COMPONENTES DO SISTEMA

- **Primer**
- **Cordão Delimitador de Espuma**
- **Massa para Junta** (cor cinza)
- **FibroTape 5 cm**
- **FibroTape 10 cm**
- **Massa para Acabamento** (cor branca)

19.2. RECOMENDAÇÕES

- Utilize **Placas Cimentícias Impermeabilizadas** com bordas rebaixadas.
- Realize o tratamento com tempo seco e materiais nas condições ambiente de umidade.
- Espaçamento mínimo entre placas: 3 mm.
- Consumo estimado de **Massa para Tratamento de Juntas**: 350 a 400 g/m (metro linear) de junta.
- Nas juntas das placas cortadas ou bordas sem rebaixo, realiza-se rebaixo em obra com makita. A cabeça dos parafusos fora da área de rebaixo deve ser tratada com **Massa para Junta** em duas demãos, cuidando para que a segunda demão seja aplicada após a cura da primeira demão (+ - 6 horas).

19.3. CUIDADOS

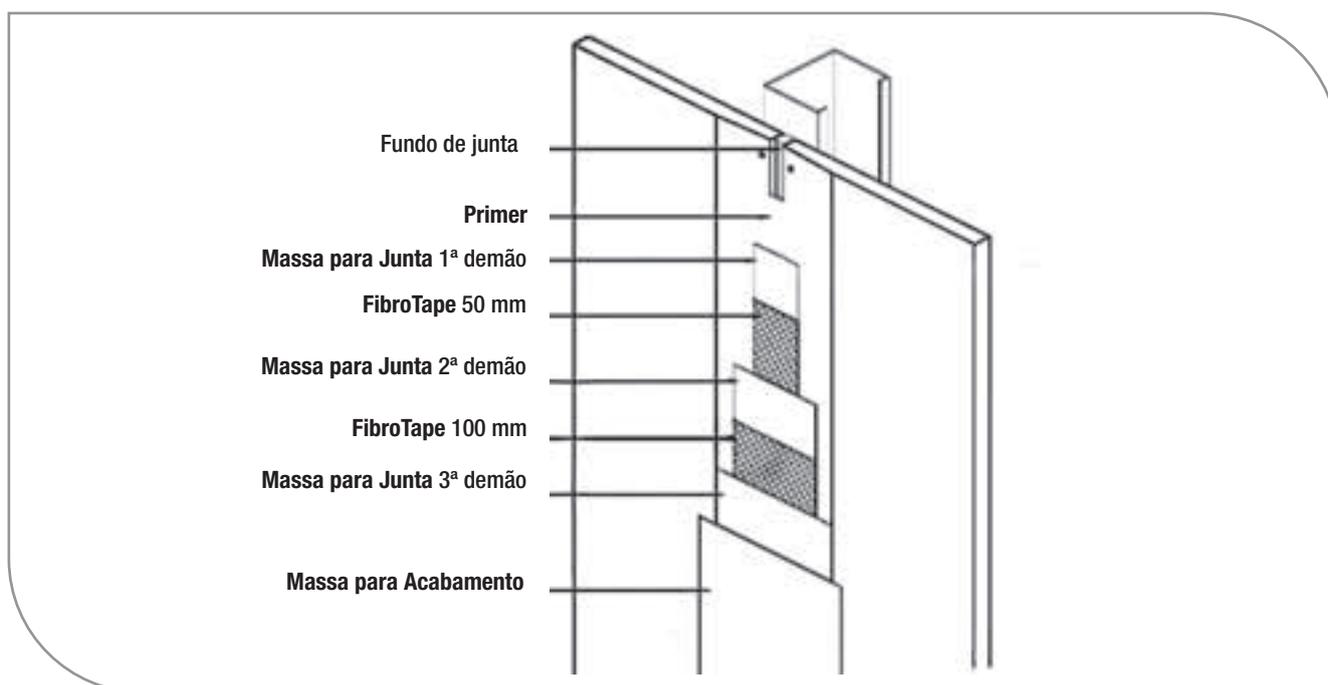
- Utilize apenas tela de fibra de vidro da Brasilit, que é álcali-resistente.
- Após a cura da primeira etapa do tratamento de juntas, caso haja necessidade de aplicar nova camada de **Massa Cimentícia para Tratamento de Juntas Invisíveis** para regularização da superfície, deve-se fazê-lo até 5 dias da execução da primeira etapa. Passado esse período é preciso lixar e limpar bem a superfície antes da aplicação da última camada.

19.4. EXECUÇÃO DAS JUNTAS

O **Sistema para Tratamento de Junta** é exclusivo para **Placa Cimentícia Impermeabilizada Brasilit** e deve ser seguido corretamente. A execução de cada etapa deve ser feita rigorosamente. O não cumprimento das etapas e a não utilização dos produtos indicados isentam a **Brasilit** da garantia do sistema.

1. Certifique-se da ausência de impurezas (sujeira, oleosidade, umidade) na região de aplicação de juntas. Realize a limpeza necessária, para evitar problemas de aderência da massa de tratamento.
2. Aplique o **Primer** na região do rebaixo da placa (aproximadamente 15 cm de cada lado, a partir do eixo da junta). Aguarde a secagem por 24 horas.
3. Insira o cordão delimitador no vão de 3 mm entre as placas com o auxílio de uma espátula.
4. Na sequência e sem interrupções, com auxílio de uma espátula, homogenize a **Massa para Junta**.
5. Aplique uma camada de **Massa para Junta** na área do rebaixo da placa preenchendo o espaço em 8 cm aproximadamente.
6. Com auxílio de uma espátula ou desempenadeira, fixe a fita **FibroTape** de 5 cm sobre a massa. A fita deve estar completamente esticada.
7. Aplique a segunda camada da **Massa para Junta**, cobrindo a fita **FibroTape** de 5 cm.
8. Com auxílio de uma espátula ou desempenadeira, fixe a fita **FibroTape** de 10 cm sobre a massa. A fita deve estar completamente esticada.
9. Aplique a terceira camada de **Massa para Junta**, cobrindo toda a fita **FibroTape** de 10 cm e nivele a junta. Aguarde a cura por 24 horas.
10. Em condições extremas de calor, podem aparecer pequenas fissuras de retração na superfície. Nesses casos, aplique mais uma fina camada de **Massa para Junta** para correção e aguarde 24 horas para secagem.
11. Finalize o tratamento da junta com a aplicação da **Massa para Acabamento**. Aguarde a secagem completa, de aproximadamente 24 horas.

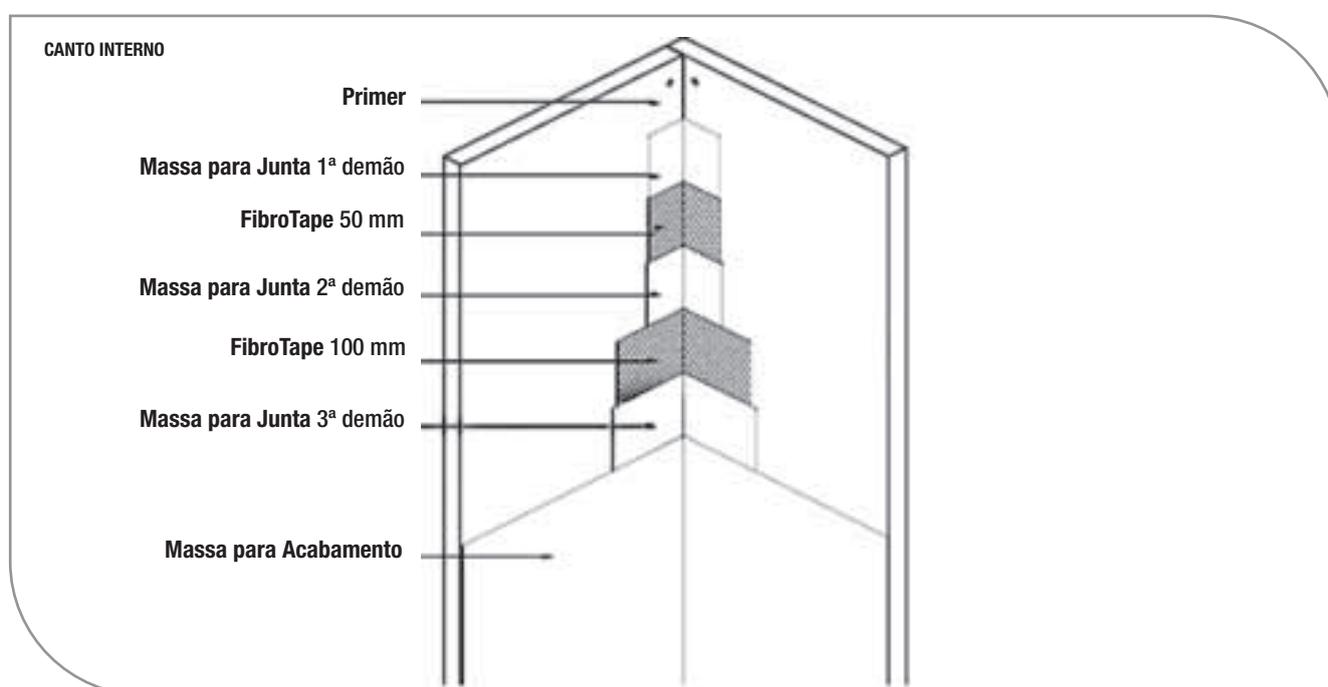
Observação: Os prazos para secagem dos produtos podem ser alterados dada as condições de umidade e chuva do ambiente. Nesses casos, confirme a secagem do produto antes de iniciar a próxima etapa.



20. TRATAMENTO DE JUNTAS EM ÂNGULOS INTERNOS

20.1. EXECUÇÃO DAS JUNTAS

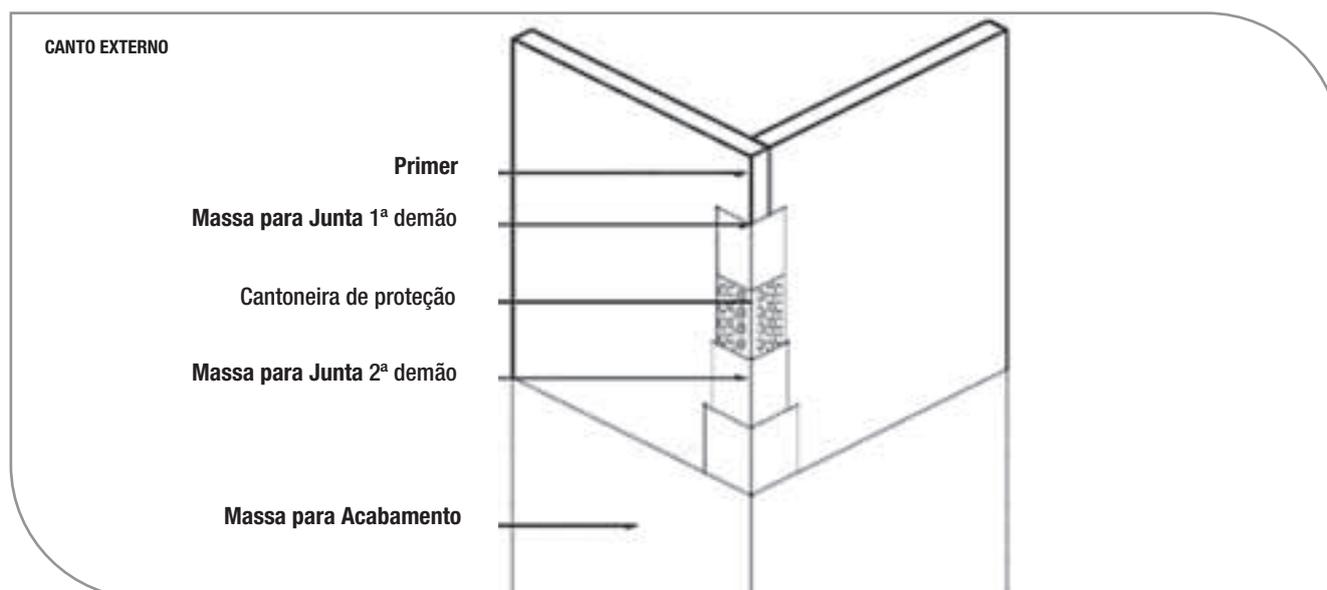
- No encontro das placas em ângulos internos, aplique a **Massa para Junta** com espátula nos dois lados com aproximadamente 5 cm de largura de cada lado.
- Coloque **FibroTape** de 5 cm de largura centralizada no ângulo pressionada sobre a massa.
- Aplique nova camada de massa sobre a fita. Aguarde secagem por 6 horas.
- Aplique nova demão de **Massa para Junta** e fixe nova camada de **FibroTape** de 10 cm de largura centralizada.
- Após cerca de 4 horas de cura, cubra toda a tela com nova camada de massa, alargando a junta com + - 20 cm de cada lado.



21. TRATAMENTO DE JUNTAS EM ÂNGULOS EXTERNOS

21.1. EXECUÇÃO DAS JUNTAS

- No encontro das placas em ângulos externos, aplique **Massa para Junta Brasilit** com espátula nos dois lados com aproximadamente 5 cm de largura.
- Assente a cantoneira metálica de proteção pressionando-a contra a massa.
- Cubra com **Massa para Junta Brasilit** com + - 20 cm de largura de cada lado.
- Após + - 6 horas de cura da massa, aplique nova camada de massa mais larga (+ - 30 cm) de cada lado (largura da desempenadeira).
- Após a cura da massa (+ - 24 horas), caso haja irregularidades na região da junta, lixe os excessos e aplique **Massa para Junta Brasilit** nas depressões, nivelando a superfície.



22. INSTALAÇÕES, ISOLANTES E REFORÇOS

Instalações em geral (elétrica, hidráulica, esgoto, aspiração), isolantes e reforços metálicos ou de madeira devem ser aplicados antes do fechamento total com as **Placas Cimentícias**. Em algumas situações, é recomendado o fechamento com placa de um lado para a passagem e fixação das instalações, dos isolantes e reforços e, então, o fechamento do outro lado.

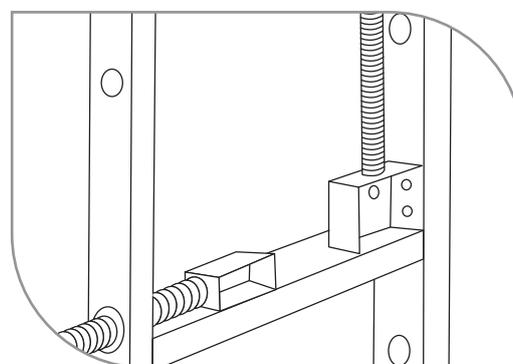
Os montantes possuem aberturas para passagem de canalizações e eletrodutos.

Toda e qualquer instalação dessa natureza requer acompanhamento de um profissional habilitado.

22.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Caixinhas convencionais de elétrica devem ser fixadas em montantes ou travessas horizontais com, no mínimo, dois parafusos.

Caixinhas para drywall são fixadas diretamente nas **Placas Cimentícias** com presilhas próprias após corte das placas feito com serra copo. Eletrodutos podem ser fixados com braçadeiras.

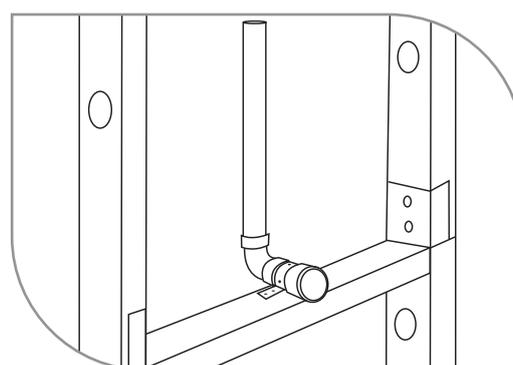


22.2. INSTALAÇÃO HIDRÁULICA, ESGOTO E ASPIRAÇÃO

Os pontos terminais (pontos de torneiras, registros, engate da mangueira etc.) devem ser fixados adequadamente com braçadeiras ou dispositivos próprios para fixação, garantindo a estabilidade ao longo do uso.

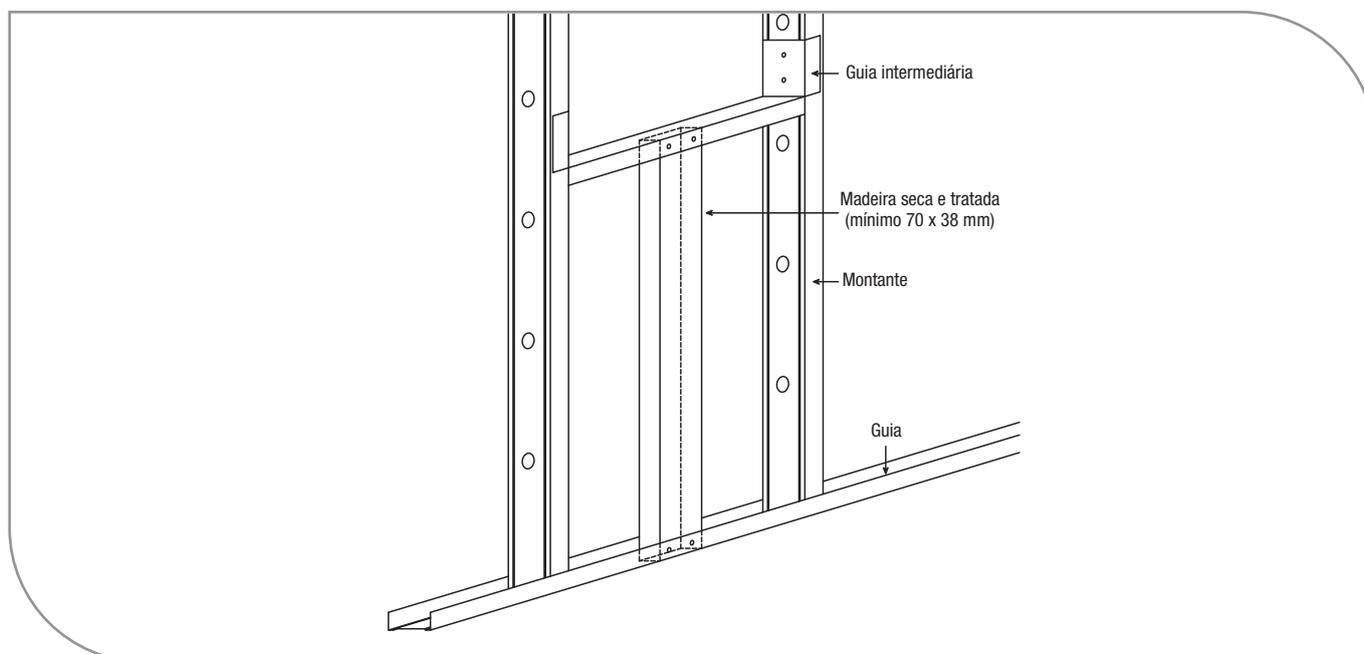
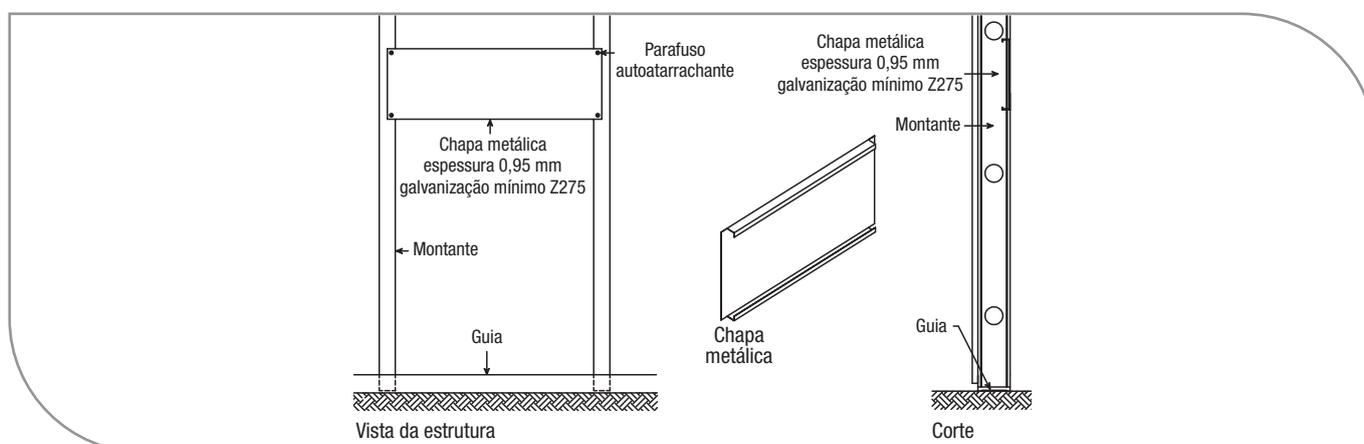
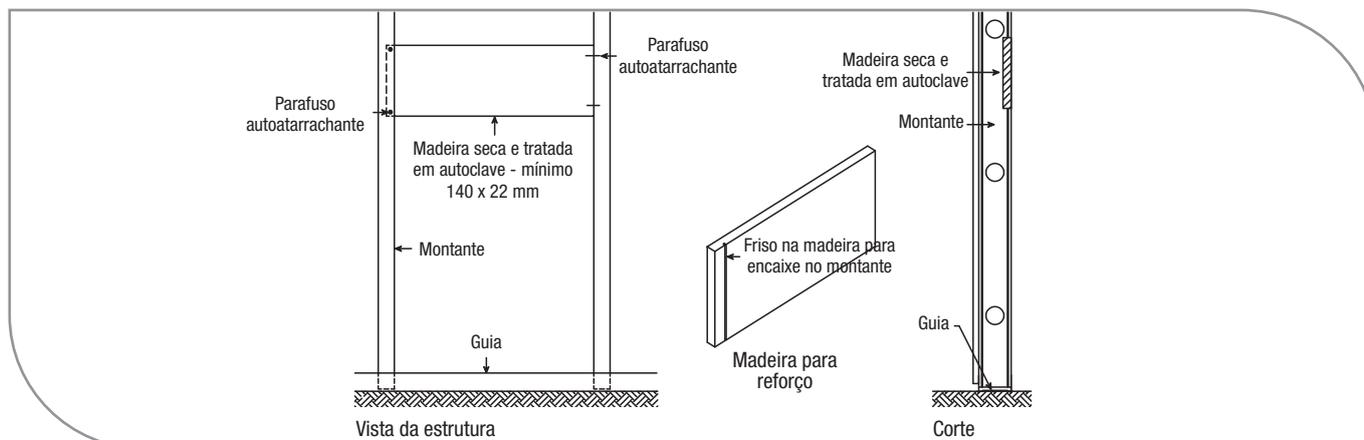
É recomendada a aplicação de silicone em torno das tubulações nos pontos terminais, evitando a infiltração de umidade.

A fim de eliminar os fenômenos de vibração e corrosão das estruturas em função do contato com tubulações e conexões de cobre ou bronze, devem ser aplicadas mantas (polietileno expansivo) nas tubulações ou anéis de proteção nas aberturas dos montantes ou outros pontos de contato.



22.3. REFORÇOS

Os pontos de reforços aplicados internamente nas paredes podem ser feitos com peças de madeira tratada em autoclave ou chapas metálicas fixadas nos montantes.



23. BARREIRAS DE ÁGUA E VENTO

O uso do **Tyvek®** é obrigatório em todas as aplicações de **Placas Cimentícias** externas.

A manta de polietileno de alta densidade tem a dupla função de evitar a entrada de água e vento pelo lado externo, tornando a parede externa estanque, porém com a capacidade de “respirar”, e deixar escapar para o exterior o vapor de água interno, evitando que o mesmo se condense dentro da parede.

Aplicada entre a estrutura de apoio e a **Placa Cimentícia**, essa barreira cumpre funções como:

- Reduzir transferência de temperatura entre ambiente interno e externo aumentando a eficiência energética da construção.
- Evitar a formação e acúmulo de umidade no interior da parede.
- Resistir à penetração de água.
- Aumentar a longevidade da estrutura e isolamento termoacústica.
- Proteger a estrutura dos elementos na fase de construção.

ATENÇÃO: O **Tyvek® HomeWrap®** não pode ser confundido, substituir ou ser substituído pelo **Tyvek®** para telhado ou qualquer outro tipo de material.

23.1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Dupont™ Tyvek® HomeWrap®;
- Tyvek® Tape;
- Selante à prova d'água;
- Parafusos 4,2 x 13 mm, ponta broca, cabeça lenticilha;
- Parafusadeira compatível;
- Estilete.

23.2. INSTALAÇÃO DUPONT™ TYVEK® HOMEWRAP®

Comece sempre a instalação pela parte inferior da estrutura para assegurar que a sobreposição das folhas de **Tyvek®** seja feita da forma correta (a folha de cima sobrepõe a de baixo). Isso é necessário, pois nessa configuração o escoamento correto da água é favorecido, evitando infiltrações.

A seguir será apresentada a forma correta de instalação do **Tyvek® HomeWrap®** em construções com steel frame:

Passo 1

A manta deve ser desenrolada iniciando pelo canto da estrutura, a partir do segundo frame, perpendicularmente aos perfis, deixando 15 cm para posterior sobreposição na vertical.



Passo 2

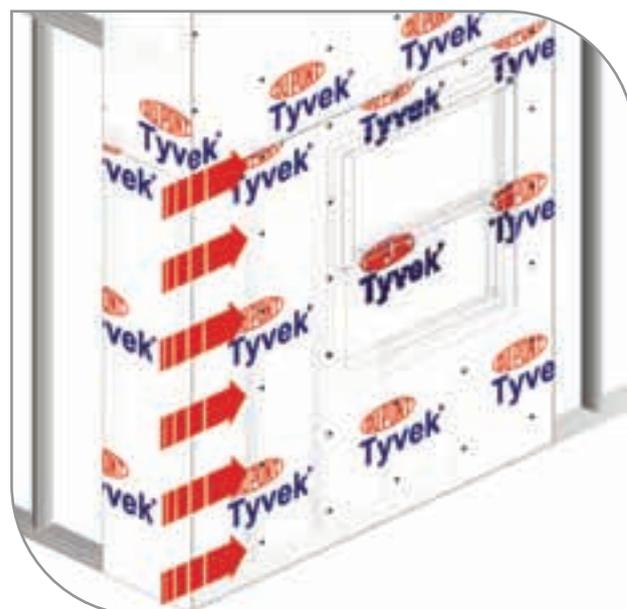
Deixe sempre uma sobra de 5 cm no rodapé da estrutura para reduzir a infiltração de ar, proporcionando, assim, uma melhor eficiência do isolamento térmico.

Essa sobra deve ser selada, posteriormente, na parte inferior com auxílio de **Selamax**.



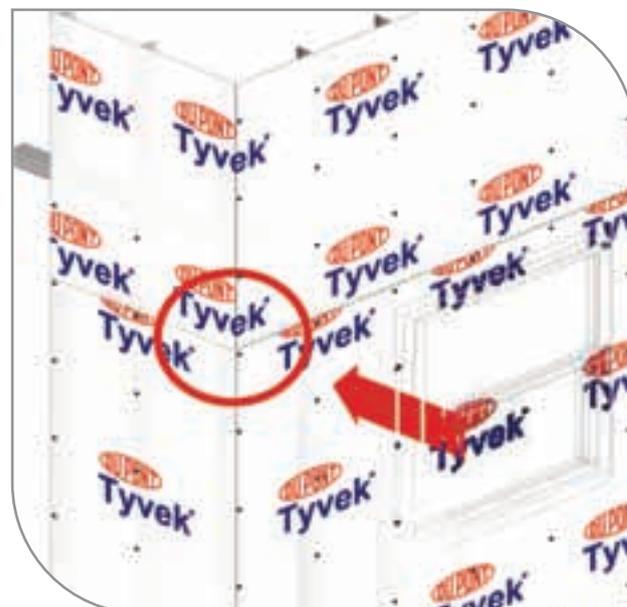
Passo 3

Fixe o **Tyvek® HomeWrap®** nos perfis com parafuso 4,2 x 13 mm ponta broca, cabeça lenticular com espaçamento máximo de 60 cm. O uso desse tipo de parafuso é indispensável para que não haja problemas com a posterior instalação da **Placa Cimentícia**.



Passo 4

Desenrole a manta continuamente sobre as aberturas de portas e janelas. As camadas de **Tyvek®** mais acima devem sobrepor as camadas de baixo com uma sobreposição de, no mínimo, 15 cm.

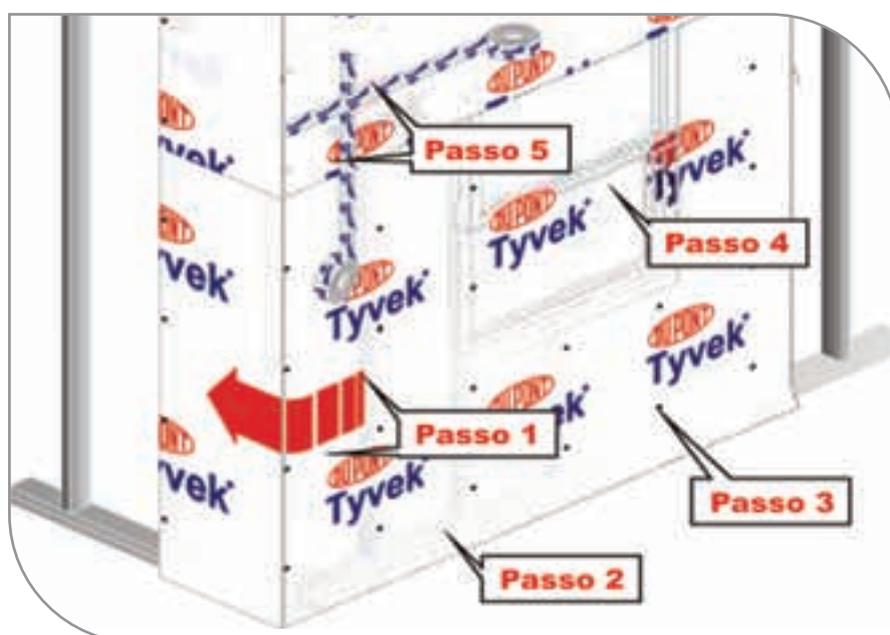


Passo 5

Sele todas as sobreposições verticais e horizontais, com o auxílio da **Tyvek® Tape** e obtenha, assim, a máxima resistência à penetração de ar, garantindo o sucesso do isolamento térmico.



Visão geral



23.3. ABERTURAS PARA PORTAS E JANELAS

Passo 1

Faça um corte em “X” nas aberturas de portas e janelas como mostra a figura abaixo.

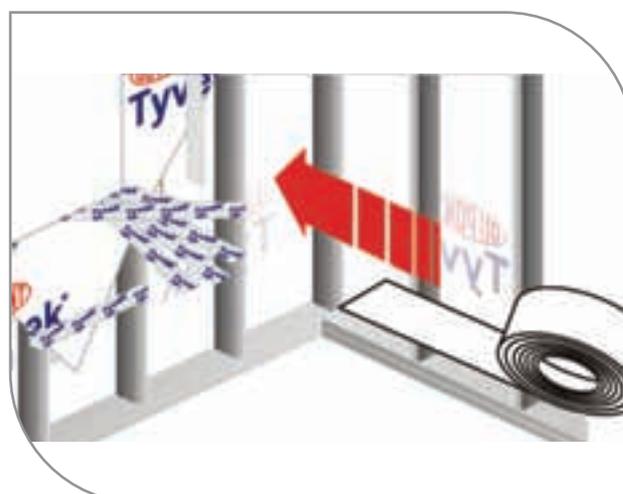


Passo 2

A) Fixe temporariamente as abas formadas na parte interior da estrutura, com auxílio da **Dupont™ Tyvek® Tape** como mostra a figura.



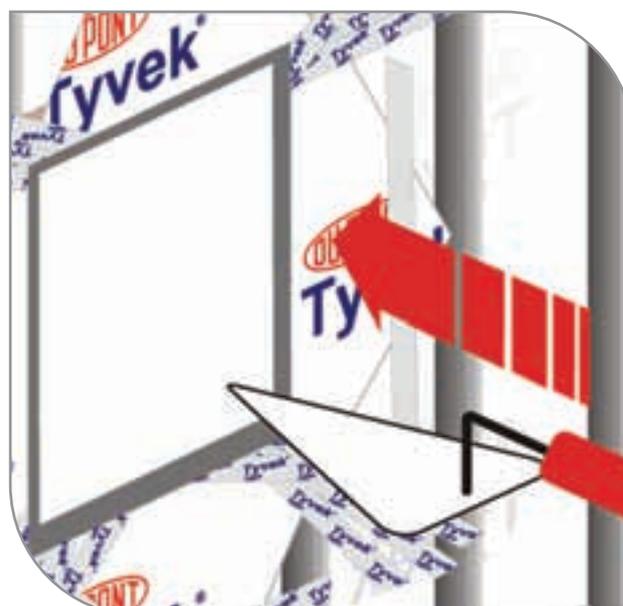
B) Aplique **Dupont™ Tyvek® Tape** sobre as partes não revestidas da abertura após a dobra como mostra a figura. Comece sempre cobrindo a parte mais abaixo para não criar nenhum caminho preferencial de infiltração.



O comprimento dessa fita deve ser suficiente para cobrir os espaços vazios e sobrar pelo menos 3 cm de fita na parte interior da estrutura

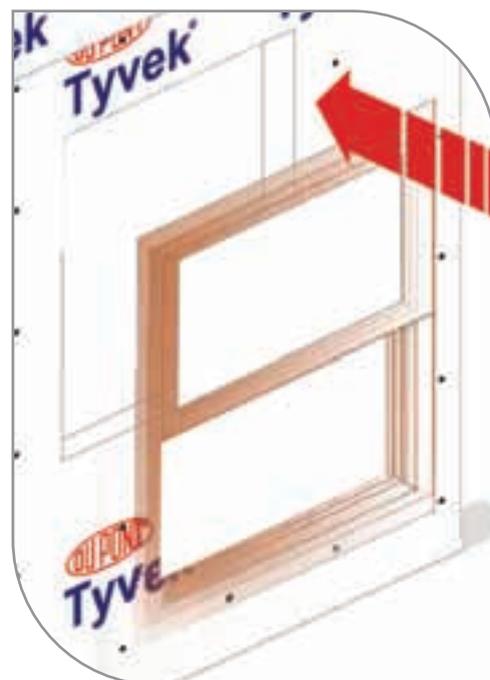
Passo 3

Faça a requadrção da abertura com material de sua preferência sobrepondo as abas de **Tyvek®**, conforme a figura.

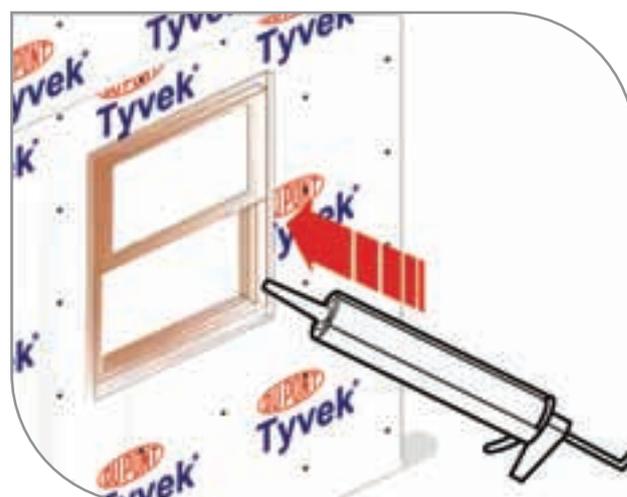


Passo 4

A) Instale a janela de acordo com o manual do fabricante da mesma.

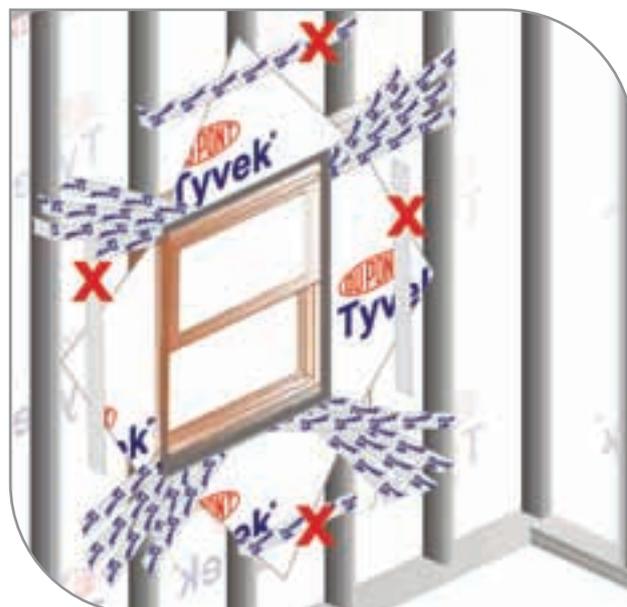


B) Sele ao redor das janelas, tanto na parte interior quanto exterior da estrutura utilizando **Selamax**.

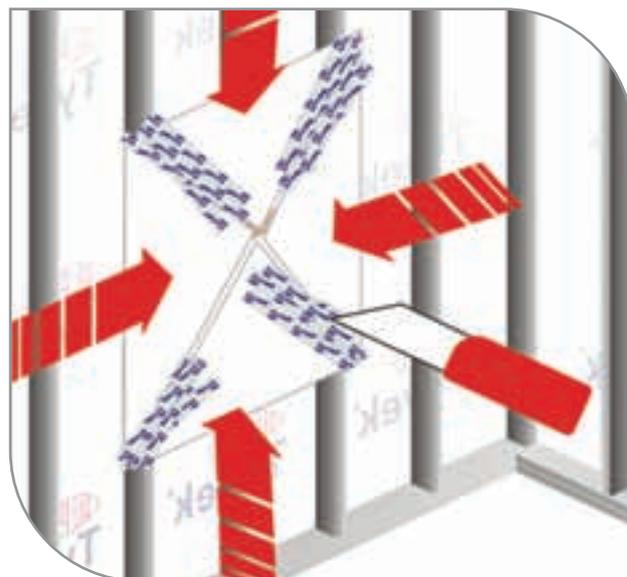


Passo 5

A) Desfaça a fixação temporária das abas, dobrando-as por cima da requadrção, como mostra a figura abaixo:



B) Dobre também a sobra de 3 cm de fita.



Passo 6

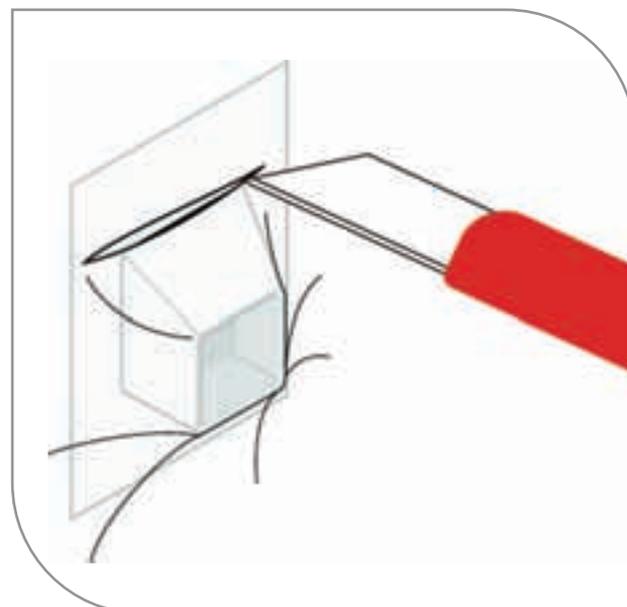
Corte o **Tyvek**® e a fita entre a requadrção e a esquadria e sele o corte utilizando o **Tyvek**®.



23.4. ABERTURA PARA ENCANAMENTOS E PARTE ELÉTRICA

Passo 1

Corte o **Tyvek**® exatamente ao redor da peça.



23.5. ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO

Desenvolvido para compor o sistema drywall, o Wallfelt deve ser utilizado no interior de paredes de steel framing e drywall. Sua função é isolar os ruídos e transmissão de calor entre ambientes.

Características - Feltro Wallfelt	
Composição	Feltro constituído por lã de vidro aglomerada com resinas sintéticas
Dimensões (m)	12,50 x 1,20 - 12,50 x 0,60 - 7,50 x 1,20 - 7,50 x 0,60
Espessura (mm)	50 / 75 / 100
Revestimento	Papel Kraft pardo

Características - Painel Wallfelt	
Composição	Feltro constituído por lã de vidro aglomerada com resinas sintéticas
Dimensões (m)	1,35 x 0,60
Espessura (mm)	50 / 75 / 100
Revestimento	Papel Kraft pardo ou véu de vidro

Performance térmica		
Referência	Condutividade térmica (W/m °C)	Resistência térmica (m ² °C/W)
Wallfelt 50	0,042	1,19
Wallfelt 75	0,042	1,78
Wallfelt 100	0,042	2,38

Performance acústica						
Tipo de parede	Simplex	Dupla	Simplex	Dupla	Simplex	Dupla
Produto	WF 50	WF 50	WF 75	WF 75	WF 100	WF 100
Espessura (mm)	50	50	75	100	100	100
RW (αβ)	43	50	47	55	52	58
Perfil metálico (mm)	48	48	70	70	90	90

Detalhes de instalação

1. Inicie o fechamento da estrutura metálica com as **Placas Cimentícias Impermeabilizadas** pelo lado de fora.
2. Após a cobertura da laje ou da cobertura, inicie a instalação do produto desenrolando o Wallfelt pela parte interna da parede antes do segundo fechamento com placa de gesso ou **Placa Cimentícia**, começando pelo teto e descendo.
3. Corte o excedente de feltro da parte inferior e repita a mesma operação até cobrir toda a superfície da parede.
4. Instale as placas de gesso ou **Placa Cimentícia** fechando a parede, de maneira que as junções das placas fiquem desencontradas entre um lado da parede e outro.
5. Faça o acabamento entre as juntas das placas.

24. LOCAIS ÚMIDOS

- Para áreas úmidas de banheiros, cozinhas e serviço, recomenda-se o espaçamento dos montantes a cada 40 cm.
- Para revestimentos plásticos ou melamínicos, as juntas de rebaixo são executadas normalmente (ver capítulo). As juntas de topo são somente calafetadas com massa sem tela, evitando o engrossamento da junta.
- Os pontos de utilização e passagem de tubos devem ser vedados com selante (tipo silicone antifungo) flexível.

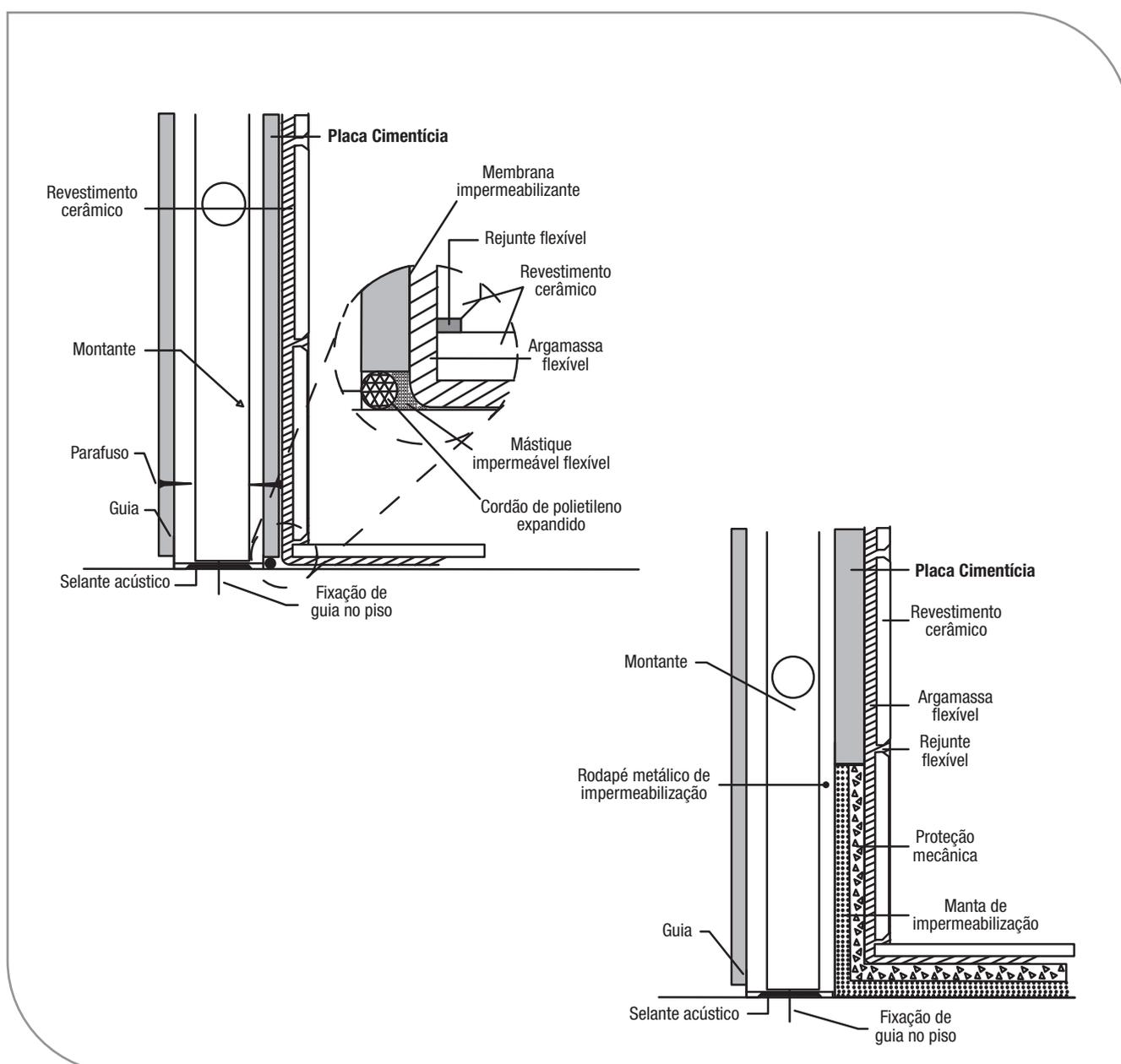
24.1. IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE DA PAREDE EM ÁREAS ÚMIDAS

Recomenda-se prever sempre a proteção da base da parede em áreas molhadas.

Deverá ser aplicado um sistema de impermeabilização flexível, subindo na parede à altura de, pelo menos, 20 cm do piso de acordo com o projeto de impermeabilização.

Dependendo do projeto de impermeabilização escolhido, deverá ser prevista a vedação com **Selamax** da folga entre a placa e o piso.

No caso da utilização de manta asfáltica, utilize rodapé metálico de impermeabilização para suporte da mesma.



25. ACABAMENTOS

A **Placa Cimentícia Impermeabilizada Brasilit** permite a aplicação de vários tipos de acabamento, tais como: pintura, papel de parede, laminados plásticos, cerâmica etc. Seguem as recomendações para cada tipo de acabamento.

25.1. PINTURA

São definidos 3 níveis de pintura para atender às necessidades do usuário em função do tipo de construção e uso.

25.1.1. NÍVEL 1



Neste nível, as juntas das placas ficam aparentes e recebem o tratamento recomendado para juntas abertas. As cabeças dos parafusos podem ficar aparentes ou receber duas camadas de **Massa para Junta**, sendo que, após a primeira camada, é necessário aguardar quatro horas para aplicação da segunda camada. Após a secagem, lixe os pontos de massa para eliminar as saliências e rebarbas. Para paredes coloridas, utilize tinta acrílica à base de água seguindo orientações do fabricante.

Para utilizações onde se pretende deixar a placa no seu estado original, recomenda-se tampar os parafusos com uma massa à base de cimento para haver estanqueidade e uniformidade na cor, bem como a aplicação de um verniz acrílico resistente a intempéries de base aquosa em toda a superfície para proteção da placa, seguindo orientações do fabricante.

25.1.2. NÍVEL 2

Neste nível, as juntas das placas recebem tratamento para juntas invisíveis, e as cabeças dos parafusos devem ser tratadas como indicado anteriormente.

Após a secagem total, lixe todas as regiões onde houve o tratamento e limpe.

Prepare a superfície com primer ou selante de acordo com orientação do fabricante, e, da mesma forma, realize a aplicação da textura.

NOTA: Este nível não é recomendado quando se deseja um acabamento liso.



25.1.3. NÍVEL 3

Neste nível, as juntas devem receber tratamento para juntas invisíveis, as cabeças dos parafusos devem receber massa e lixamento. Depois do lixamento das rebarbas, aplique um fundo selante acrílico de forma a igualar a absorção da superfície da placa e das juntas. Após a secagem, efetue um teste com a pintura desejada observando se o resultado atende à especificação do projeto. Não sendo suficiente, aplique massas de regularização de base acrílica de acordo com os procedimentos e demãos indicados pelo fabricante e repita o teste. Essa aplicação é mais adequada para uso interno.



25.2. PAPEL DE PAREDE



O papel de parede é recomendado somente para uso interno. Após a execução das juntas das placas com o tratamento para juntas invisíveis, e do recobrimento das cabeças dos parafusos com **Massa para Junta**, lixe as saliências e rebarbas. Limpe toda a superfície e aplique o papel de parede conforme recomendação do fabricante, com cola resistente à alcalinidade da **Placa Cimentícia**.

25.3. CERÂMICA

Após o tratamento das juntas invisíveis, lixe adequadamente e limpe totalmente a superfície a ser revestida e o elemento a ser aplicado. Aplique uma demão de chapisco rolado para reforçar a impermeabilização e melhorar a ancoragem. Após a secagem, aplique a cerâmica com argamassa tipo ACII ou ACIII conforme recomendações do fabricante. O rejuntamento entre as peças deve ser feito com um selante flexível e impermeável.

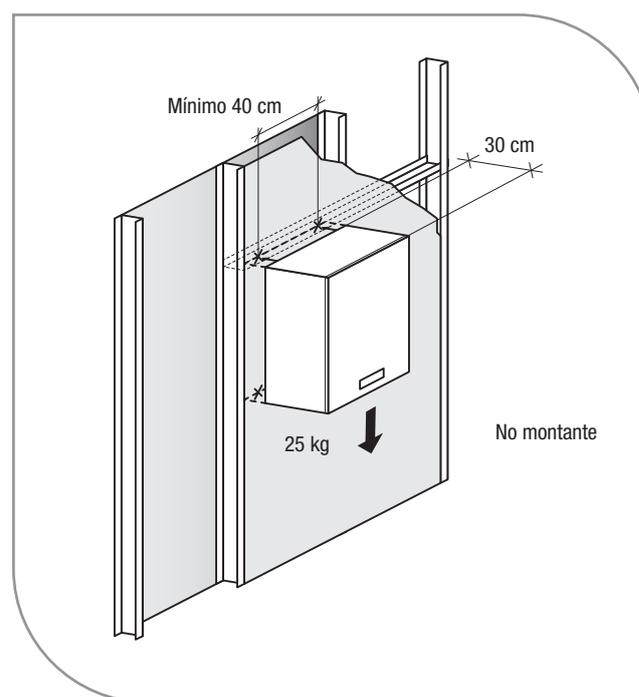
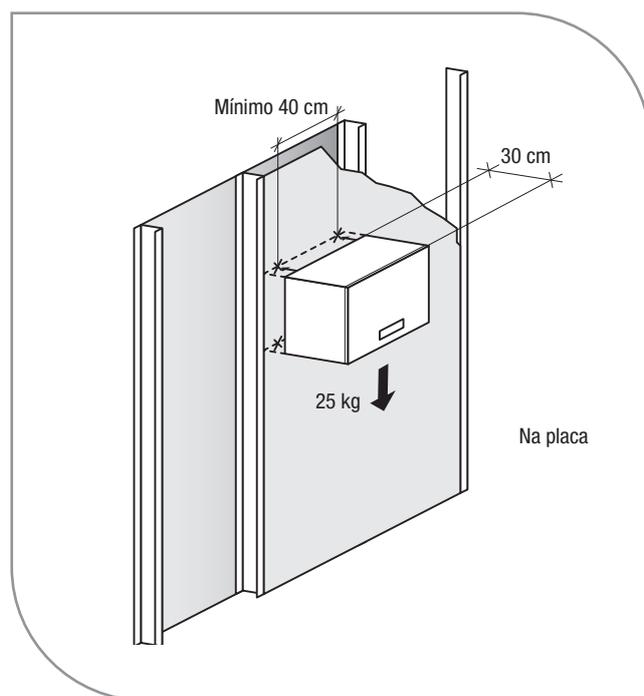
No caso de outros acabamentos, verifique com os fabricantes a compatibilidade dos mesmos com superfícies cimentícias e alcalinas como a da placa.



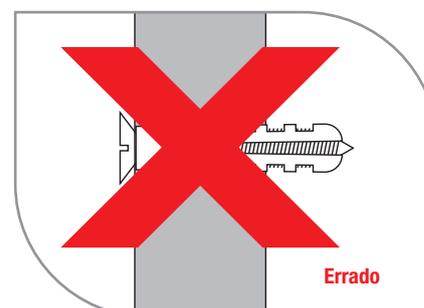
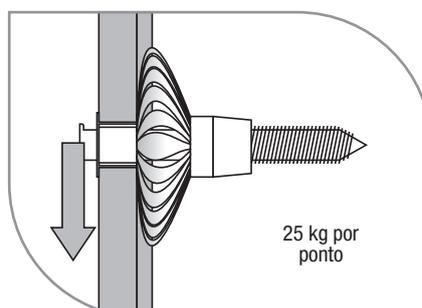
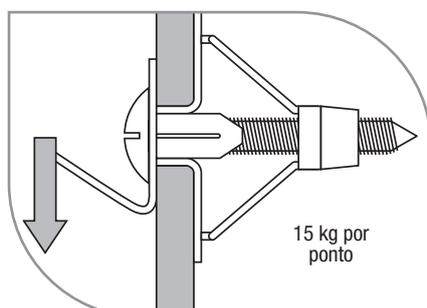
26. FIXAÇÃO DE PEÇAS SUSPENSAS EM PAREDES

A fixação de elementos ou peças suspensas em paredes de **Placas Cimentícias** deve ser feita com o auxílio de buchas de expansão, específicas para materiais vazados. Buchas basculantes com base metálica (tipo Toggler Bolt) ou plásticas com travas internas (tipo Kwik-Tog) são indicadas para a maioria das solicitações. A tabela a seguir especifica os valores máximos de cargas a serem fixadas e o tipo de esforço.

Tipo de esforço	Base de fixação	Espaçamento mínimo entre dois ou mais pontos de fixação	Ponto de aplicação da carga (distância mínima da parede)	Elemento a ser fixado	Carga máxima da peça
Arrancamento	Placa	40 cm	30 cm	Armários Prateleiras	25 kg fixados em, no mínimo, 2 pontos
	Montantes	40 cm	30 cm	Armários Bancadas Lavatórios	50 kg fixados em, no mínimo, 2 pontos
Cisalhamento	Placa	-	-	Quadros Espelhos	25 kg



Para cargas superiores às especificadas na tabela e instalação de vasos sanitários e bidês suspensos, é necessário prever reforços metálicos específicos. Individualmente, as cargas máximas por fixadores estão indicadas nas figuras abaixo.



27. APLICAÇÕES

27.1. FACHADAS

As **Placas Cimentícias Brasilit** quando aplicadas como fachada transferem para o sistema construtivo suas qualidades de baixo peso, resistência à umidade, facilidade na montagem, aplicação de vários acabamentos, além de vencerem rapidamente grandes vãos de fechamento.

A espessura mínima de placa recomendada é de 10 mm.

Existem algumas alternativas de fachada que dependem da concepção arquitetônica e do sistema construtivo da estrutura do suporte.

Podem ser:

- Fachada corrida.
- Fachada entre lajes.
- Revestimento de fachada.

Considerações gerais

Em função da altura dos fechamentos, do posicionamento das aberturas e do comprimento, o dimensionamento dos perfis deve ser definido pelo cálculo estrutural, porém o espaçamento máximo entre perfis não deve ser superior a 400 mm.

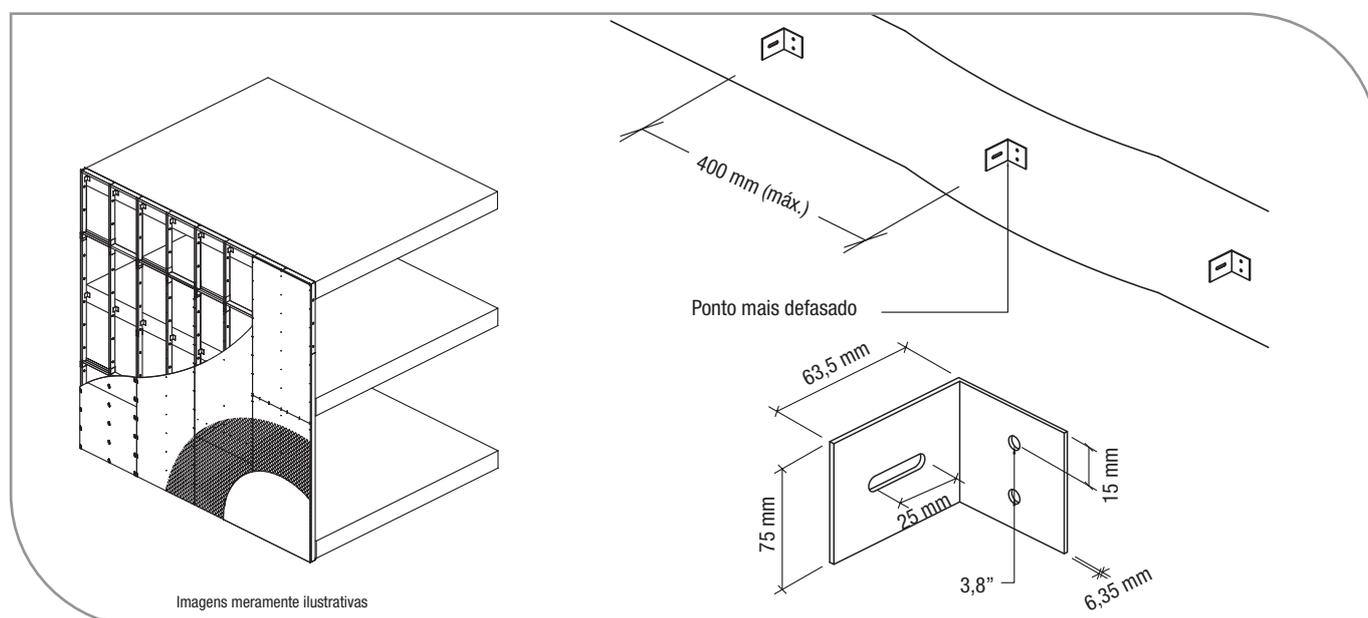
Antes da aplicação das **Placas Cimentícias**, deve-se aplicar a barreira de umidade (**Tyvek**®) em todo o fechamento garantindo a estanqueidade.

Obrigatoriamente, devem ser feitas juntas de dilatação estrutural com distância máxima de 6 metros entre elas. Observe tópico específico sobre juntas de dilatação.

27.2. FACHADA CORRIDA

Quando o fechamento passa por fora da laje de piso ou por vigas perimetrais. Havendo alguma irregularidade no alinhamento ou no prumo das lajes, é possível fazer a correção com dispositivo de regulagem na fixação dos perfis.

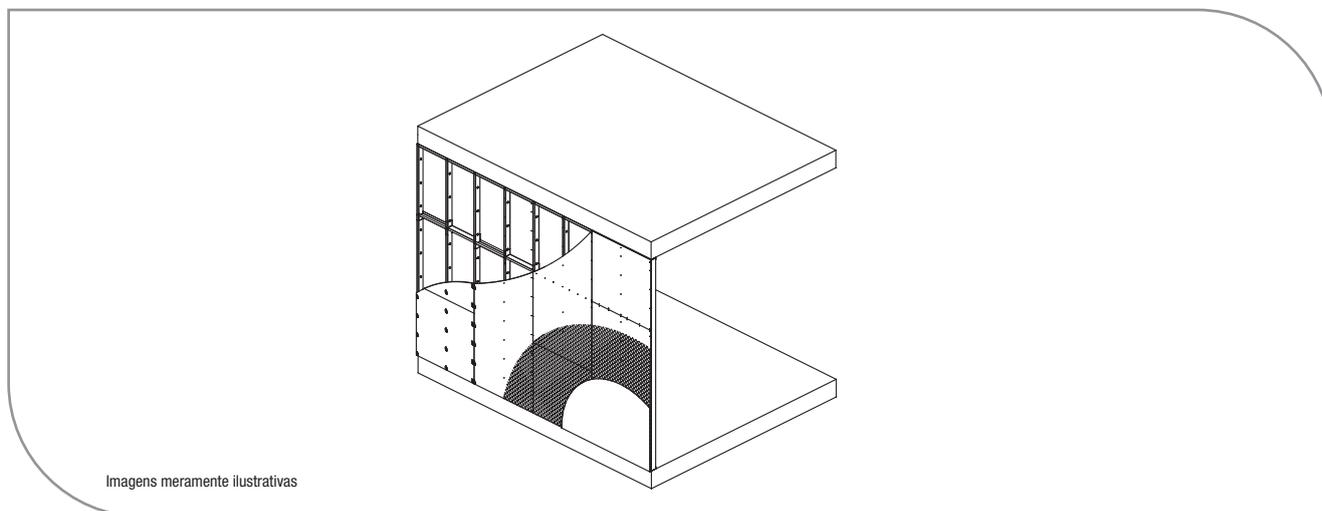
O fechamento pode ser feito com placas seguindo as recomendações de paginação e fixação ou com siding cimentício seguindo as recomendações de aplicação.



27.3. FACHADA ENTRE PISOS

27.3.1. FECHAMENTO LIMITADO ENTRE LAJES

O fechamento pode ser feito com placas seguindo as recomendações de paginação e fixação ou com siding cimentício seguindo as recomendações de aplicação.

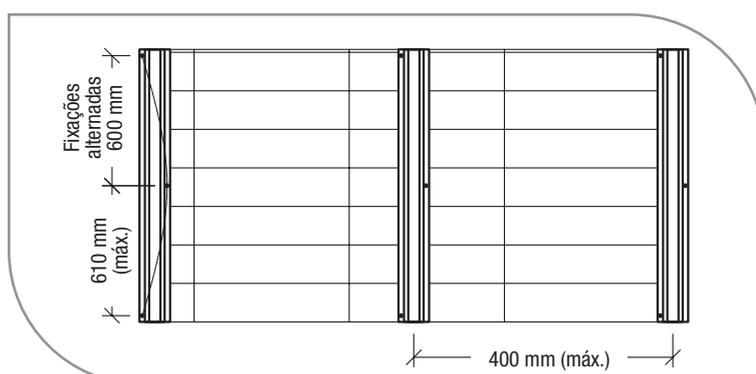
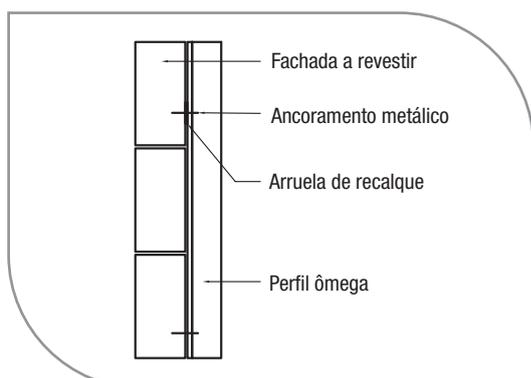
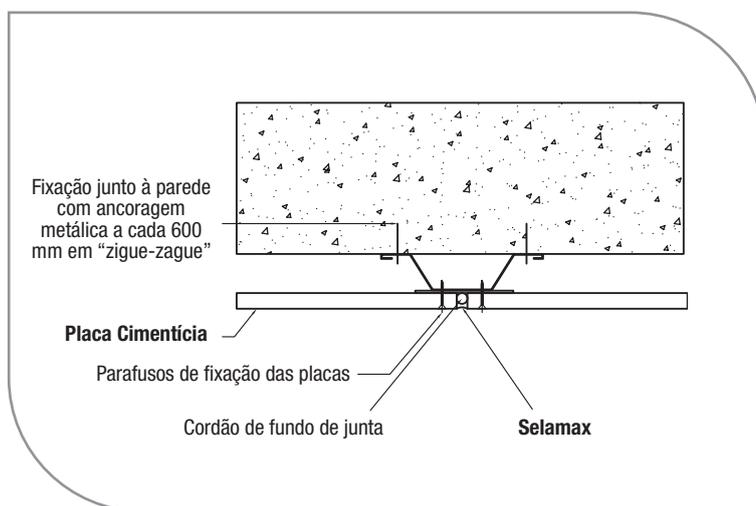
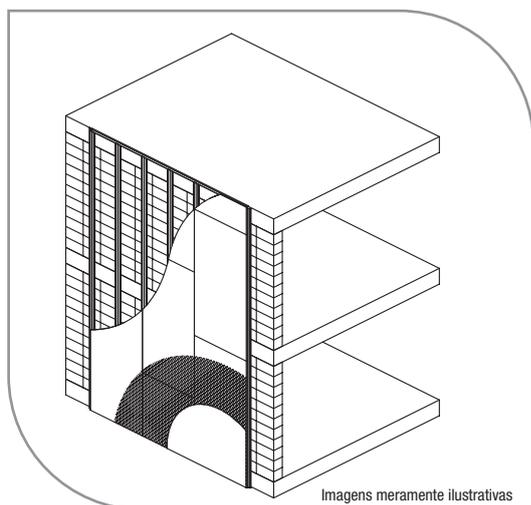


27.3.2. REVESTIMENTO DE FACHADA

Esta aplicação pode ser feita com perfis tipo ômega aplicados diretamente no substrato.

Devem-se verificar as condições da fachada a ser revestida com relação às condições de fixação e irregularidades de alinhamento e prumo.

Ao fixar os perfis ômega, tome o ponto mais saliente da fachada como referência e calce os demais pontos de fixação mantendo o alinhamento e o prumo.



28. SIDING

O siding cimentício com **Placas Cimentícias Impermeabilizadas** deve ser aplicado sobre uma manta de polietileno de alta densidade (**Tyvek® HomeWrap®**) como barreira de umidade. Essa manta tem a propriedade de evitar a entrada de umidade para o interior da parede deixando sair vapor de água interno que possa se condensar no interior da parede.

O espaçamento máximo entre montantes é de 400 mm, e a fixação é feita a cada montante.

A sobreposição das réguas é de 30 mm e os parafusos aplicados a 15 mm da borda.

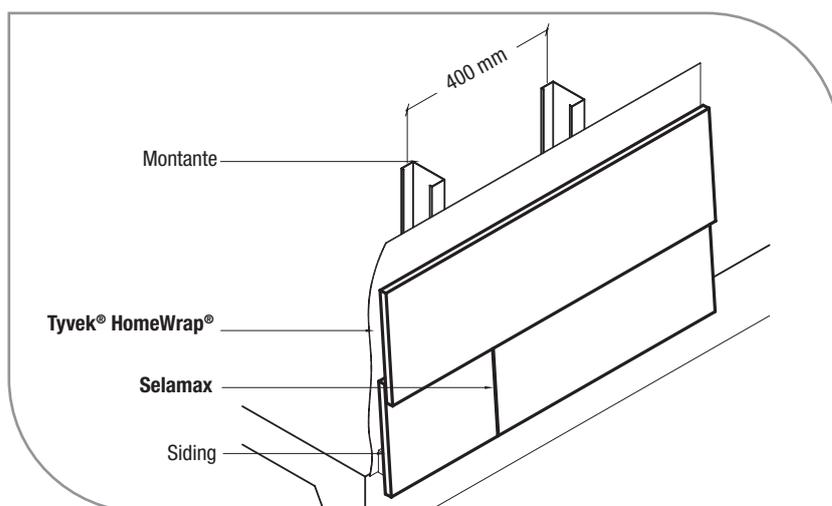
O siding é apresentado em três espessuras: com placas de 10 mm e 12 mm, é aplicado sobre manta de polietileno direto sobre a estrutura; com placa de 8 mm, deve ser aplicado sobre uma placa de suporte.

28.1. MONTAGEM

A montagem deve se iniciar pela execução dos arremates nos cantos internos e externos, e nas aberturas de portas e janelas. Este procedimento facilita a aplicação do siding.

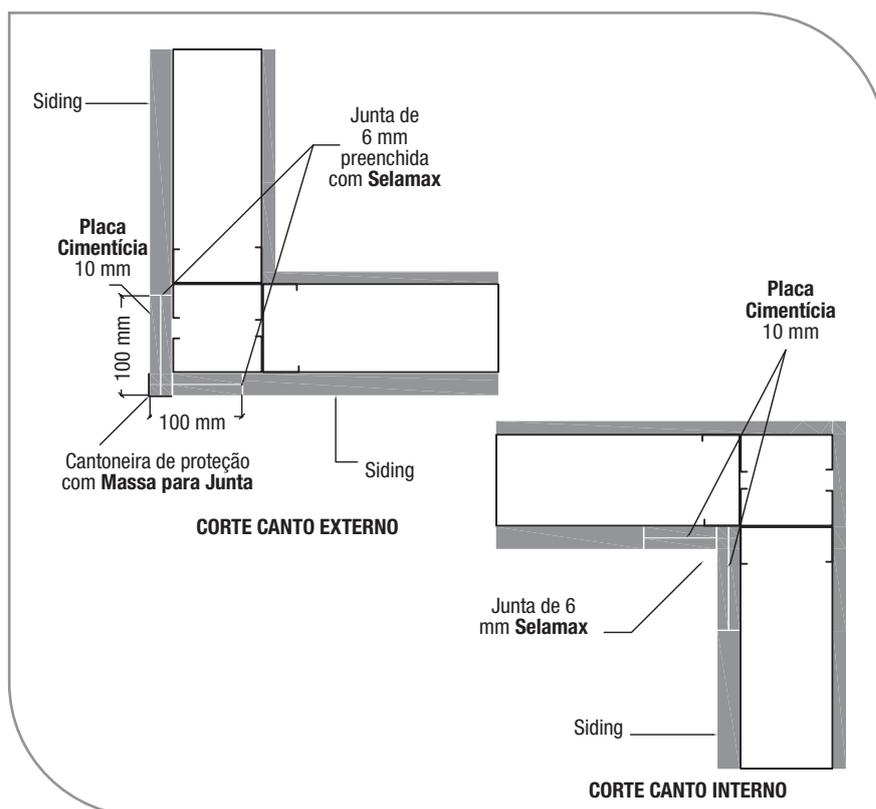
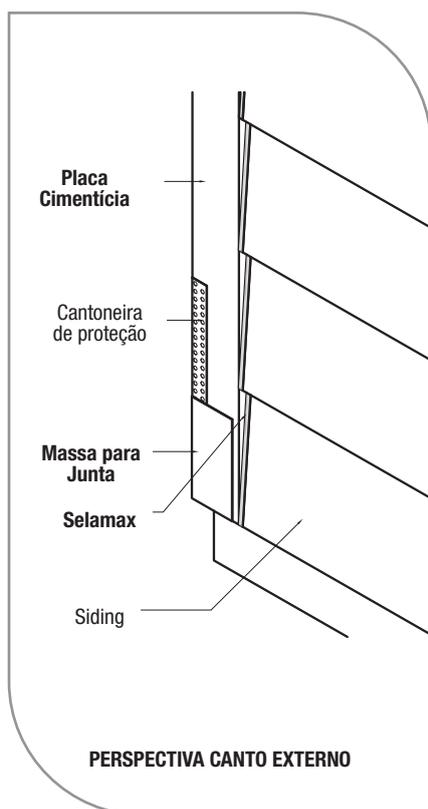
A primeira peça é o siding de início que deve ter 50 mm de largura aplicado na base da estrutura.

A sobreposição das réguas é de 30 mm e os parafusos aplicados a 15 mm da borda

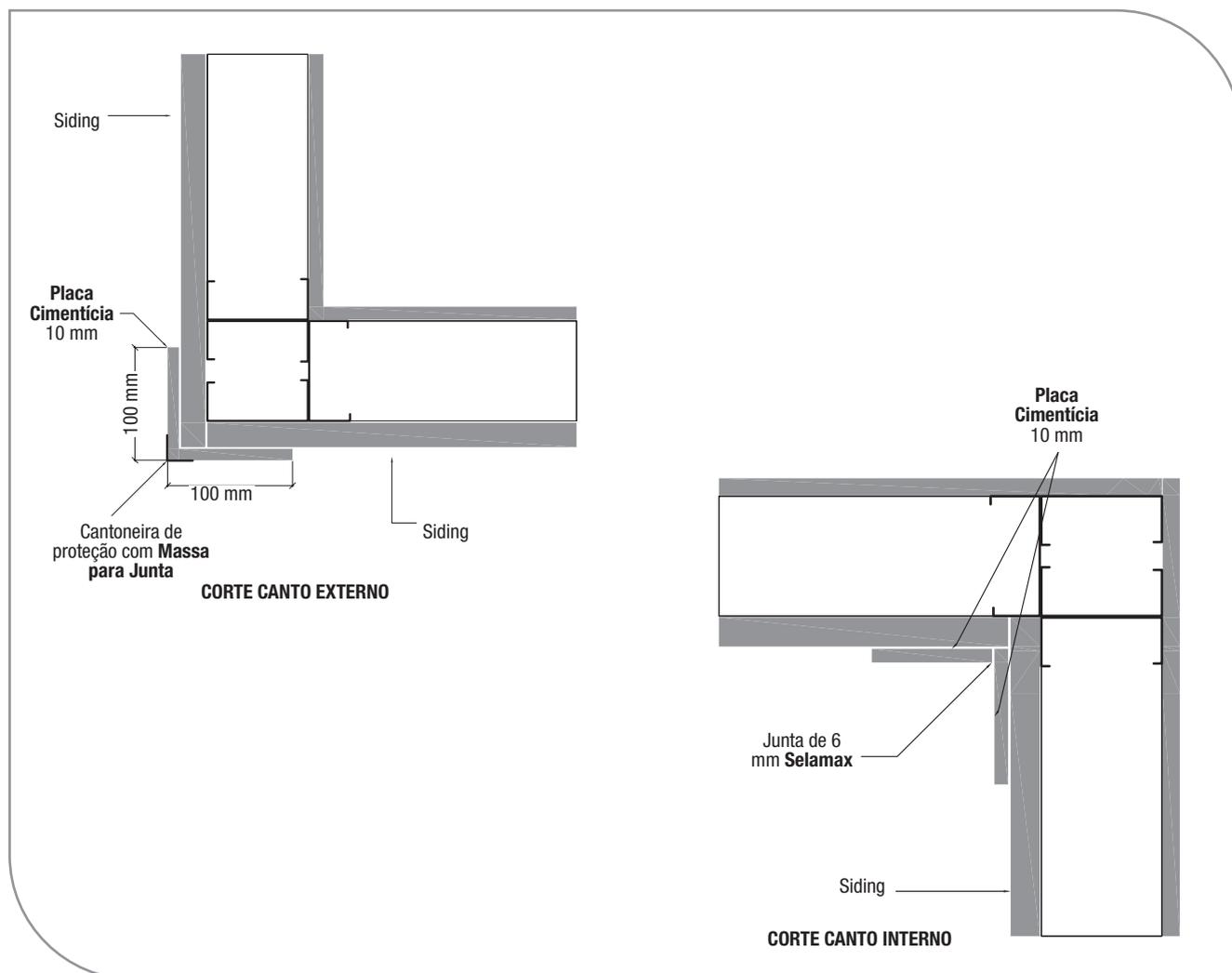


28.2. DETALHES DE CANTO

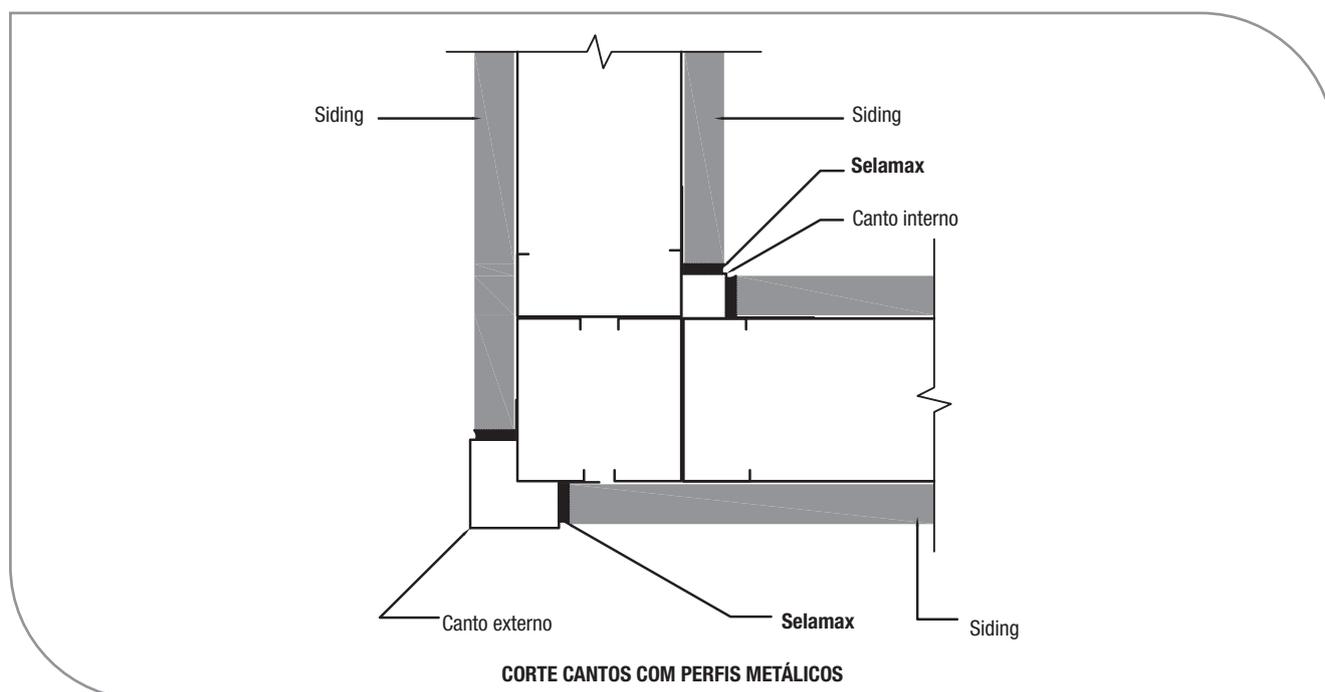
Cantos com **Placa Cimentícia**:



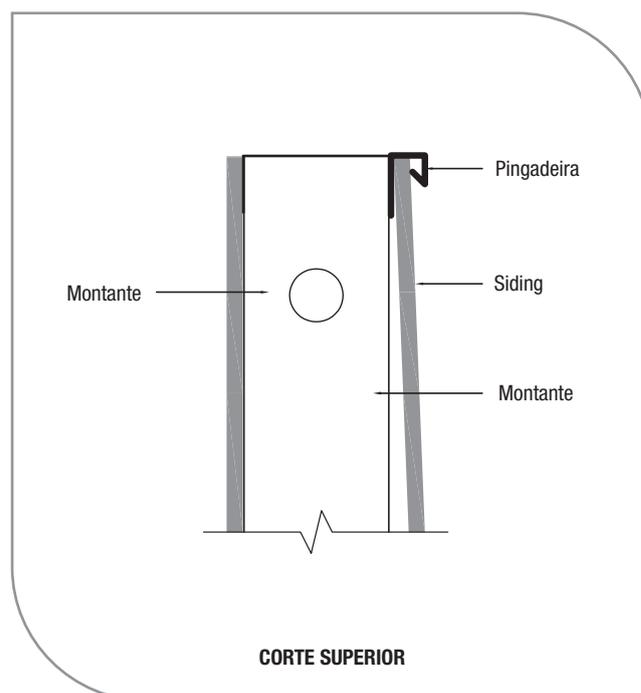
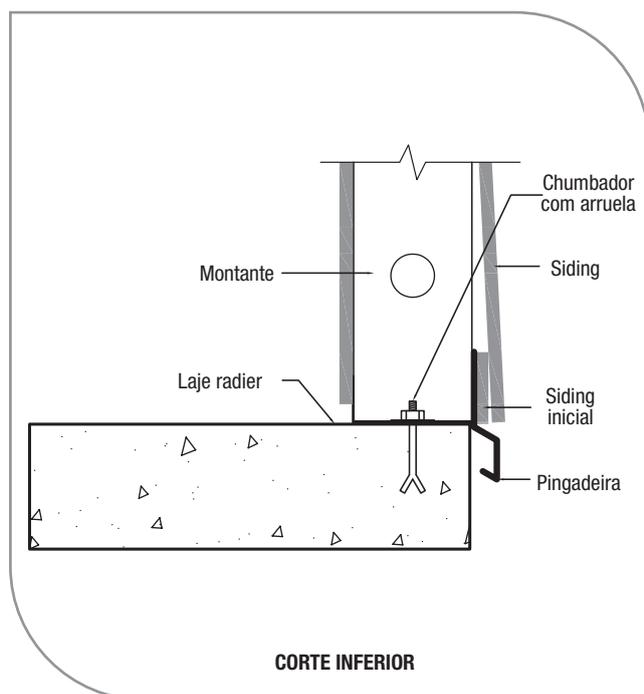
A aplicação ilustrada abaixo não começa pelo arremate dos cantos. O siding é aplicado em toda a extensão das paredes, até os cantos, e o arremate dos cantos internos e externos é aplicado por último. Nesse caso, é preciso aplicar **Massa para Junta** no vão que se forma entre o siding e o arremate para evitar entrada de água.



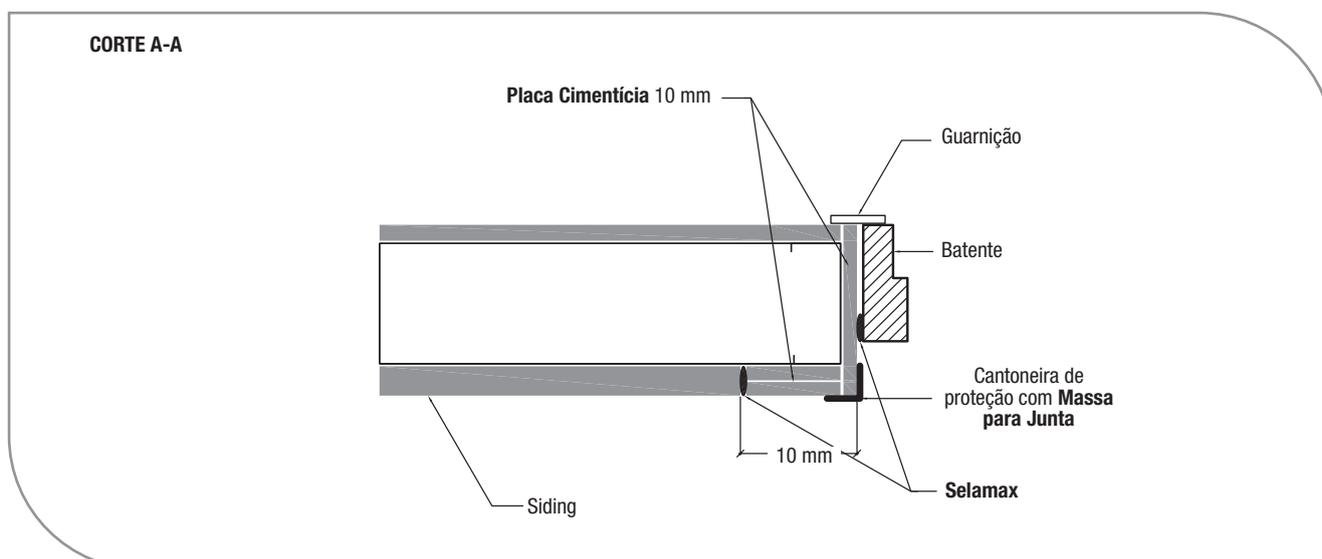
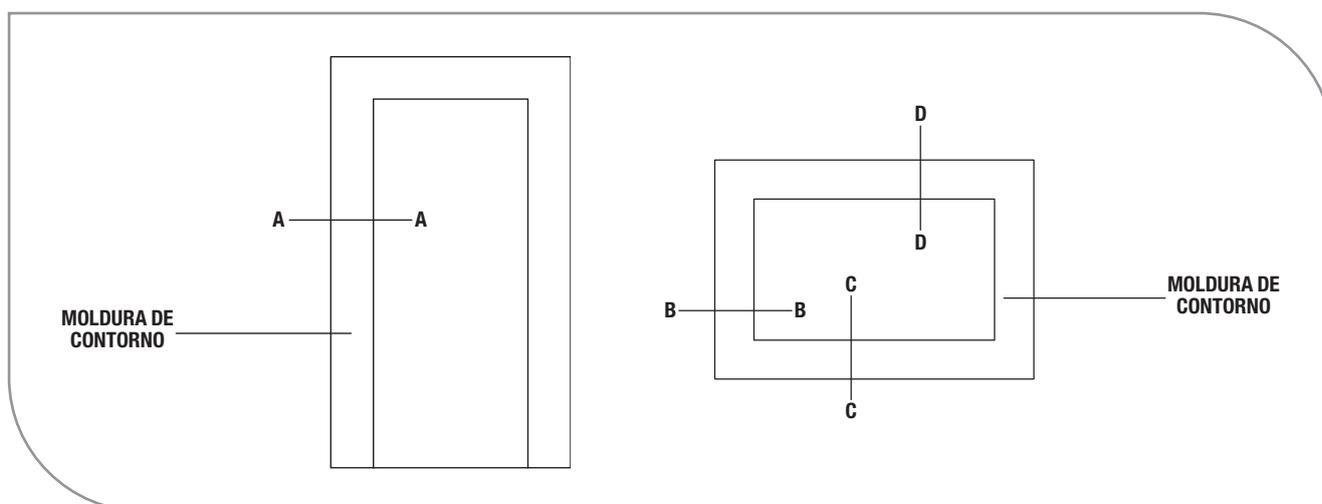
28.3. CANTOS COM PERFIS METÁLICOS



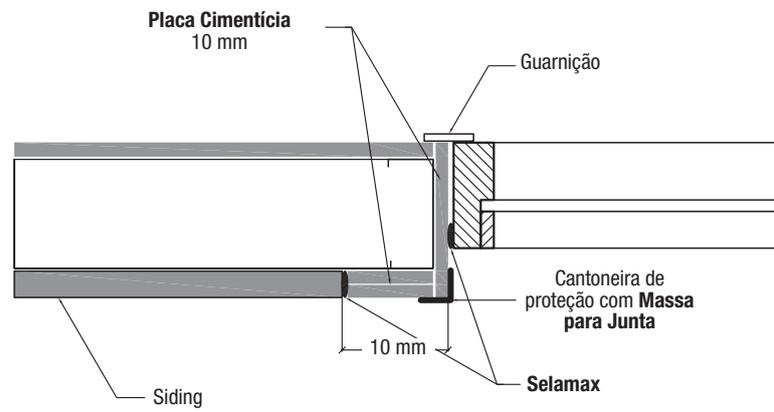
28.4. DETALHES DE PINGADEIRAS



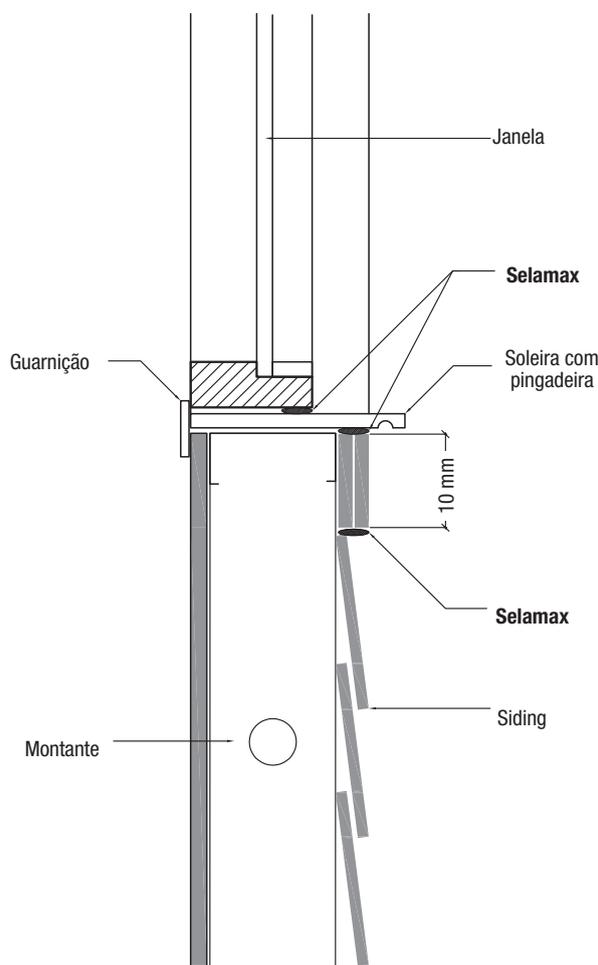
28.5. DETALHES DE ABERTURAS



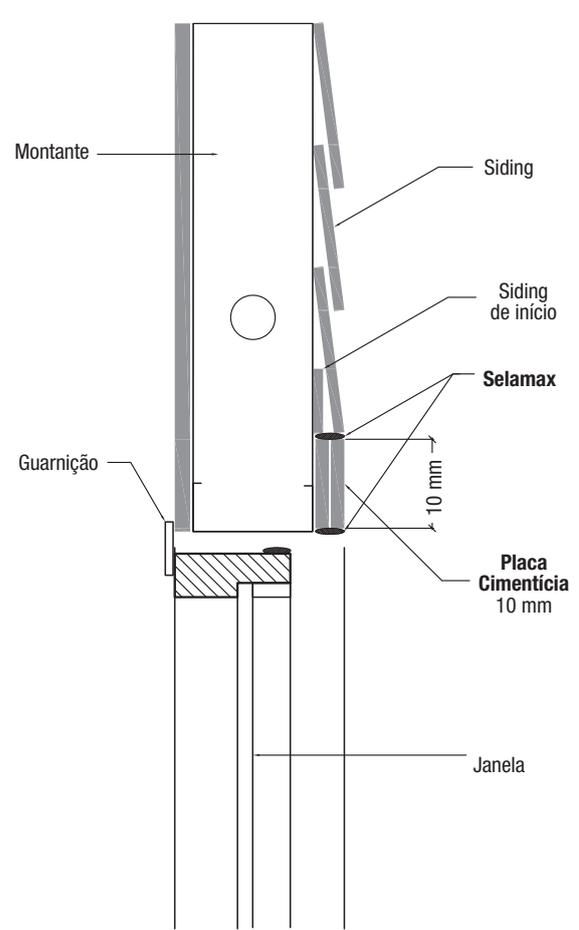
CORTE B-B



CORTE C-C

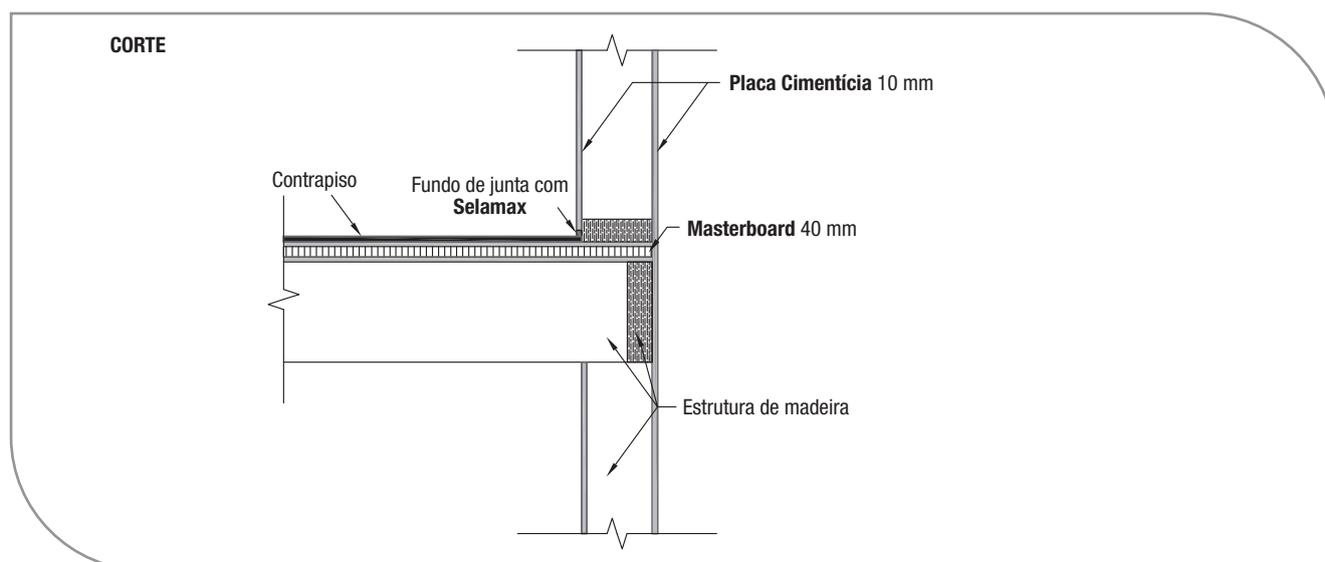
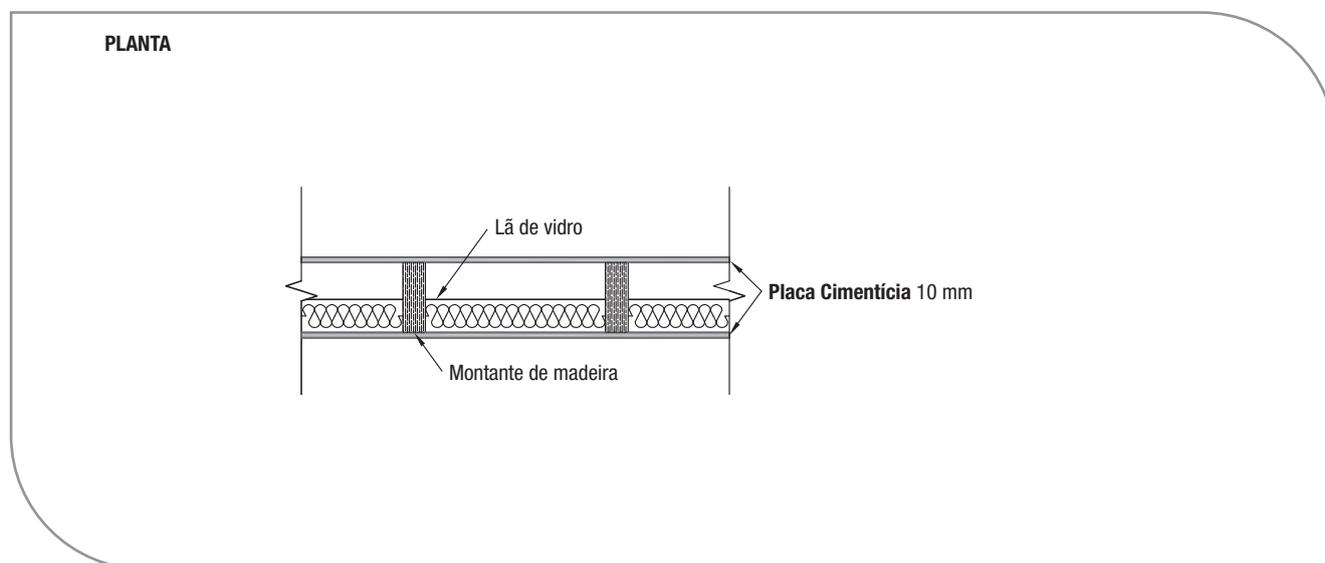


CORTE D-D



29. WOODFRAMING

As **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** também são ideais para fechamento vertical no sistema construtivo wood framing. Para isso deve ser respeitado o cálculo estrutural da estrutura e contraventamento, atuando a **Placa Cimentícia** como revestimento externo ou interno.



A fixação da **Placa Cimentícia** nos perfis de wood framing deve ser feita com pregos de aço respeitando as orientações de espaçamento já expressas neste manual.

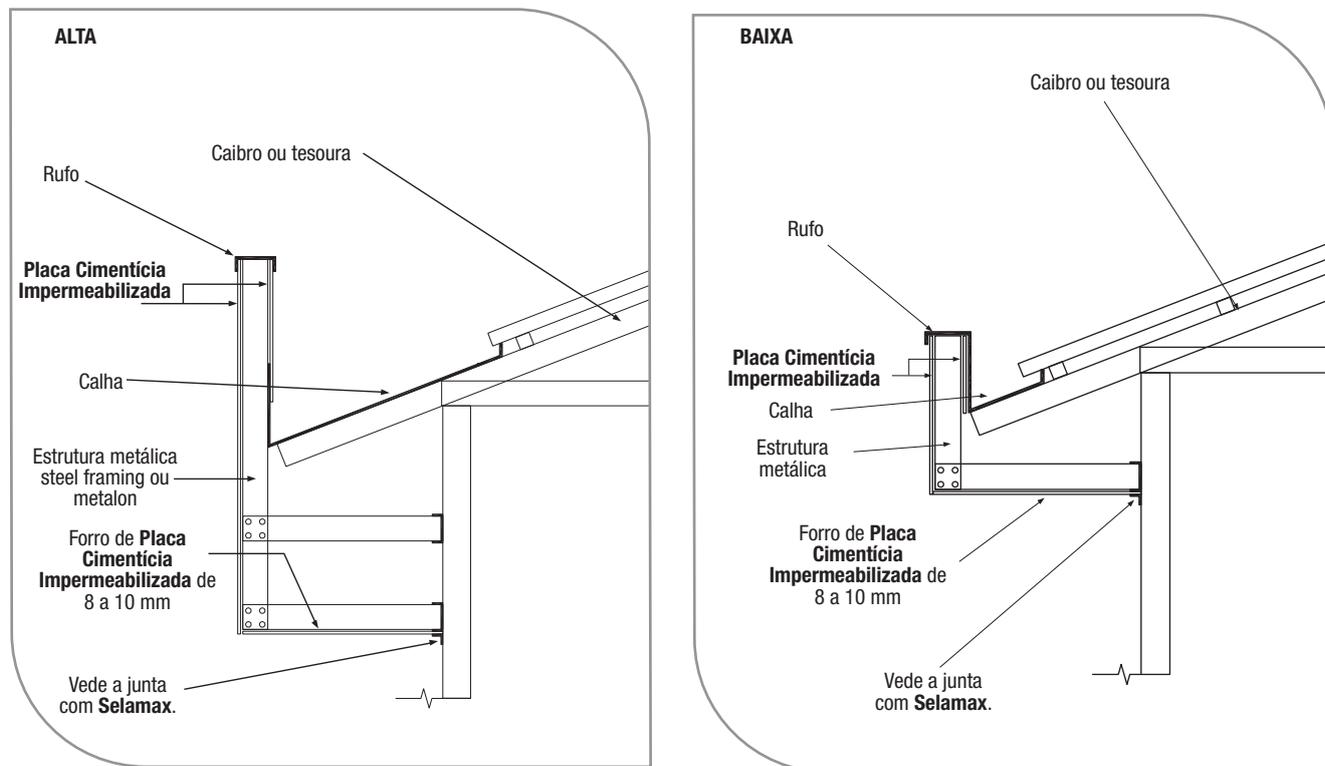
Anotações

30. PLATIBANDAS E FORROS DE BEIRAL

Platibandas e forros de beirais podem ser executados facilmente com **Placa Cimentícia Brasilit**. O baixo peso, a resistência mecânica e a resistência a intempéries garantem um bom desempenho nesta aplicação.

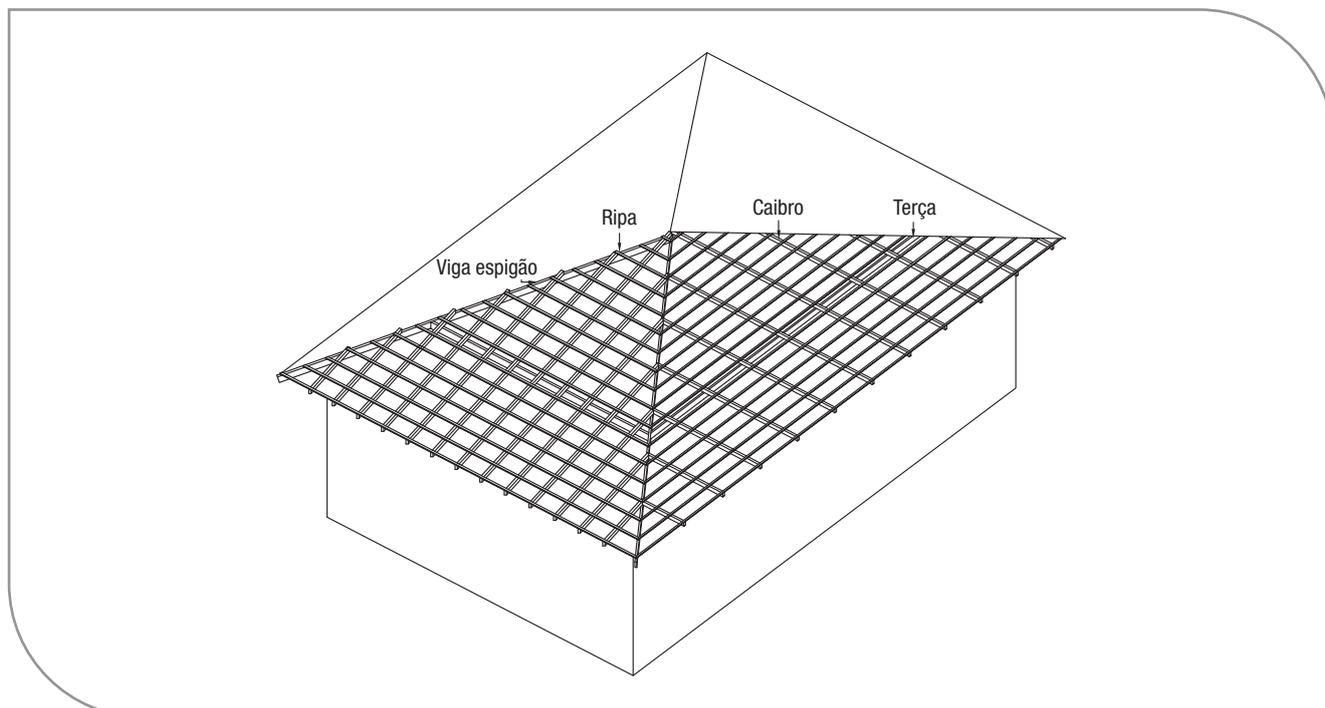
Recomenda-se o uso de perfis estruturais de steel framing dispostos de acordo com o projeto estrutural.

São apresentados a seguir dois exemplos de platibandas: alta, para esconder o telhado, e baixa, conjugando o rufo com a calha em uma só peça.

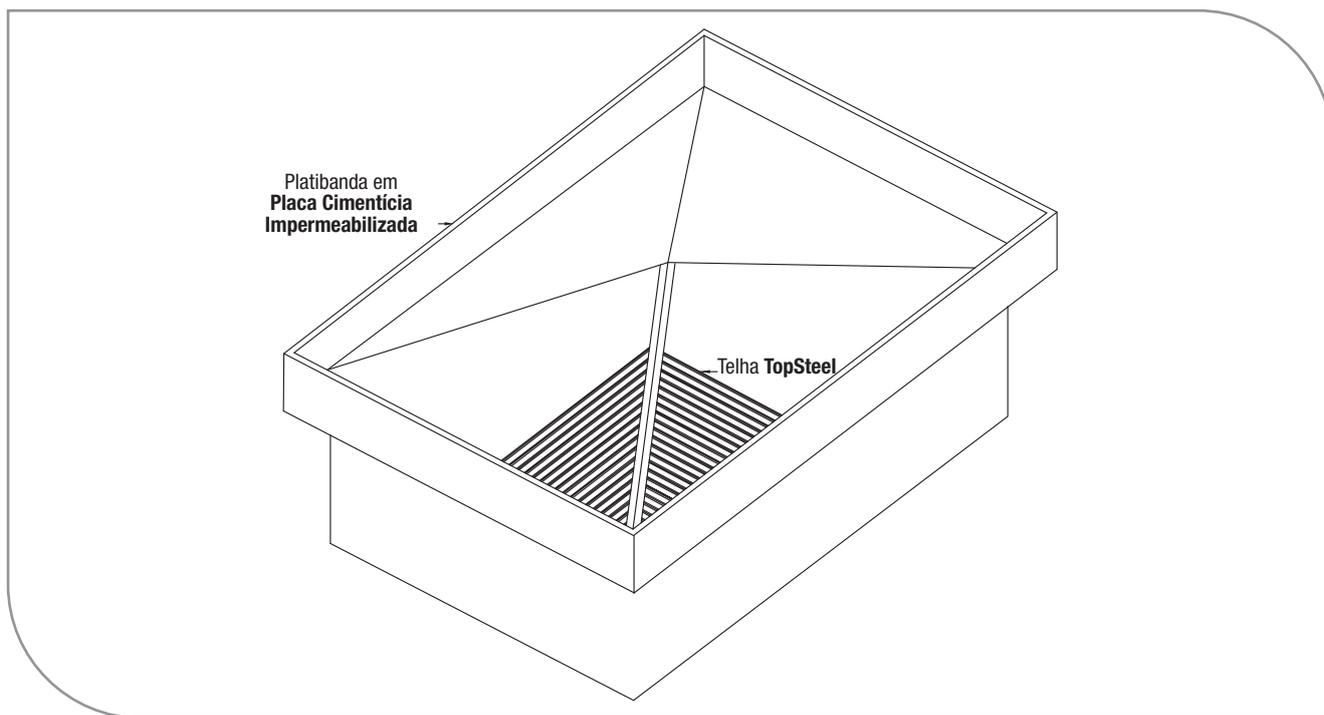
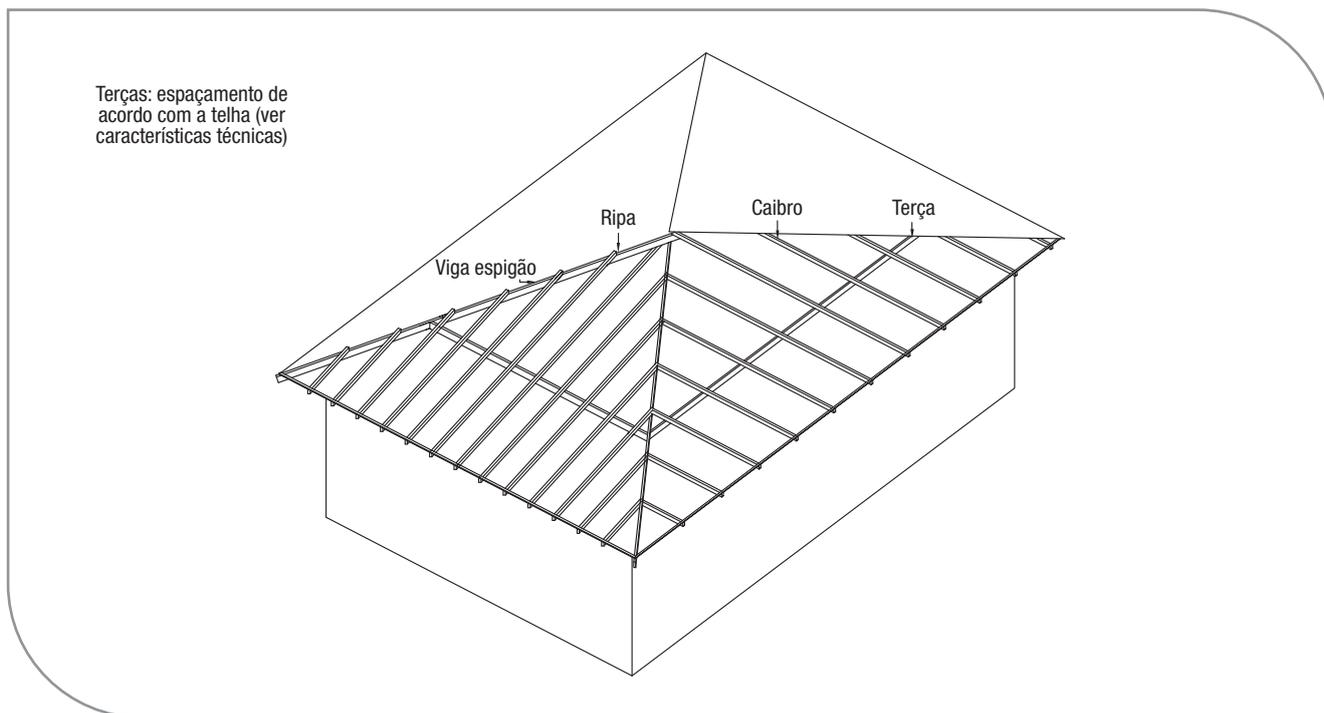


Também é possível incorporar uma platibanda de **Placa Cimentícia** a uma edificação já existente, conforme imagens a seguir.

Estrutura de telhado convencional:

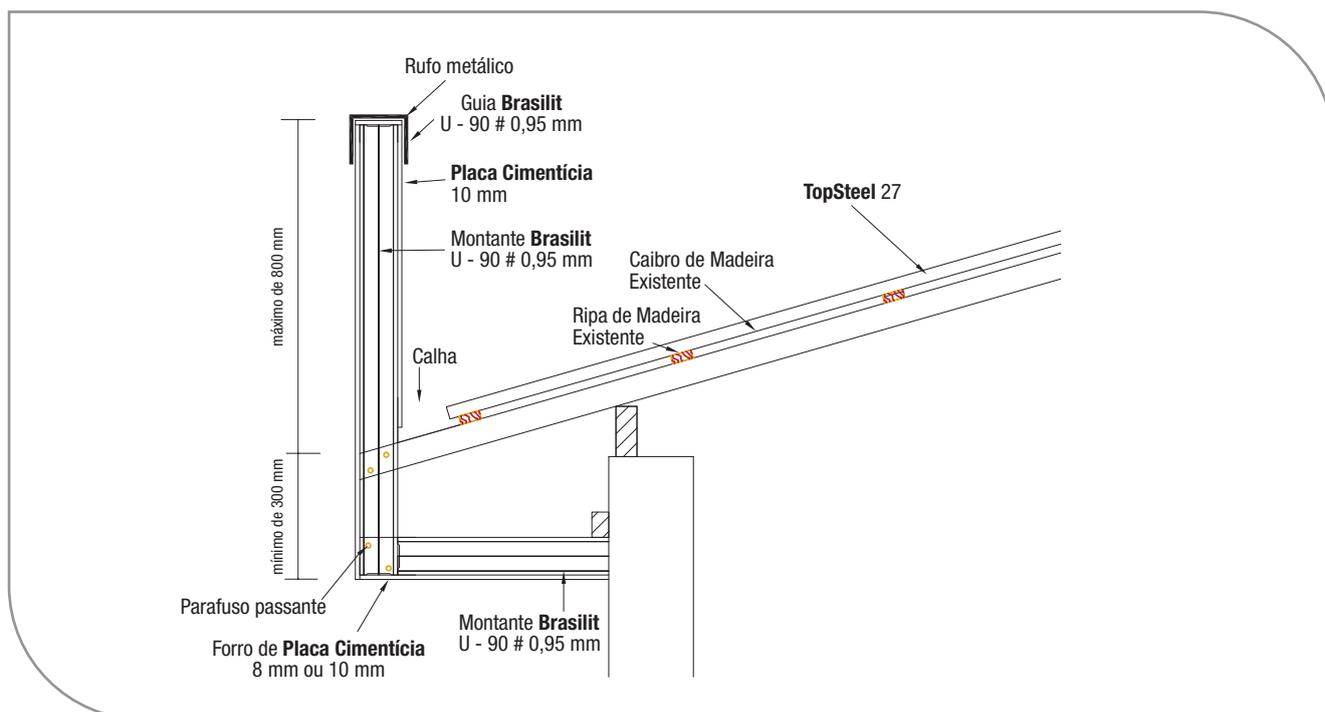


Estrutura de um telhado com telhas metálicas TopSteel:

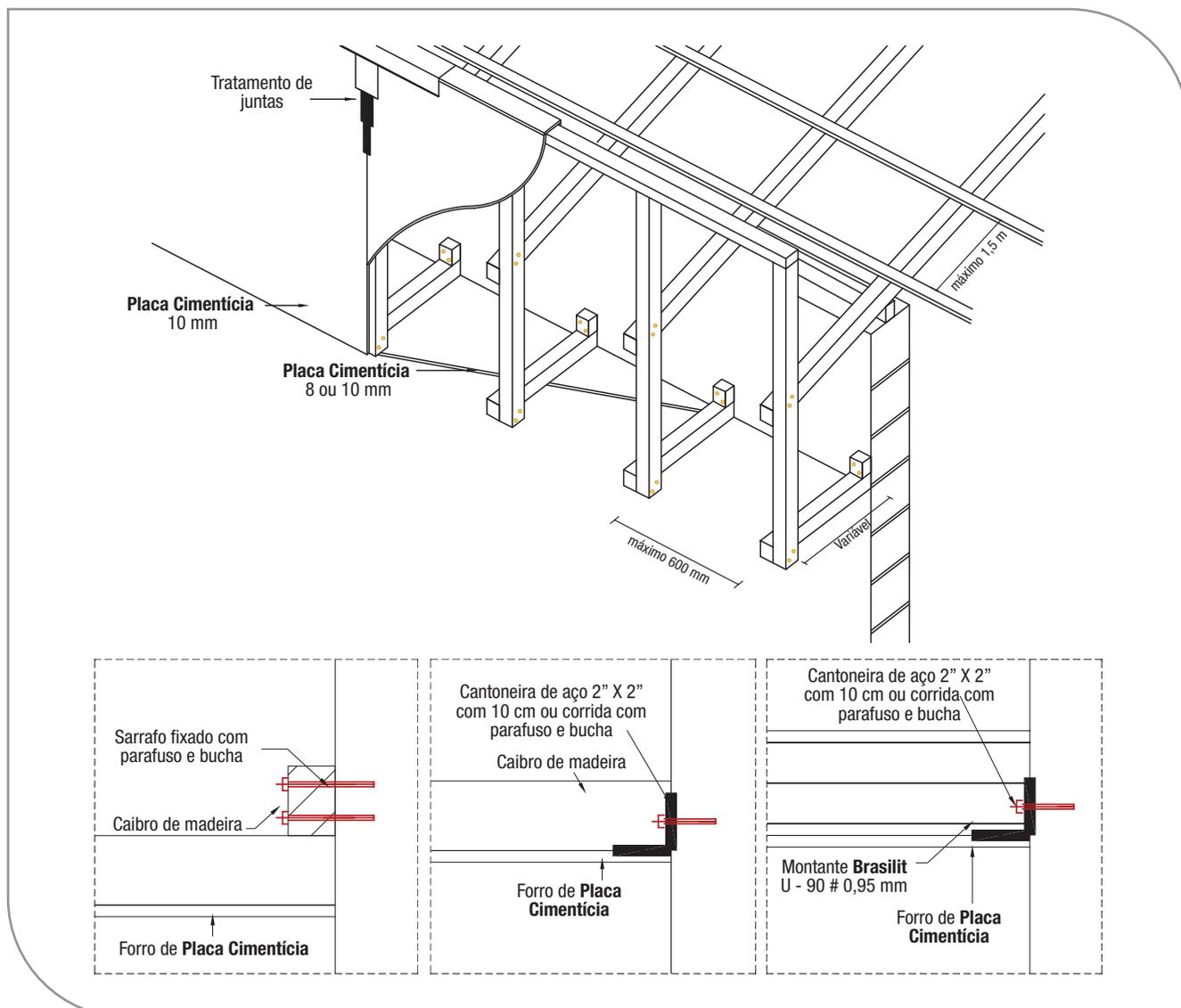


Anotações

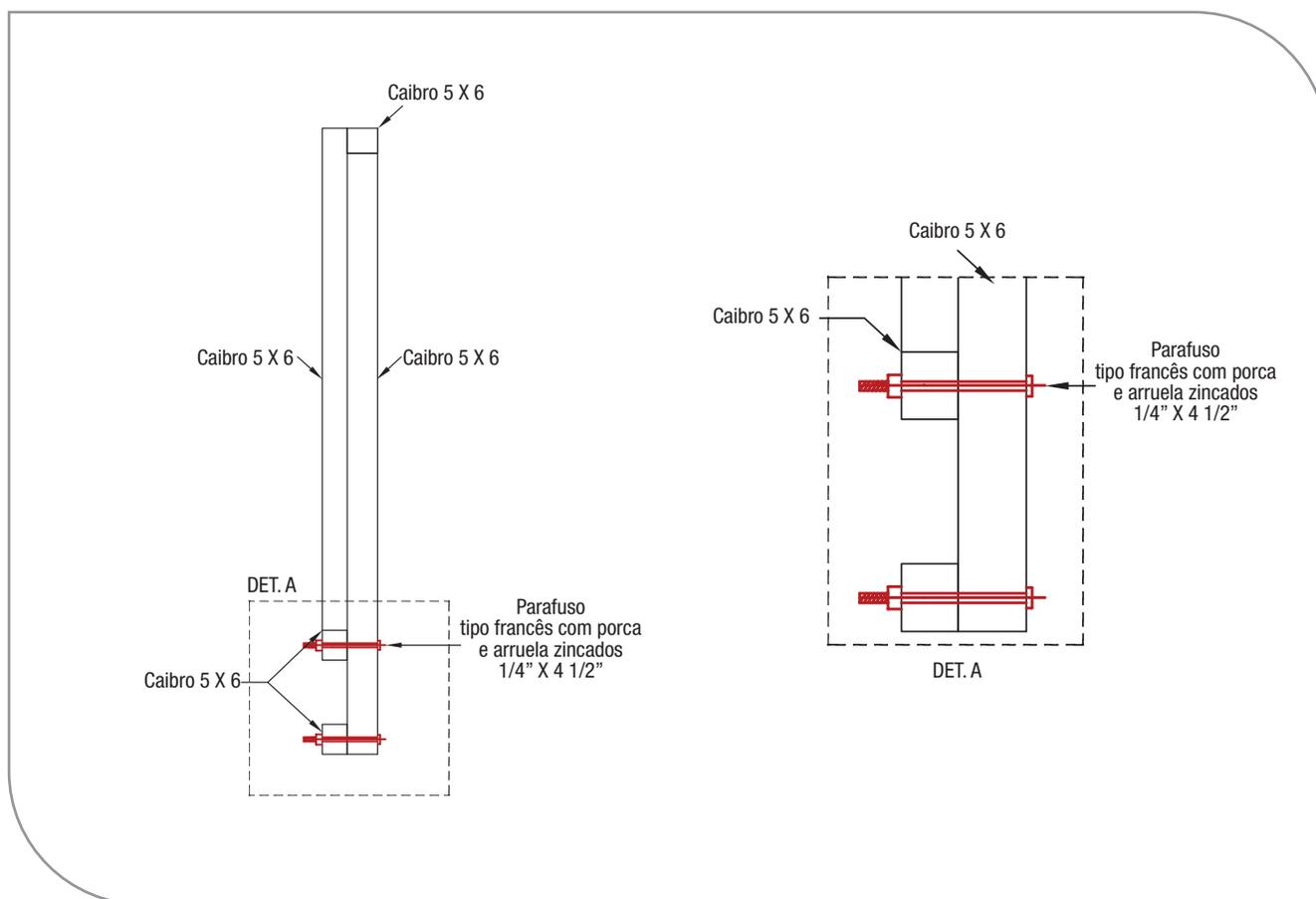
Incorporando uma platibanda de **Placa Cimentícia** em um telhado preexistente:



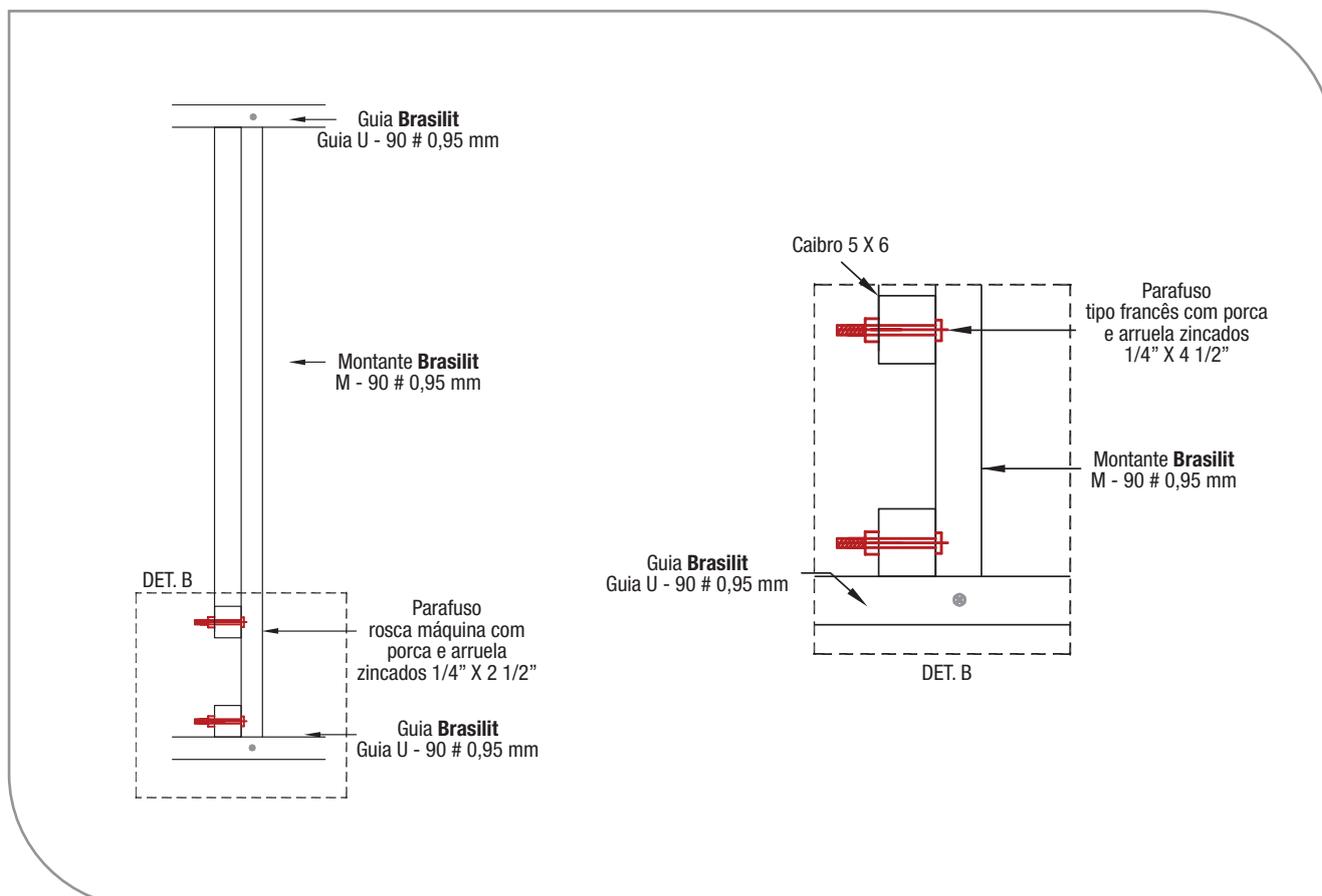
Detalhes de fixação:



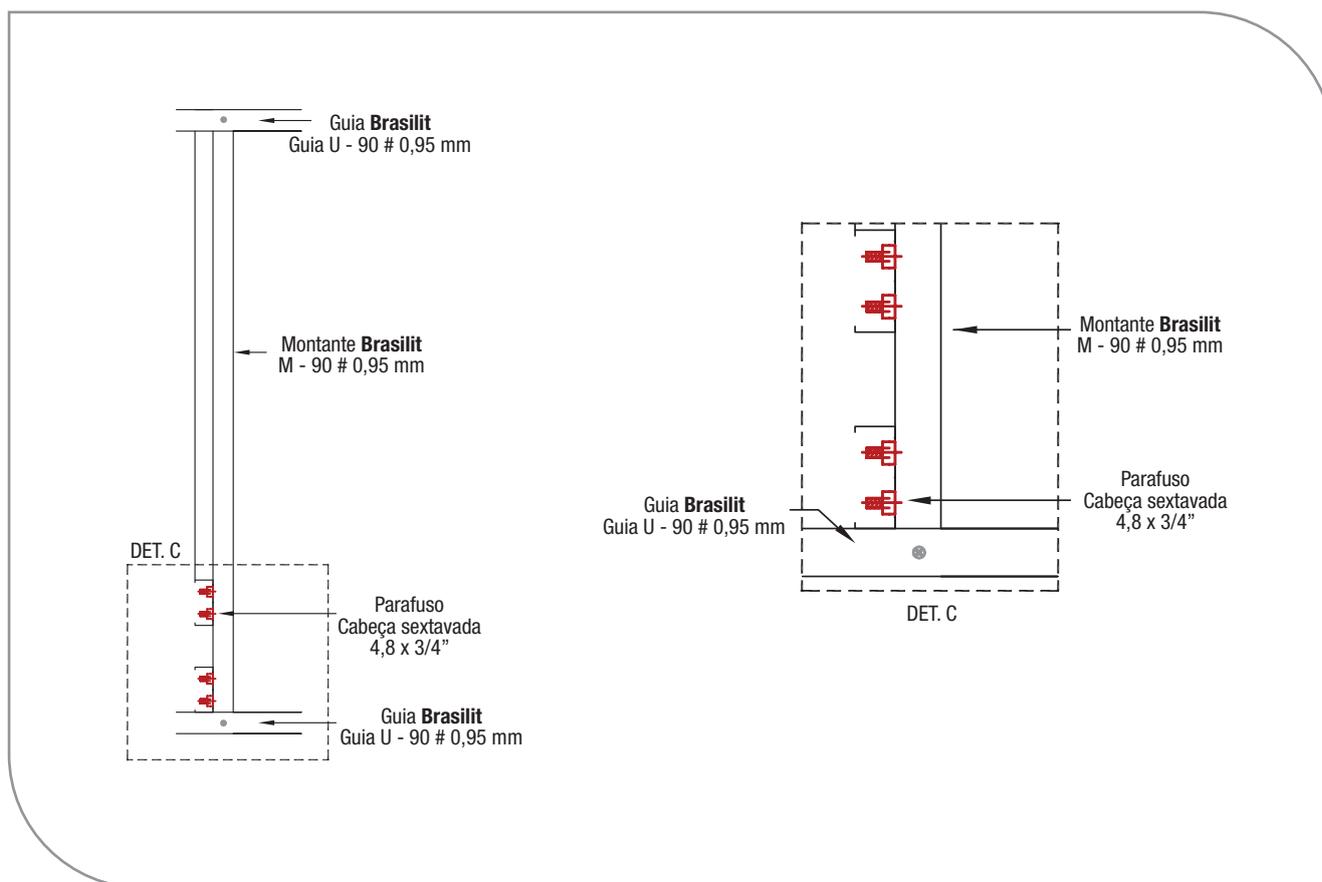
Estrutura de madeira:



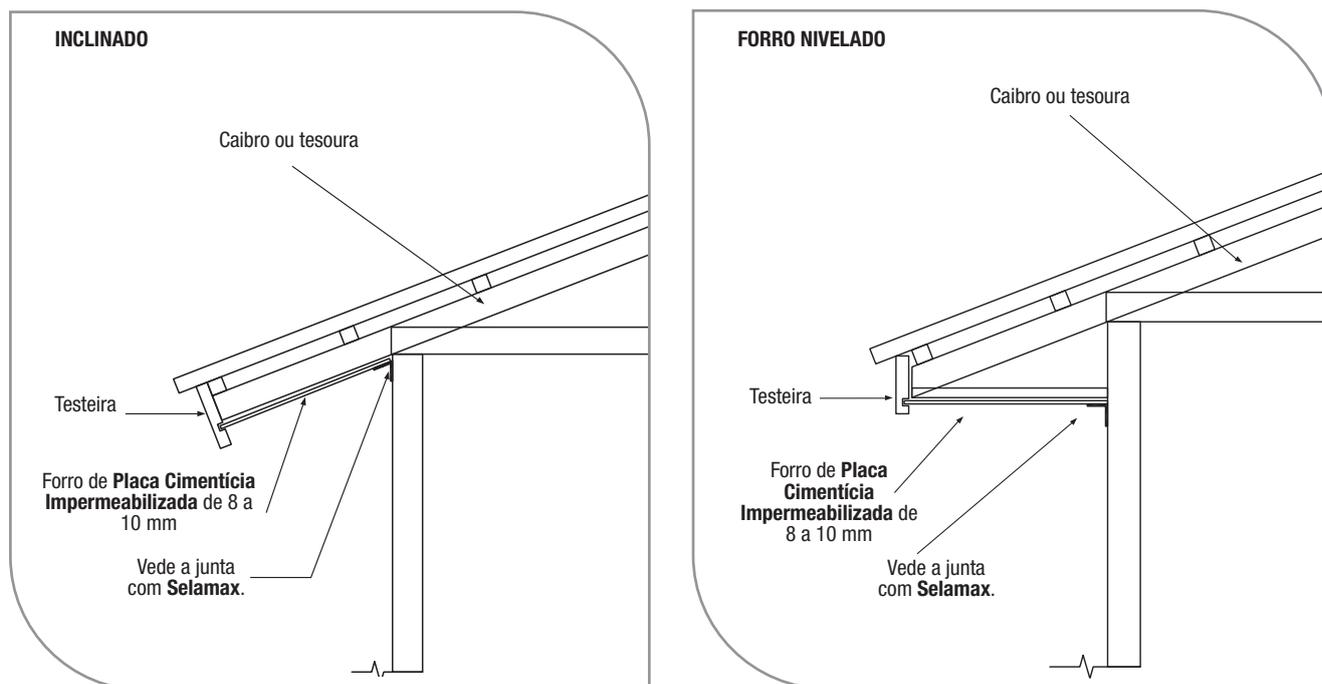
Estrutura de madeira / aço:



Estrutura de Aço Galvanizado:



Na utilização como forro de beiral são apresentados dois exemplos: forro inclinado seguindo o alinhamento do banzo superior da tesoura ou forro nivelado.



31. PAREDES E REVESTIMENTOS INTERNOS

A execução de fechamentos das paredes e revestimentos internos com **Placas Cimentícias** é recomendada nos casos em que há necessidade de maior resistência a impactos por risco de vandalismo ou maior resistência a umidade, inclusive durante a execução da obra.

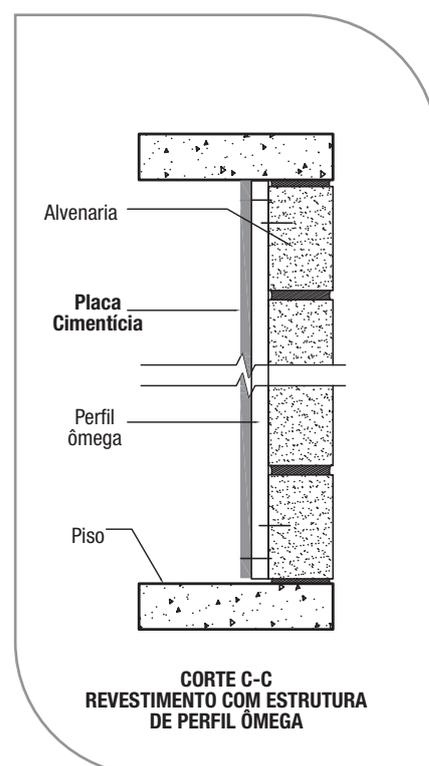
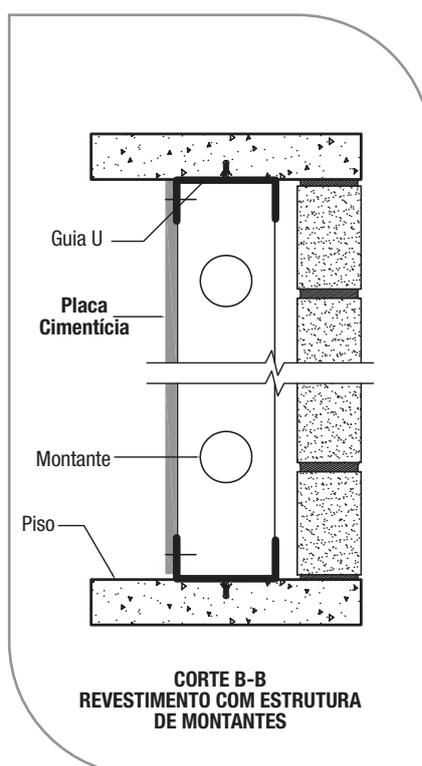
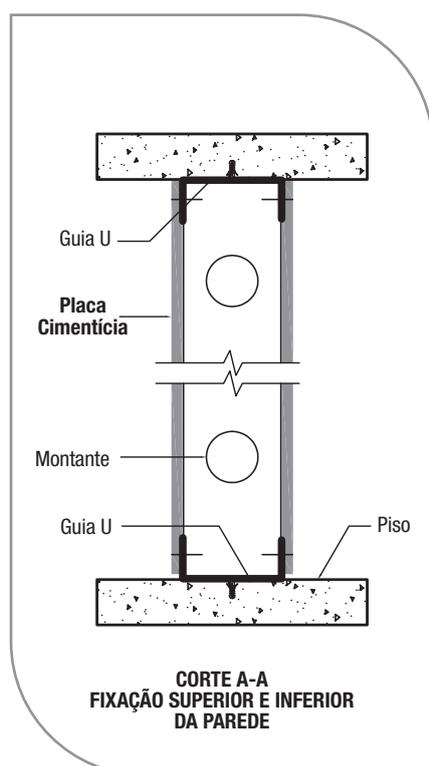
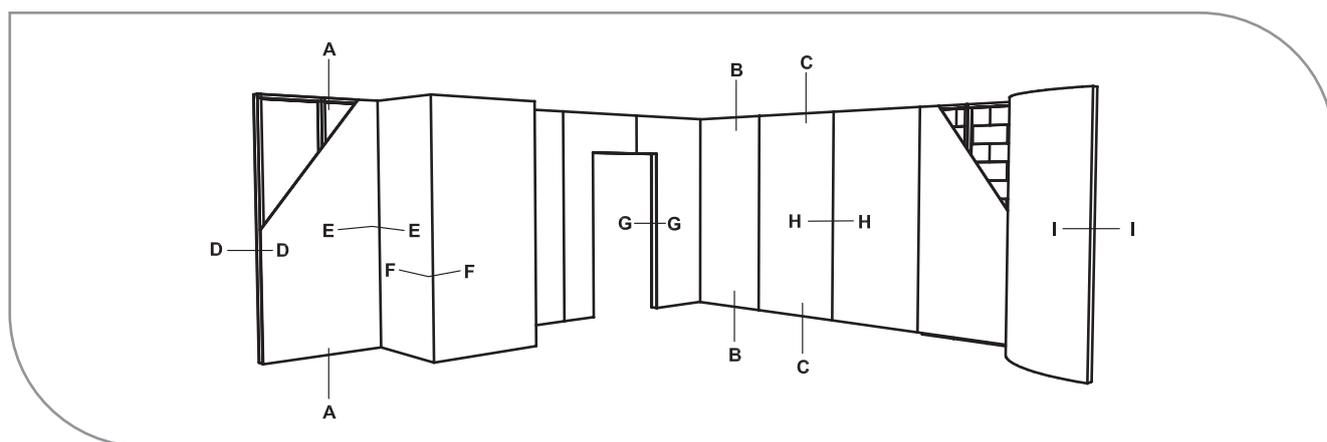
Para execução da estrutura, é recomendado o uso de perfis estruturais para steel framing com especificações seguindo o projeto estrutural. Nos casos de parede não estruturais, é possível o uso de perfis de aço para drywall limitado ao pé direito de 3,00 m.

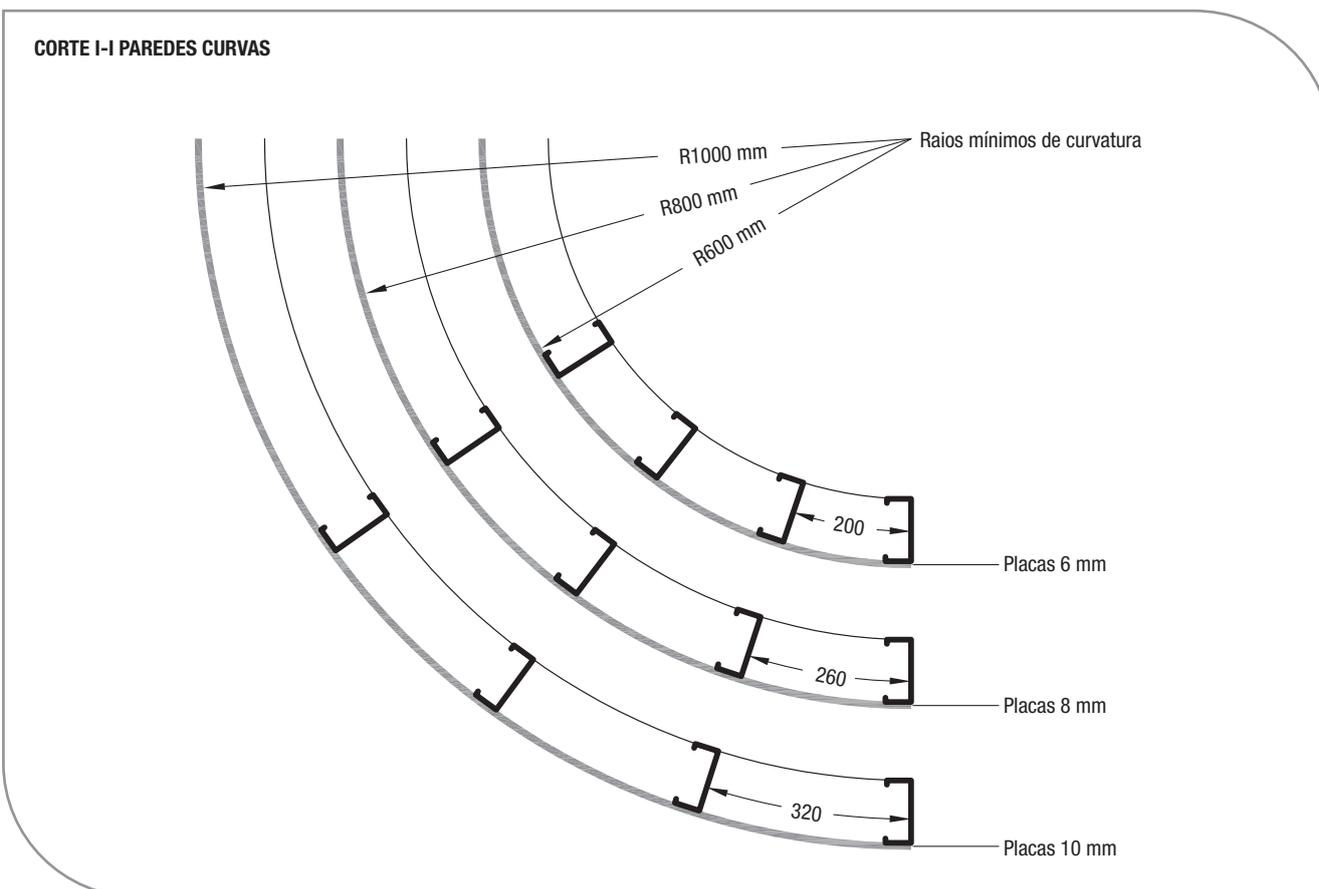
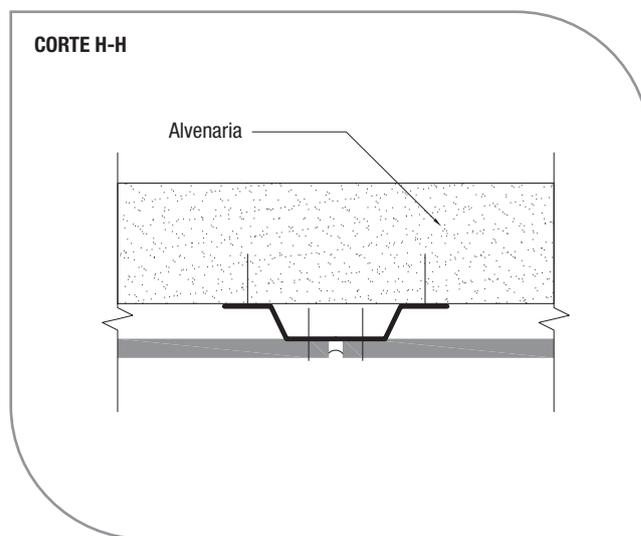
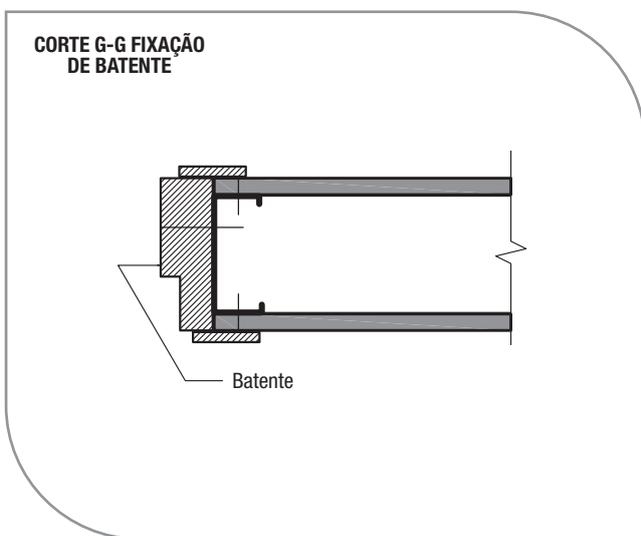
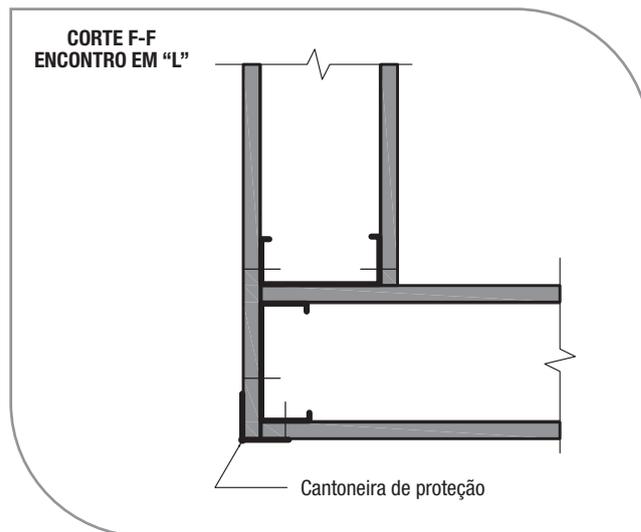
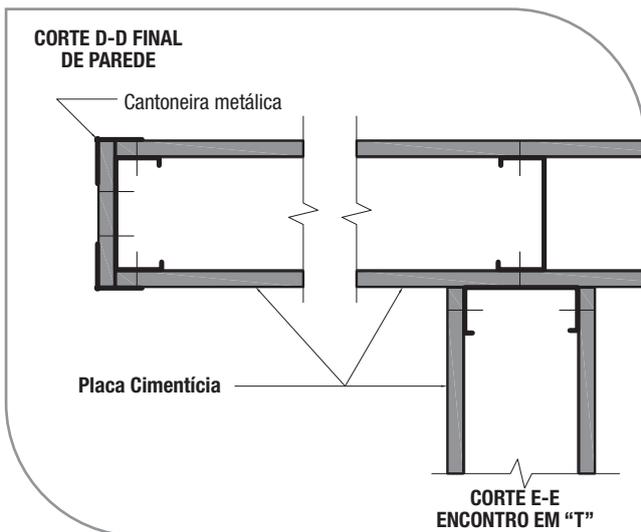
O espaçamento máximo entre montantes é de 400 mm para **Placas Cimentícias** de 8 mm de espessura e 600 mm com montante duplo, encaixado ou em H, ou 400 mm para **Placas Cimentícias** de 10 mm ou 12 mm de espessura. No caso de paredes e revestimentos com acabamentos cerâmicos ou laminados plásticos, o espaçamento máximo entre montantes deve ser de 400 mm com montante duplo encaixado ou em H.

31.1. CUIDADOS

Ambientes com grandes variações de temperaturas, ou paredes expostas a fontes de calor, devem receber projeto específico quanto à estrutura e proteção das placas. Nesses casos, consulte a **Brasilit**.

31.2. DETALHAMENTO



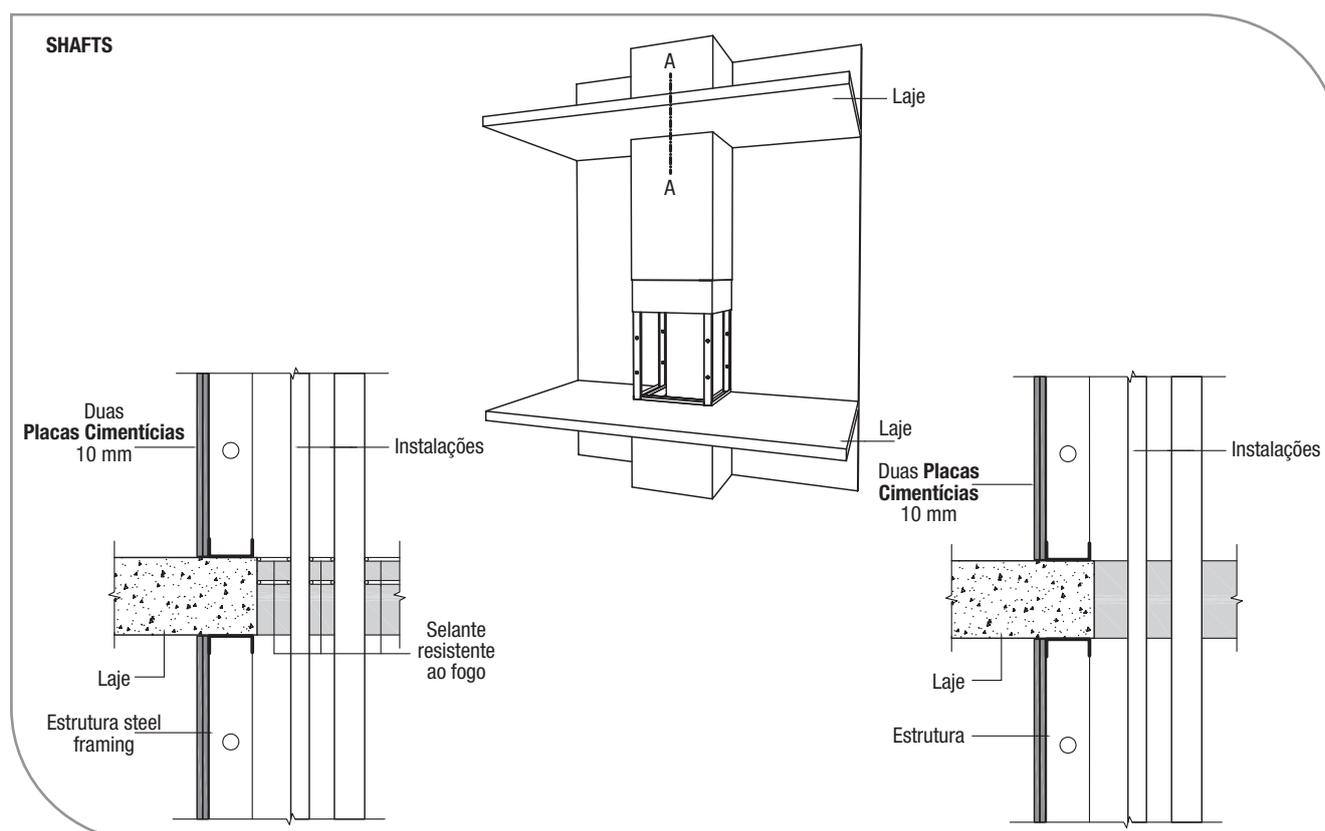
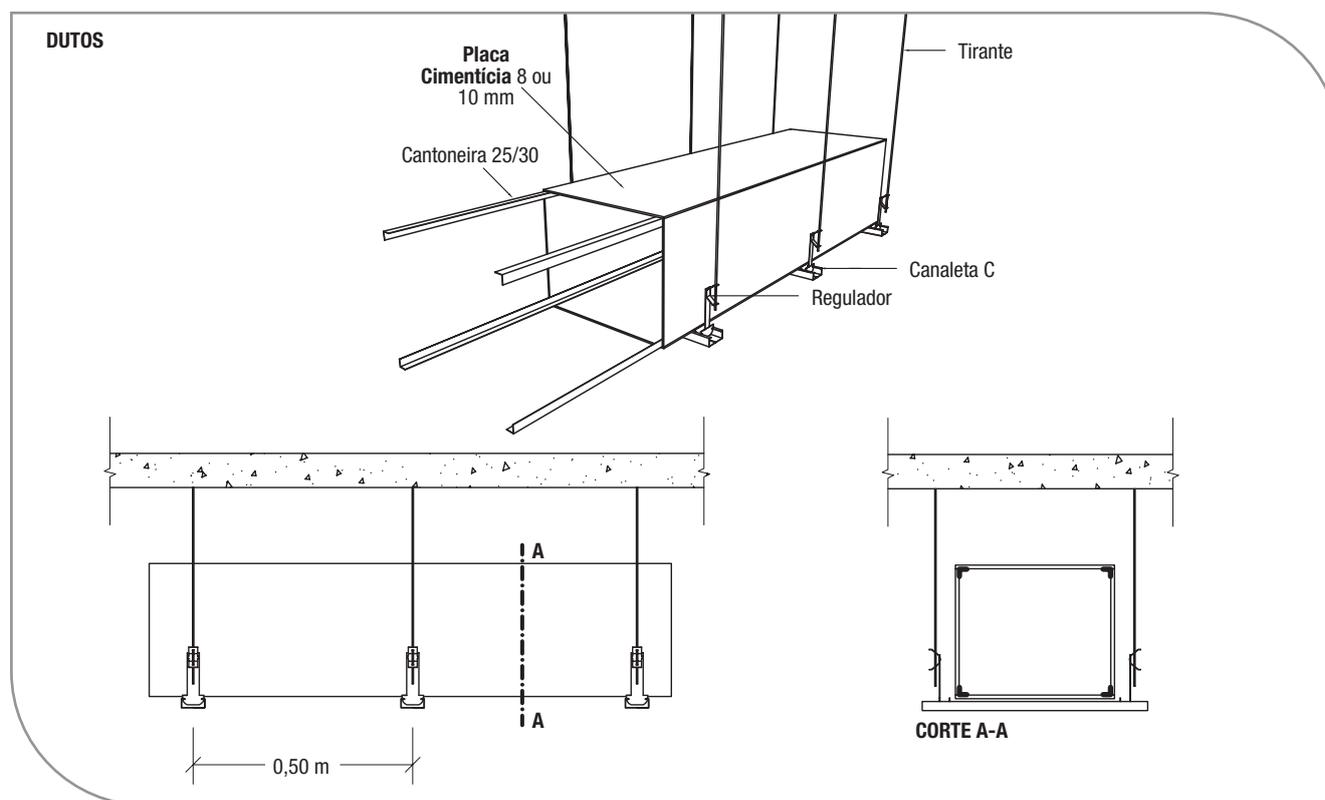


32. DUTOS E SHAFTS

Geralmente associados a uma parede existente (de alvenaria ou construção seca), permitem o ganho de área útil devido à pouca espessura além de reduzir a carga aplicada devido ao baixo peso dos componentes.

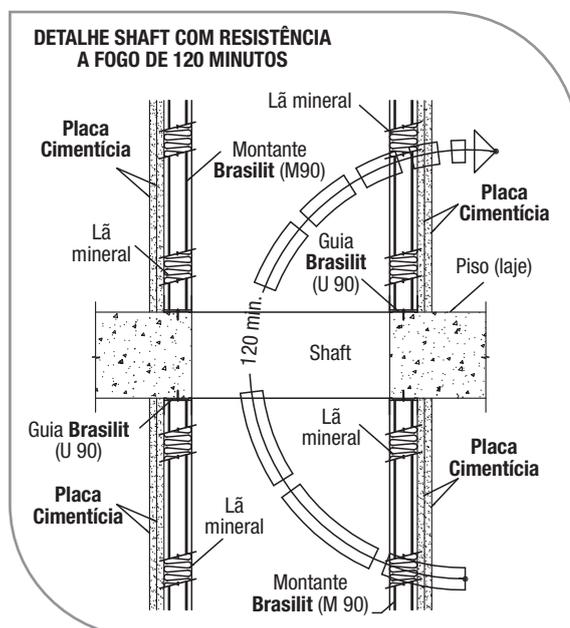
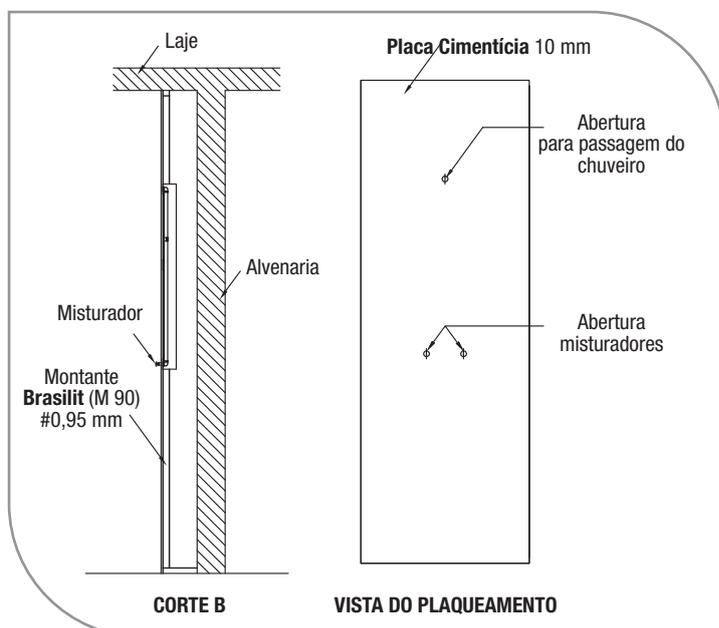
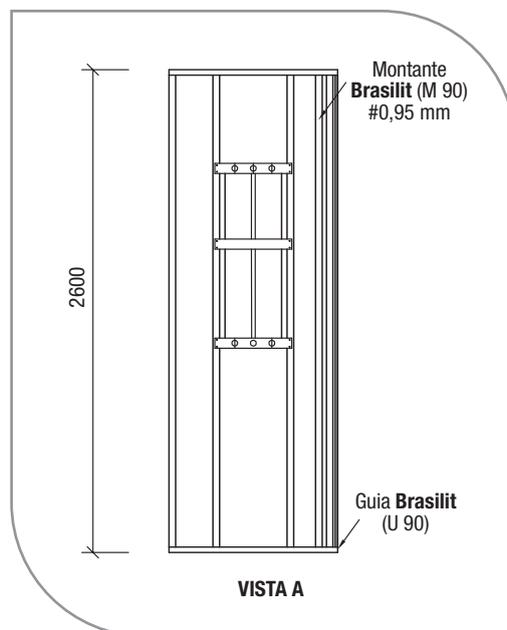
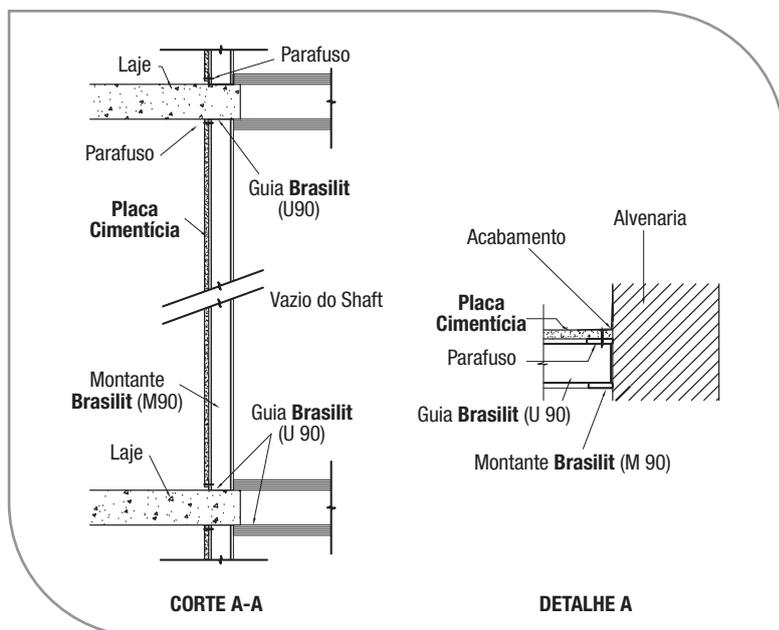
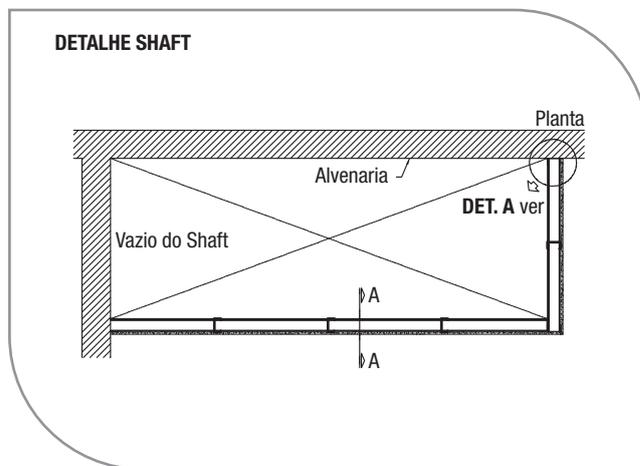
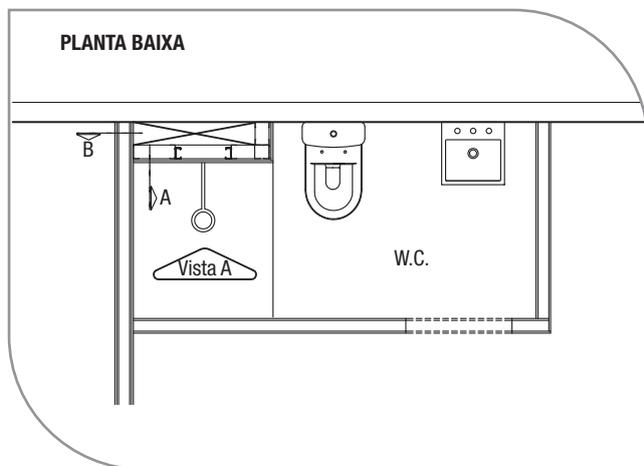
Facilitam a manutenção e permitem a aplicação no seu interior de isolantes térmicos e acústicos, garantindo bom isolamento.

Consulte um calculista sobre a correta especificação e espaçamento dos tirantes e reguladores.



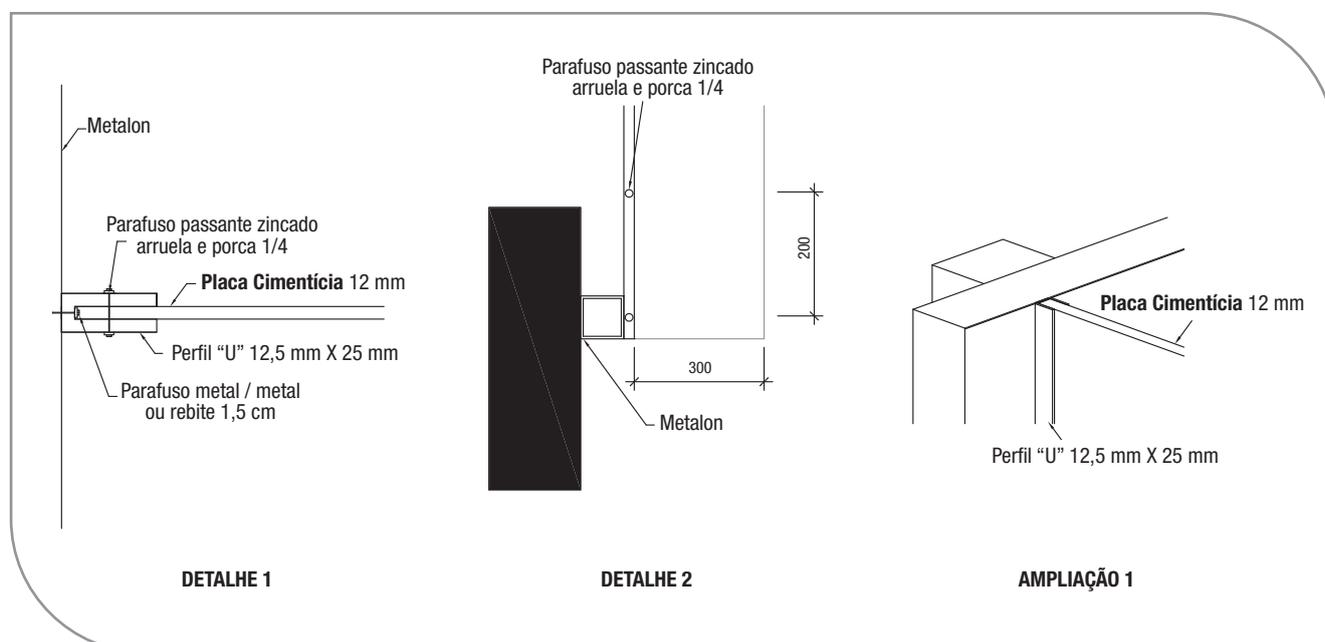
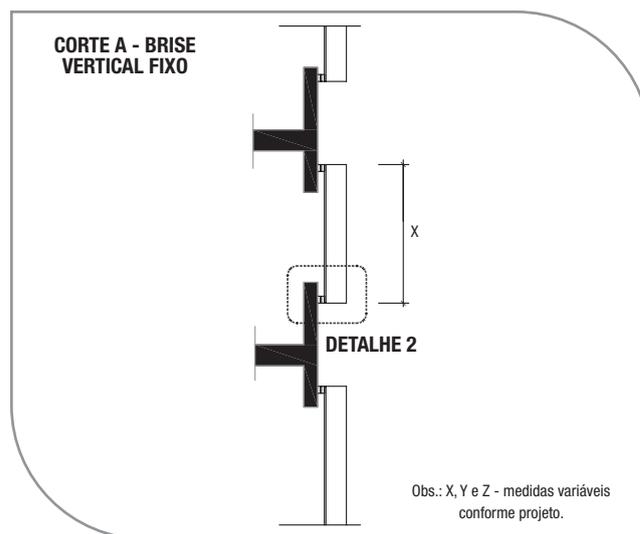
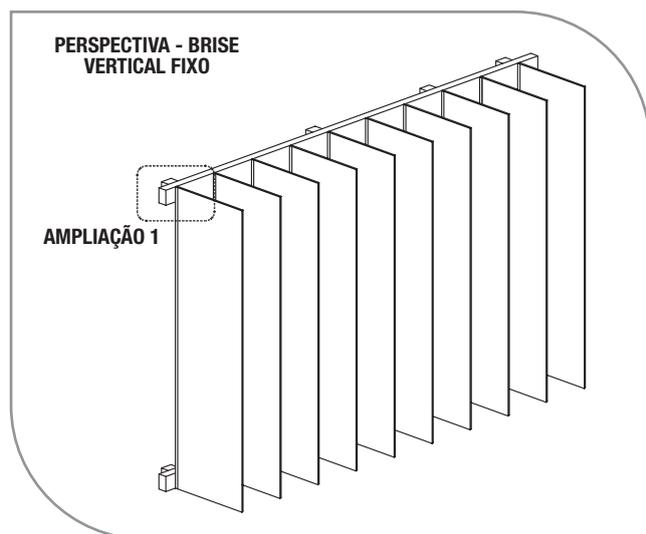
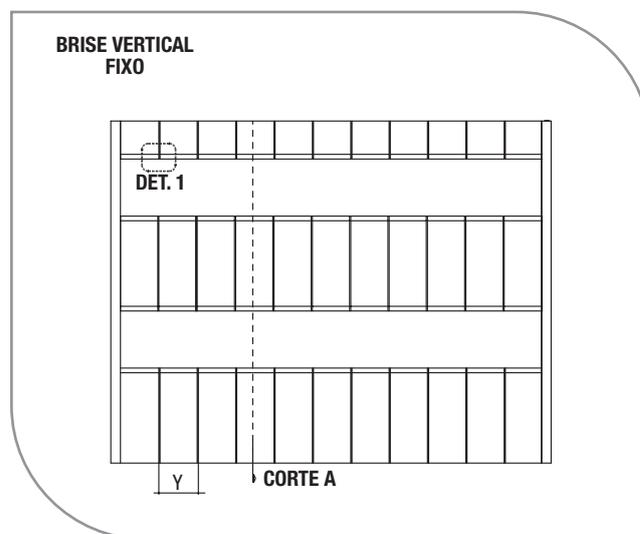
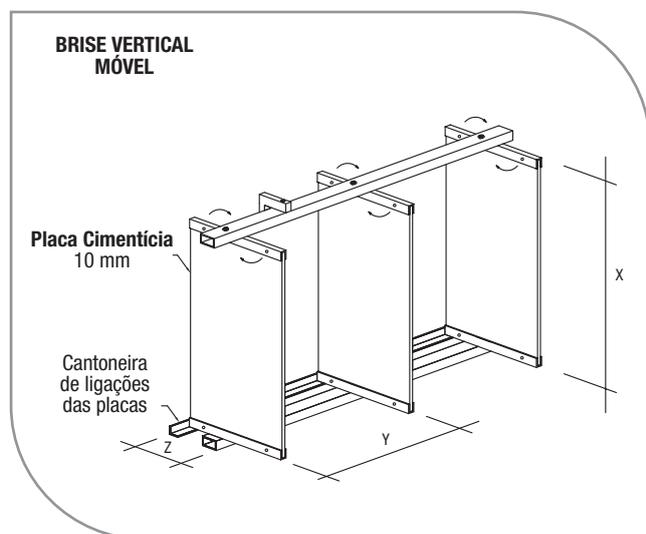
32.1. SHAFTS PARA BANHEIROS

É possível realizar shafts para banheiros em edifícios de vários pavimentos, garantindo o isolamento corta fogo de 120 minutos entre andares.



33. BRISES EM PLACA CIMENTÍCIA

É possível realizar brises de **Placa Cimentícia** de diversas formas e seguindo os mais diversos projetos arquitetônicos. São apresentados a seguir alguns modelos de aplicação:



34. SEGURANÇA E PROTEÇÃO

Recomenda-se expressamente o uso de equipamentos de proteção: capacete, óculos, luvas de raspa de couro, protetor auricular e máscara para pó.



35. FERRAMENTAS

Para a montagem dos sistemas construtivos com **Placa Cimentícia**, é necessário que o instalador esteja munido de um kit básico de ferramentas para:

- Marcação.
- Corte e fixação dos perfis metálicos.
- Fixação de pinos de aço em laje ou estrutura metálica.
- Corte e acabamento das placas.
- Execução de aberturas circulares em placas.
- Posicionamento das placas.
- Fixação das placas à estrutura metálica ou de madeira.
- Tratamento das juntas entre placas.

Kit Básico de Ferramentas

	Trena ou metro	Serra policorte para corte dos perfis metálicos estruturais	
	Cordão para marcação	Tesoura para corte dos perfis metálicos de drywall	
	Cordão de nylon para alinhamento	Levantador de placa para levantar a placa verticalmente e ajustá-la ao teto	
	Prumo de face	Agitador de massa para mexer as massas, adaptável a furadeira	
	Laser para marcação	Espátula específica para aplicação e recobrimento da tela na junta (10 e 15 cm)	
	Nível magnético vertical e horizontal	Espátula para acabamento de junta (20 e 25 cm)	
	Serrote comum para corte da placa	Desempeneira de lâmina curta para acabamento de junta normal (28 cm)	
	Serra mármore para corte da placa	Parafusadeira com rotação 0-2000 / RPM, regulagem de profundidade e ponta magnética	
	Serra copo para furos circulares, adaptável à furadeira elétrica	Furadeira	
	Plaina para desbastes das bordas das placas	Finca pino	

Painéis Masterboard



Painéis Masterboard

36. APRESENTAÇÃO

A nova linha de painéis **Masterboard Brasilit** é a combinação entre miolo de madeira, revestido nas duas faces por **Placas Cimentícias Brasilit**, sem amianto, com a tecnologia CRFS (Cimento Reforçado com Fios Sintéticos). O rigoroso sistema de qualidade **Brasilit**, uma empresa do grupo **Saint-Gobain**, confere à linha de painéis características ideais para a construção de lajes secas, mezaninos, paredes, divisórias e forros.

Este manual apresenta os aspectos básicos de projeto e montagem para sistemas que utilizam os painéis **Masterboard**. Tem como objetivo orientar arquitetos, engenheiros e demais profissionais da construção civil para especificação do material.

37. INTRODUÇÃO

Os painéis **Masterboard** da **Brasilit** são compostos de miolo de madeira, revestido em cada face de **Placas Cimentícias Brasilit**, coladas e prensadas, resultando em um produto de alta qualidade e desempenho. Recebem ainda um tratamento adicional nas bordas, que confere uma maior resistência e durabilidade.

A madeira utilizada pela **Brasilit**, além de muito resistente, recebe tratamento anticupim, garantindo durabilidade ao painel. As **Placas Cimentícias** fabricadas pela **Brasilit** foram desenvolvidas com tecnologia CRFS (Cimento Reforçado com Fios Sintéticos), sem amianto. São produzidas a partir de uma mistura homogênea de cimento Portland, agregados naturais, celulose e reforçadas com fios sintéticos de polipropileno.

A linha de painéis **Masterboard** possui diferentes espessuras, oferecendo, assim, opções para cada situação de uso.

38. CARACTERÍSTICAS DO MASTERBOARD



Resistente a elevadas cargas distribuídas.



Variedade de espessura: proporciona a escolha certa para cada uso com economia.



Respeito ao meio ambiente: o miolo em madeira é produzido de maneira ecoeficiente e sustentável, e as **Placas Cimentícias** sem amianto são 100% recicláveis.



Facilidade nos acabamentos: a superfície cimentícia aceita diversos tipos de acabamento.



Resistência ao fogo: a superfície cimentícia é incombustível e não propaga chamas.



Excelente isolamento acústico e térmico.



Alta resistência a impactos.

39. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Características	Valor típico
Variação de largura e comprimento	Menor que 2 mm/m
Variação de espessura	Menor que 10%
Resistência média à tração na flexão (seco)	9 MPa
Densidade de ambiente (Painel 14, 23 e 40, respectivamente)	1,25 / 0,98 / 0,82 g/cm ³
Comportamento sob ação do fogo	A superfície cimentícia não propaga chamas.

40. ENSAIO DE REAÇÃO AO FOGO

Classificação pelo Método SBI: B, s1, d0

(Relatórios de Ensaio IPT - Nº 1 000 362-203 e Nº 1 000 363-203)

- B representa a melhor classe possível de propagação de chamas para produtos que tenham em sua composição quantidade significativa de materiais combustíveis como a madeira (as classes possíveis são A1, A2, B, C, D, E, F);
- s1 é a classe que avalia formação de fumaça do produto durante o ensaio. O **Masterboard** corresponde à classe daqueles que emitem pouca fumaça (classes possíveis s1, s2, s3);
- d0 denota que o produto não propicia o desprendimento de gotas ou partículas incandescentes (classes possíveis d0, d1, d2).

41. TABELA DE DIMENSÕES E PESOS

Largura (mm)	Comprimento (mm)	Espessura (mm)	Peso kg/m ²
1200	2400	14	18
1200	2400	23	23
1200	2000, 2500 , 2750 e 3050	40*	32

*Consulte sobre a possibilidade de painéis de 2400 mm de comprimento nessa espessura.

41.1. MASTERBOARD 14 MM

Agrega a baixa espessura à grande resistência para utilização em fechamentos verticais. Tem capacidade de aceitar cargas suspensas em sistemas de construção a seco, sem necessidade de reforços estruturais.

41.2. MASTERBOARD 23 MM

Painel mais leve que os tradicionais de mercado, atende à maioria da demanda de forma mais econômica e com qualidade. Utilizado em mezaninos e fechamentos verticais.

41.3. MASTERBOARD 40 MM

Específico para situações de maior exigência de carga. Sua composição garante maior durabilidade, resistência a cupins e respeito ao meio ambiente com excelente desempenho. O painel de 2500 mm está em conformidade com a maioria das especificações para painéis dessa natureza. Busca facilitar a atividade do especificador e aplicador.

42. APLICAÇÕES

Os painéis **Masterboard**, devido às suas características técnicas, são utilizados na construção de pisos (mezaninos, lajes secas e escadas, divisórias técnicas, paredes e revestimentos).

42.1. MASTERBOARD EM PISOS

Aplicável somente em ambientes internos, a espessura do painel pode ser definida de acordo com a carga exigida pelo uso do ambiente e a quantidade de apoios disponíveis ou necessários. Para auxílio do especificador, a tabela abaixo apresenta os tipos de construção e usos, os locais específicos e as cargas mínimas admissíveis de acordo com a norma NBR-6120.

Com **Masterboard**, você determina a espessura do painel de acordo com a carga exigida pelo ambiente e a quantidade de apoios necessários ou disponíveis.

Tabela de carga máxima de utilização distribuída por painel (kg/m²)

N° de apoios	Espessura dos painéis	
	23 mm	40 mm
3	-	500 kg/m ²
4	300 kg/m ²	500 kg/m ² *

* Limite de aplicação sugestivo. Para cargas superiores, consulte o Departamento Técnico Brasilit.

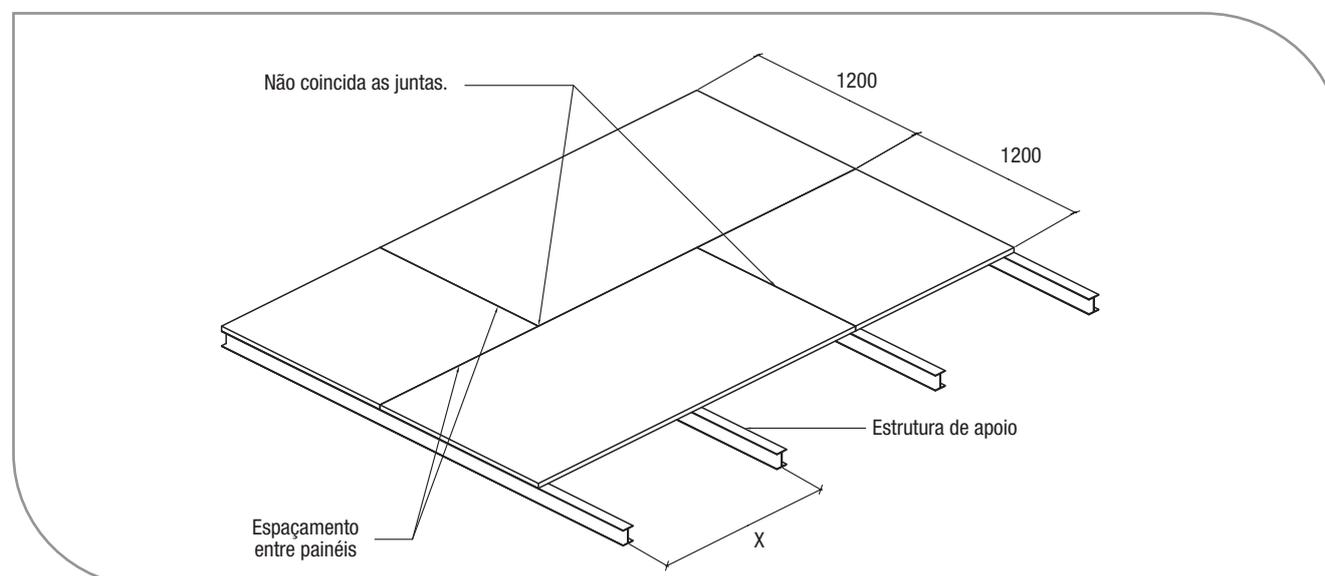
Tabela de cargas admissíveis de acordo com a norma NBR-6120

Tipo	Local	Valores min. kgf/m ²
Edifícios residenciais	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro	150
	Despensa, área de serviço e lavanderia	200
Escadas	Com acesso público	300
	Sem acesso público	250
Escritórios	Salas de uso geral e banheiros	200
Lojas	Galeria de lojas	300
	Lojas com mezaninos	500
Restaurantes	Geral	300
Escolas	Salas de aula, corredores	300
	Outras salas	200
Bibliotecas	Salas de leitura	250
	Depósito de livros	400
Terraços	Sem acesso público	200
	Com acesso público	300
Forros	Sem acesso de pessoas	50

42.2. MEZANINOS

42.2.1. INSTALAÇÃO

Posicionamento dos painéis. A figura abaixo exemplifica a aplicação do **Masterboard** como mezanino.



42.2.2. RECOMENDAÇÕES

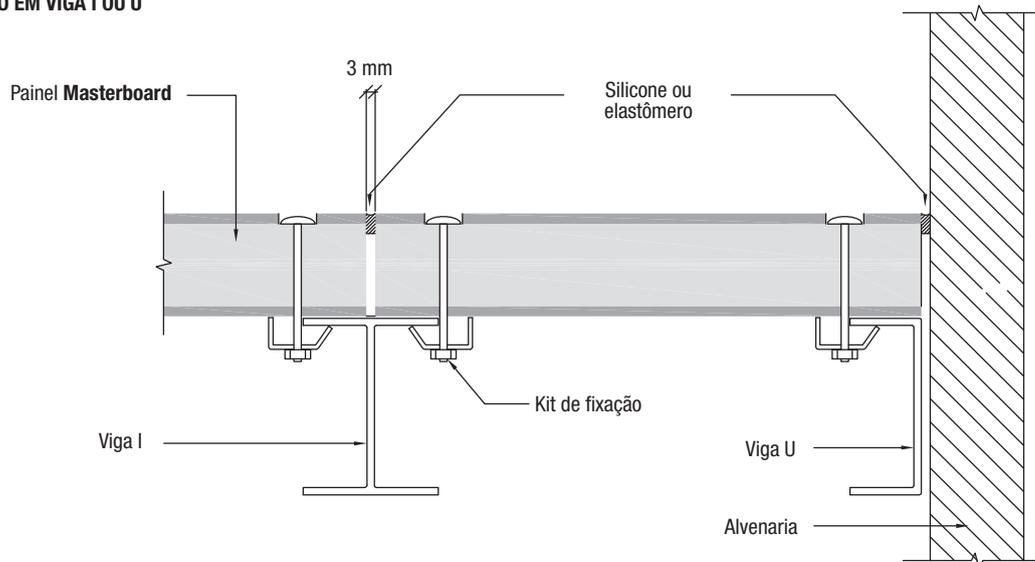
- Os painéis **Masterboard** devem ser instalados no sentido do comprimento transversal às vigas de apoio.
- Não coincida as juntas no sentido transversal.
- Deve-se deixar junta de dilatação entre os painéis de 3 mm.
- As juntas de dilatação deverão ser preenchidas por selantes ou elastômeros adequados que garantam a total estanqueidade da superfície.
- Quando usado em áreas úmidas ou que possam vir a serem expostas a condições de umidade, o painel deve obrigatoriamente ser impermeabilizado com selante acrílico à base de água em todas as superfícies, antes de proceder com a impermeabilização definitiva do ambiente, com emulsão asfáltica, argamassa polimérica, telas especiais ou outro sistema de impermeabilização que garanta total isolamento dos painéis contra a umidade.
- Para os painéis recortados na obra, recomenda-se a aplicação de selante de base acrílica para proteção dos topos expostos.
- Não utilize **Masterboard** em balanço, ou seja, sem apoios nas extremidades.
- Nos encontros laterais (como encontro do mezanino com a alvenaria ou pilares), deve-se prever junta de dilatação com espaçamento de 3 mm.

42.2.3. FIXAÇÃO

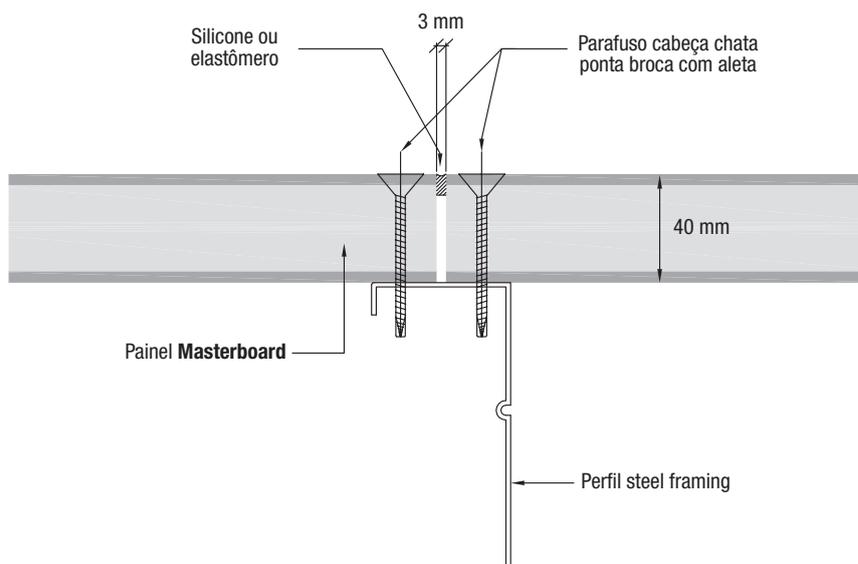
A fixação dos painéis **Masterboard** na estrutura de apoio deverá ser realizada com parafusos ou kits de fixação. A tabela abaixo mostra os tipos e as características básicas dos parafusos indicados para fixação dos painéis na estrutura metálica ou de madeira.

Parafusos para fixação dos painéis Masterboard				
Tipo	Ilustração	Medidas	Utilização	
Kit de fixação Brasilit parafuso, presilha, porca e arruela		Ø: ¼" Comprimento: 3"	Fixação em vigas I ou U Consumo: 6 kits por painel	
Parafuso cabeça chata ponta broca com aleta		5,5 x 45 mm (para painel de 23 mm) 5,5 x 70 mm (para painel de 40 mm)	Fixação em perfis dobrados ou perfis de steel framing de espessura máxima de 2 mm.	
Parafuso cabeça chata ponta agulha		5,5 x 45 mm (para painel de 23 mm) 5,5 x 70 mm (para painel de 40 mm)	Em estruturas de madeira.	

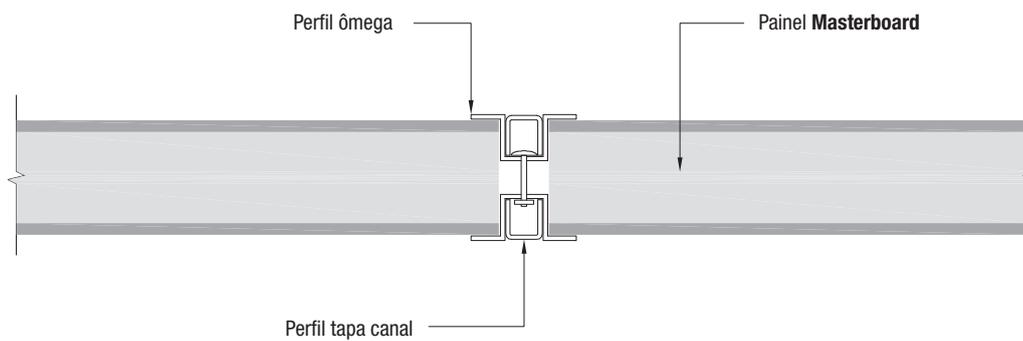
FIXAÇÃO EM VIGA I OU U



FIXAÇÃO EM PERFIL DOBRADO U STEEL FRAMING



JUNÇÃO DE PAINÉIS COM PERFIL ÔMEGA



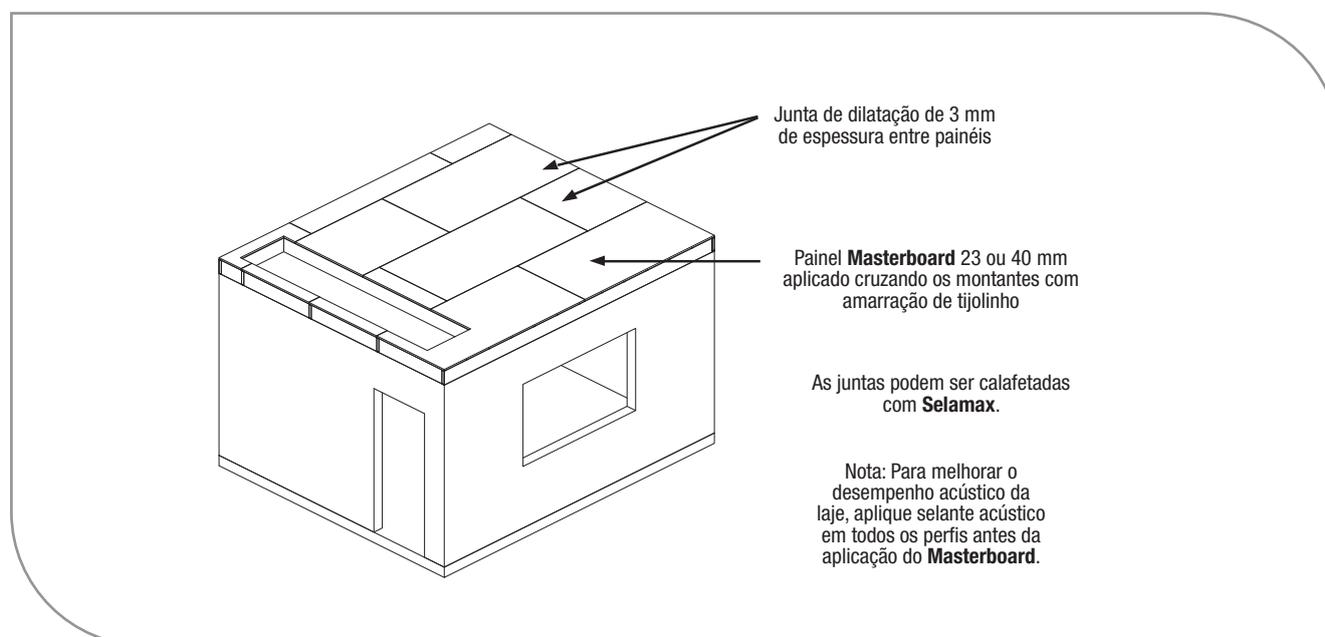
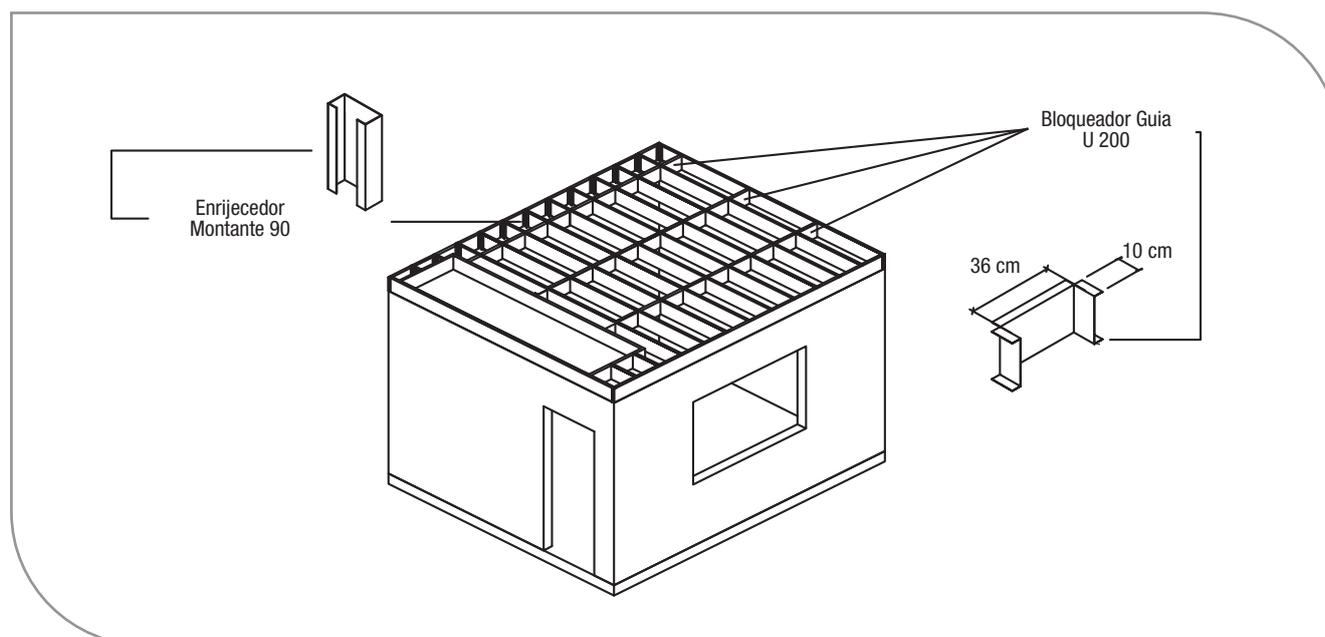
42.3. MASTERBOARD EM LAJES SECAS

A expressão “construção a seco” é utilizada para sistemas que não requerem água no processo de execução. Nesse sentido, destacam-se os sistemas construtivos wood e steel framing, mundialmente conhecidos e utilizados. A laje seca é parte integrante dos sistemas mencionados acima e consiste no uso dos painéis **Masterboard** parafusados às vigas de piso, servindo como contrapiso e desempenhando a função de diafragma horizontal.

Siga as recomendações e utilize os mesmos produtos para fixação de mezaninos.

42.3.1. INSTALAÇÃO

Posicionamento dos painéis. As figuras seguintes exemplificam aplicações do **Masterboard** como laje seca.



42.3.2. RECOMENDAÇÕES

- Os painéis **Masterboard** devem ser instalados no sentido do comprimento transversal às vigas de apoio.
- Não coincida as juntas no sentido transversal.
- Deve-se deixar junta de dilatação entre os painéis de 3 mm.

- As juntas deverão ser preenchidas com **Selamax** garantindo a total estanqueidade da superfície.
- Para os painéis recortados na obra, recomenda-se a aplicação de selante de base acrílica para proteção dos topos expostos.
- Não utilize **Masterboard** em balanço, ou seja, sem apoios nas extremidades.
- O uso de banda acústica sobre as vigas de apoio antes da colocação dos painéis melhora o isolamento acústico.

42.4. FORRO

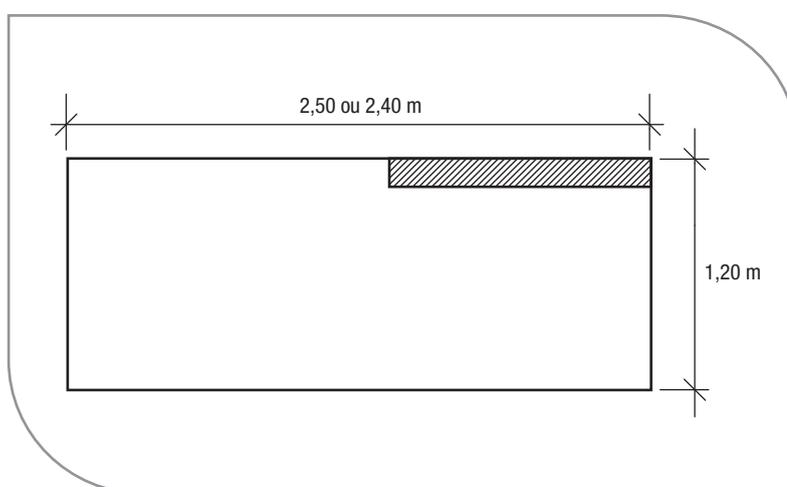
Sob a laje seca é possível aplicar forro com **Placas Cimentícias** ou chapas de drywall. O forro pode ser aplicado diretamente nas vigas da laje ou ser aplicado numa estrutura auxiliar mais leve, fixada ou pendurada nas vigas. Nos dois casos, o espaçamento entre perfis deve ser de 40 cm, e as placas devem ser aplicadas de forma que seu comprimento seja transversal aos perfis.

42.5. MASTERBOARD EM ESCADAS E PATAMARES

Escadas de vários formatos são facilmente executadas utilizando-se painéis **Masterboard** de 23 mm ou 40 mm e perfis de steel framing.

Obs.: Para todos os casos, o degrau em **Masterboard** deve ser cortado no sentido longitudinal. (Ver imagem ao lado).

O **Masterboard** também deve ser usado como espelho, tendo como função o apoio longitudinal ao degrau.



Para construção de escadas com **Masterboard** podem ser apresentados três métodos:

42.5.1. ESTRUTURA COM PAINÉIS – USE MASTERBOARD 40 MM

Painel estrutural

Constituído de guia inferior e superior de 90 e montantes verticais de 90. Os degraus são definidos pela guia dobrada.

Fixado no piso com parafuso e bucha, pino de aço cravado ou parabolt a cada 0,5 m. O número de degraus vai depender da distância entre o piso de baixo e o de cima acabados. A altura padrão de degrau é de 17 cm (170 mm), podendo haver algum ajuste para mais ou para menos para completar o número de degraus.

Anotações

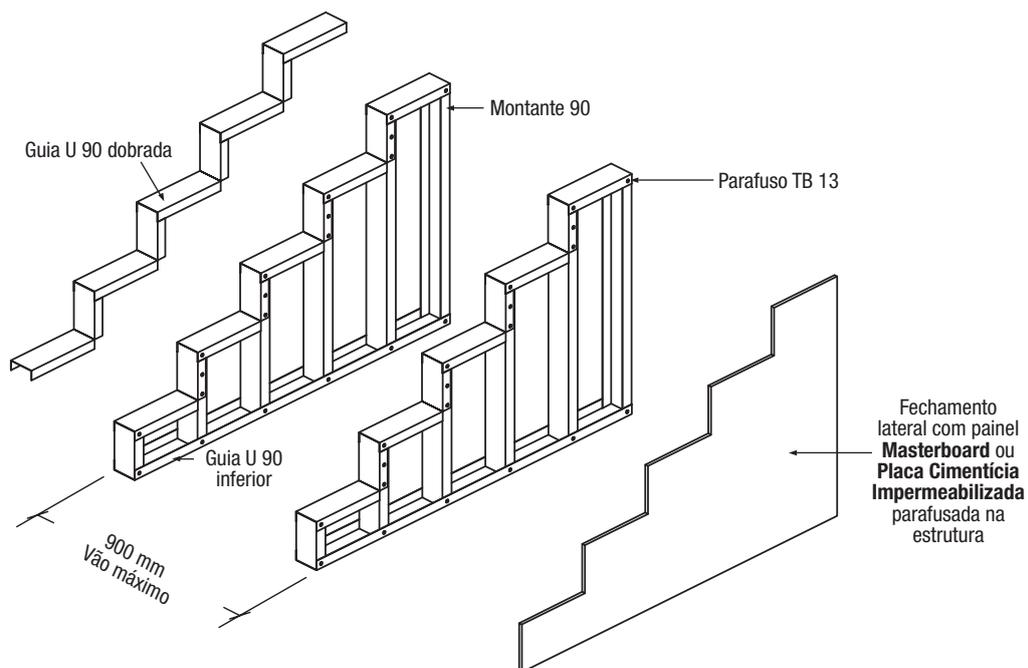
Contrapiso de painel Masterboard

As peças de painel **Masterboard** piso e espelho são cortadas com 2 cm (20 mm) a mais na largura, já contando fechamento lateral, e são fixadas com quatro parafusos tipo TB 2" na estrutura e 2 entre piso e espelho.

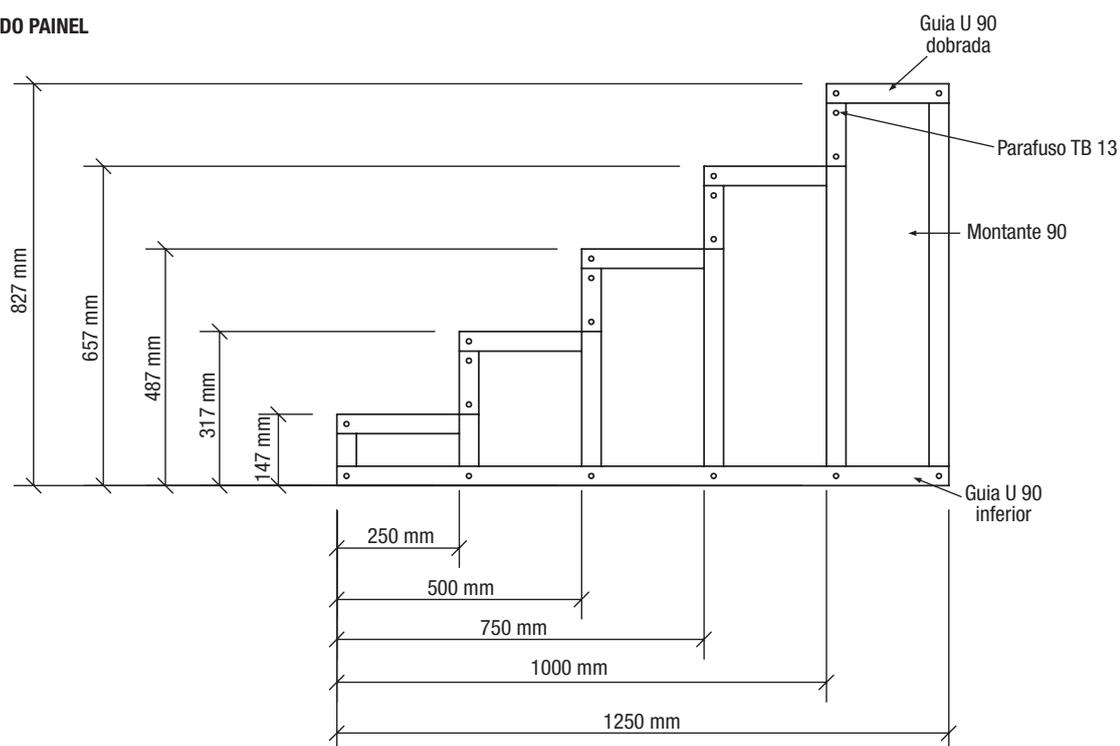
Sobre o piso e o espelho podem ser aplicados acabamentos, como tinta para piso, madeira, cerâmica etc.

Observação: No caso de cerâmicas ou outros acabamentos frios, aplique antes chapisco rolado para maior aderência da argamassa colante.

ESTRUTURA COM PAINÉIS



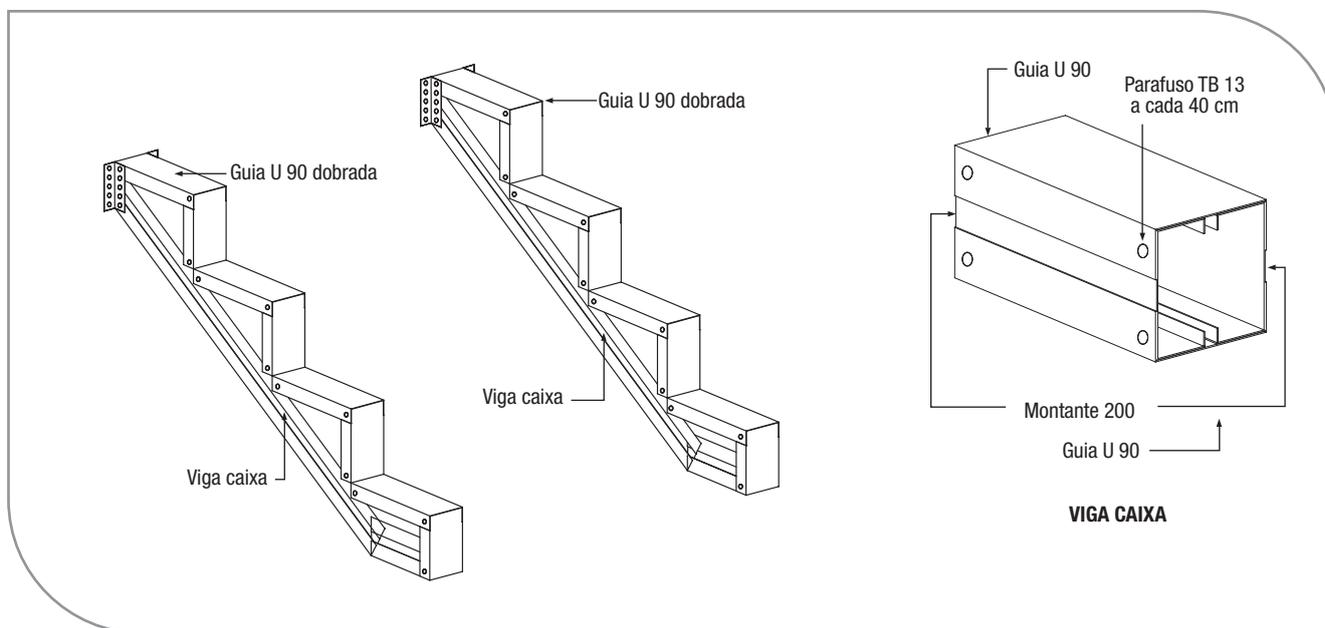
ESQUEMA DO PAINEL



42.5.2. ESTRUTURA COM VIGA CAIXA – USE MASTERBOARD 40 MM

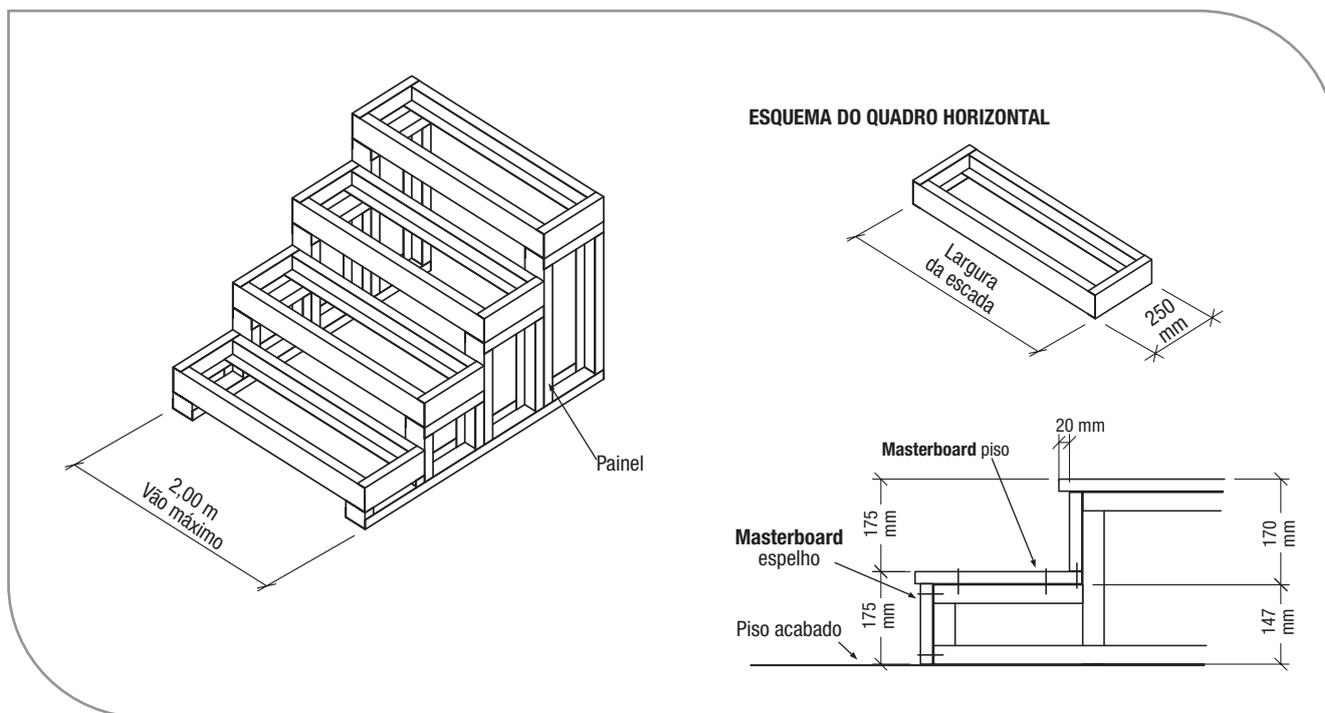
Indicada para escadas abertas com aproveitamento da área embaixo da escada. Sobre a viga caixa é fixada a guia dobrada formando degraus.

Na parte de baixo das vigas e nas laterais, pode ser aplicado revestimento com **Placa Cimentícia**. Também pode ser aplicado forro entre as vigas caixa. Contrapisos com **Masterboard** seguem as recomendações do 1º método.



42.5.3. ESTRUTURA COM PAINÉIS E QUADROS HORIZONTAIS – USE MASTERBOARD 23 MM OU 40 MM

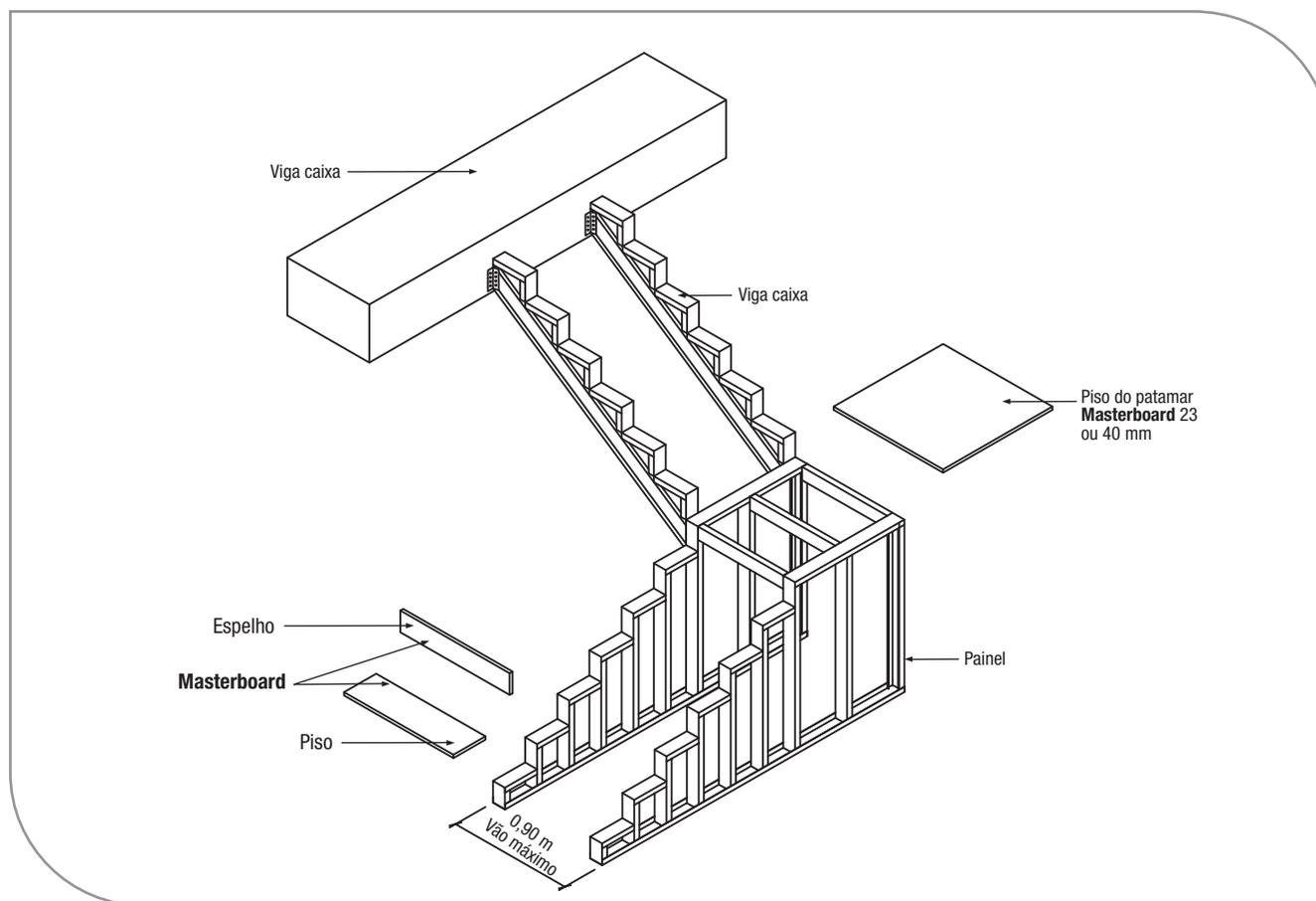
Indicada para vãos maiores na largura das escadas. Contrapisos com **Masterboard** seguem as recomendações do 1º método.



- A altura da estrutura do 1º degrau é de 14,7 cm (147 mm).
- Para os demais degraus, a altura será sempre 17 cm (170 mm).
- Caso haja acabamento sobre o **Masterboard**, sua espessura deverá ser descontada na altura da estrutura somente do 1º degrau.

42.5.4. PATAMAR

Usado para mudança de direção da escada ou para criar área de descanso.



Recomendação

- Acompanhamento de um profissional da construção (engenheiro, arquiteto ou técnico em construção).

42.6. CINEMAS E ARQUIBANCADAS

Os painéis **Masterboard** apresentam características ideais para constituir arquibancadas em ambientes como salas de cinema, teatros etc. Apresentam resistência mecânica e isolamento acústico devido à sua constituição em multicamadas e alta densidade. A estrutura utilizada deve seguir as recomendações do projeto estrutural.

Para aplicação dos acabamentos, siga as recomendações do capítulo Acabamentos.



42.7. ACABAMENTOS EM PISOS DE MASTERBOARD

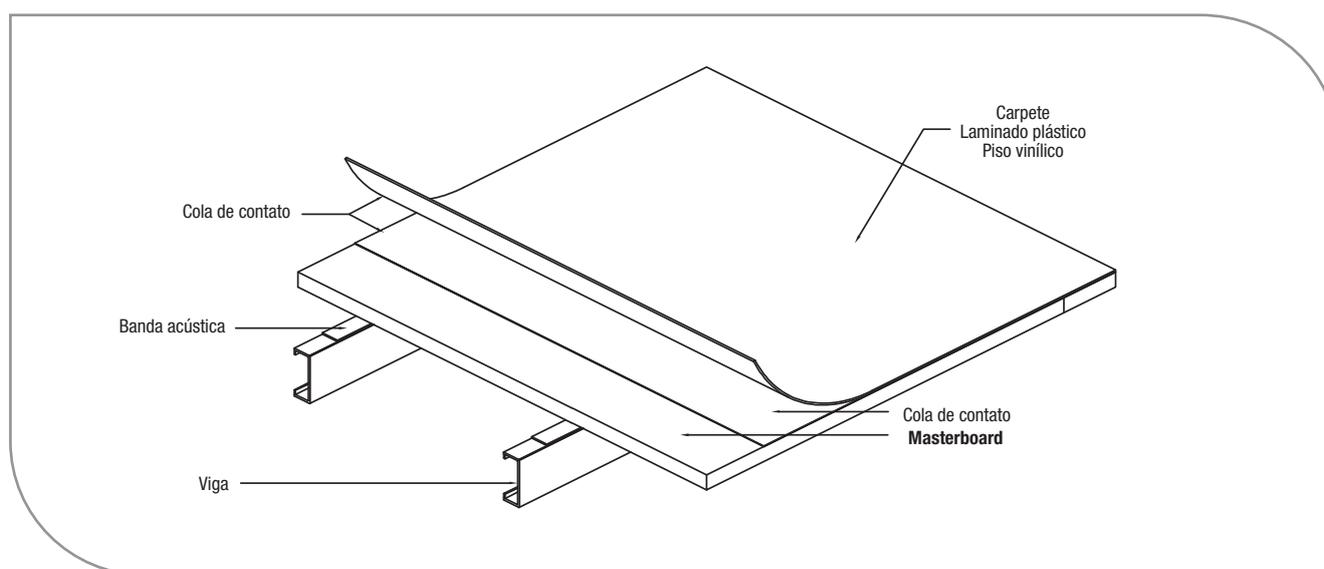
Sobre os painéis **Masterboard** podem ser aplicados diversos acabamentos de piso seguindo as recomendações abaixo.

- Em caso de desnivelamento da estrutura, recomenda-se a utilização de calços para um perfeito nivelamento da superfície dos painéis.
- Antes de qualquer acabamento, é necessário calafetar as juntas com selante **Selamax**. A aplicação deverá ser cuidadosa, garantindo a estanqueidade ao longo de toda a junta.

- Antes de receber qualquer revestimento, a superfície deverá estar seca e limpa, isenta de óleo, gordura, pó. Recomenda-se limpeza com pano umedecido com água ou álcool.
- Em áreas úmidas, depois de calafetar as juntas, é obrigatória a impermeabilização de toda a área com emulsão asfáltica ou argamassa polimérica.

42.7.1. CARPETES, LAMINADOS E PISOS VINÍLICOS

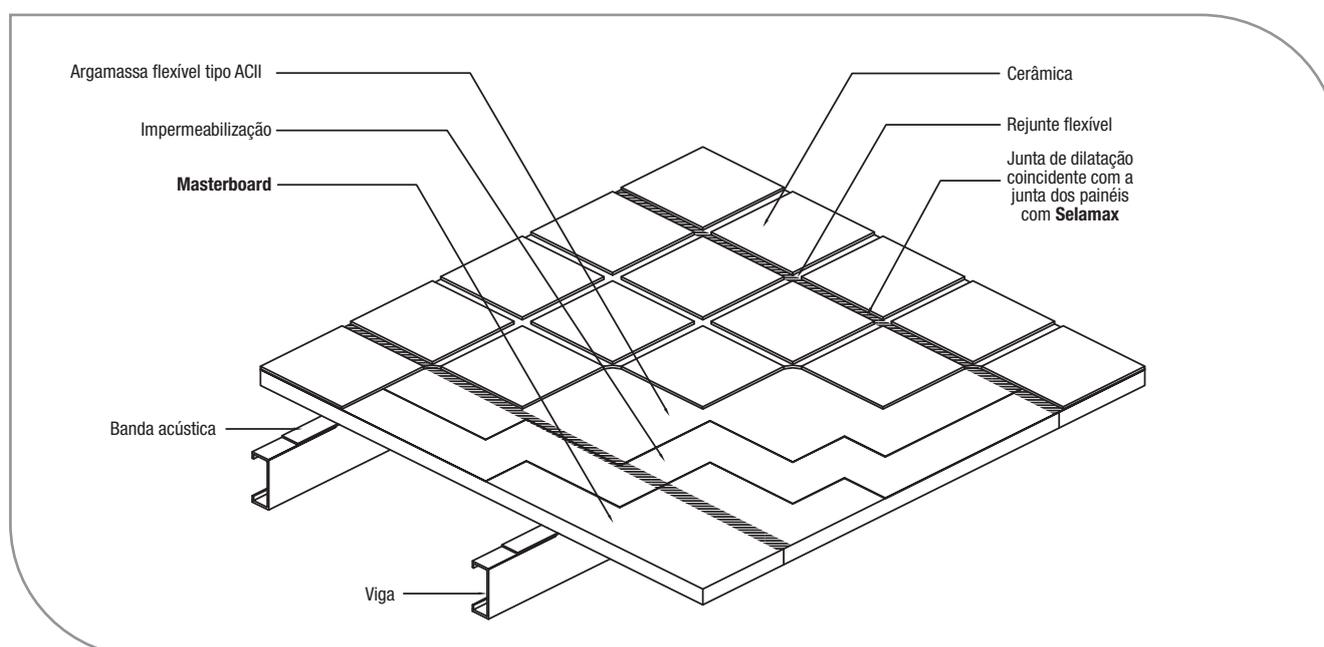
Feche a junta com cordão de poliuretano delimitador de profundidade e uma fina camada de **Selamax** para garantir a estanqueidade. Após a cura, os carpetes, laminados ou pisos vinílicos são colados com cola de contato à base de neoprene aplicada nas duas superfícies. É dado um tempo de secagem e o material é aplicado. Siga as instruções do fabricante do acabamento.



42.7.2. CERÂMICAS

Após a impermeabilização, assente a cerâmica com argamassa tipo ACII e a rejunta com rejunte flexível. Recomenda-se que a paginação do piso coincida com a do painel.

Nos encontros laterais (como encontro do mezanino com a alvenaria ou pilares), deve-se prever junta de dilatação com espaçamento mínimo de 3 mm.



42.7.3. MASTERBOARD EM DIVISÓRIAS

O **Masterboard** utilizado como sistema para divisórias apresenta facilidade de instalação e manutenção, excelente desempenho acústico, elevada resistência a impactos, ótimo desempenho a comportamento de cargas suspensas, incombustibilidade, estanqueidade à água e flexibilidade de acabamento. Permite vários tipos de modulação em forma de X, L ou T, o que possibilita uma melhor organização dos espaços e criação de ambientes.

Sua montagem pode ser realizada por meio de perfis de chapa de aço dobrado ou chapa de aço perfilado com sistema de juntas aparentes ou juntas secas.

As portas utilizadas nessas divisórias podem ser confeccionadas a partir do próprio **Masterboard**, sendo nesse caso necessárias 3 dobradiças. Para essa aplicação, indica-se somente o uso do **Masterboard** com espessura de 40 mm.

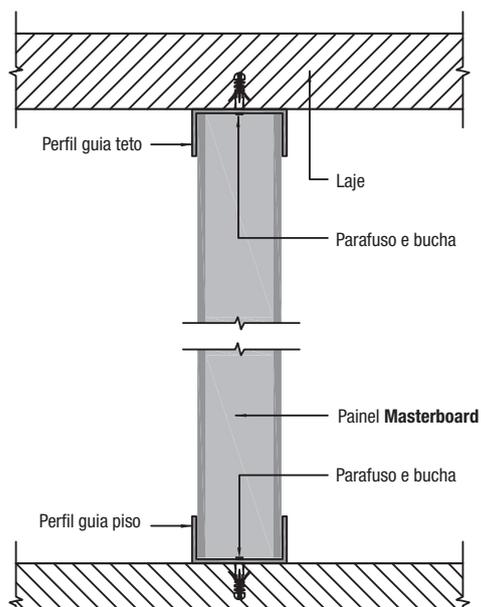
Perfis para divisórias técnicas

Detalhe	Tipo de junta	Nomenclatura
	Aparente	Montante ômega
	Aparente	Tapa-canal
	Aparente	Montante "H"
	Aparente	Guia piso
	Aparente	Guia teto
	Aparente	Batente
	Aparente	Baguete
	Seca	Perfil "Z"
	Seca	Malhete
	Seca	Perfil "T"

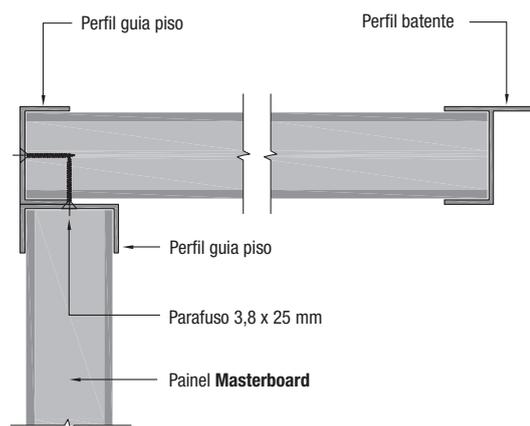
42.7.4. DIVISÓRIAS TÉCNICAS

- Com junta aparente

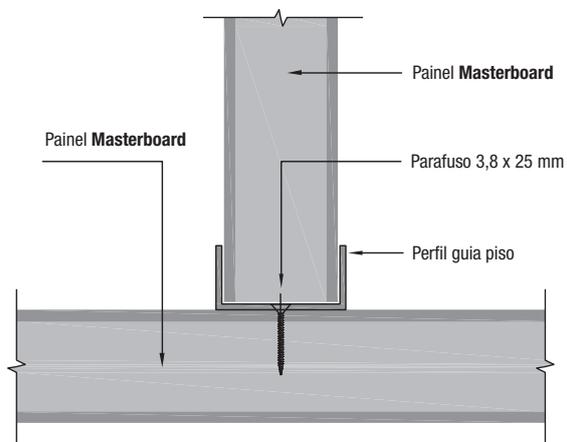
FIXAÇÃO DE PAINÉIS PISO-TETO



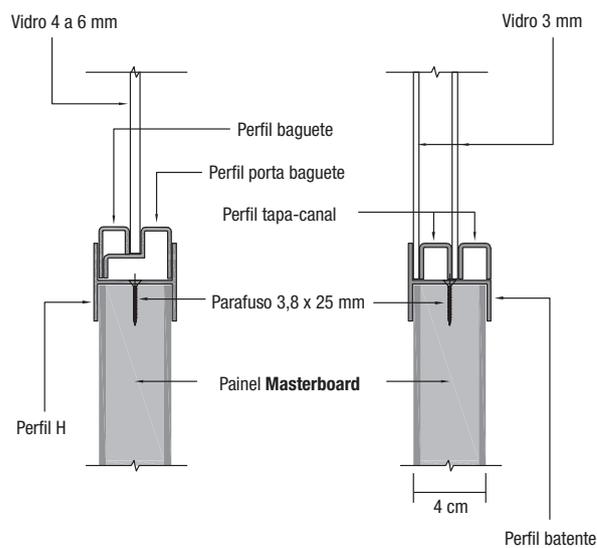
FIXAÇÃO DE PAINÉIS EM L



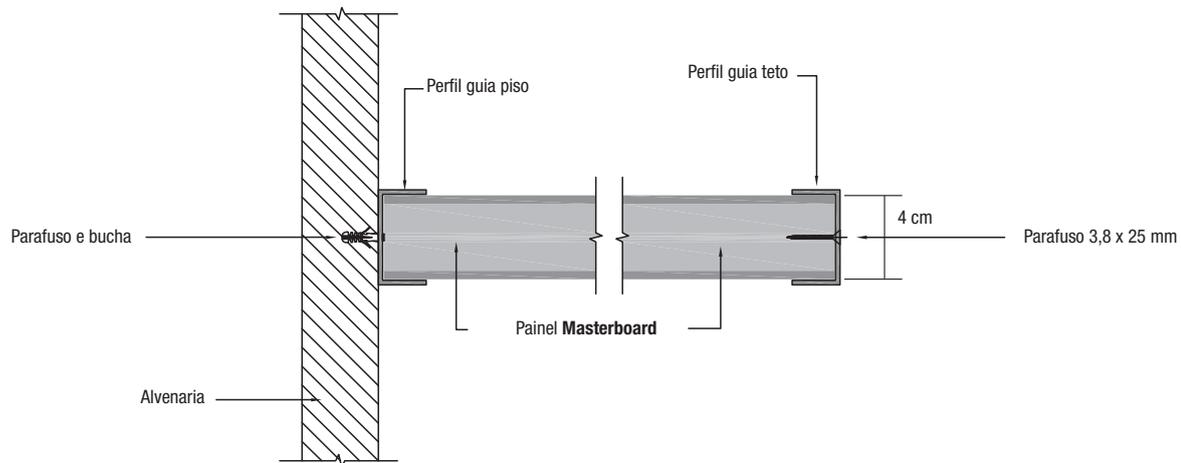
FIXAÇÃO DE PAINÉIS EM T



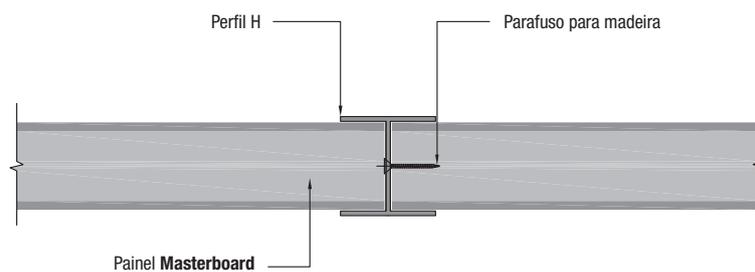
FIXAÇÃO DE VIDROS



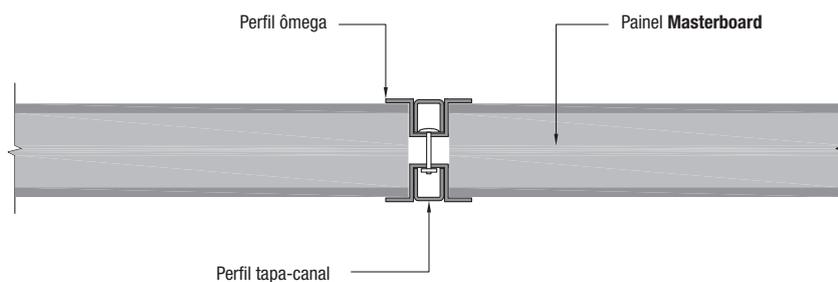
FIXAÇÃO DE PAINÉIS E ALVENARIA - ARREMATE TOPO



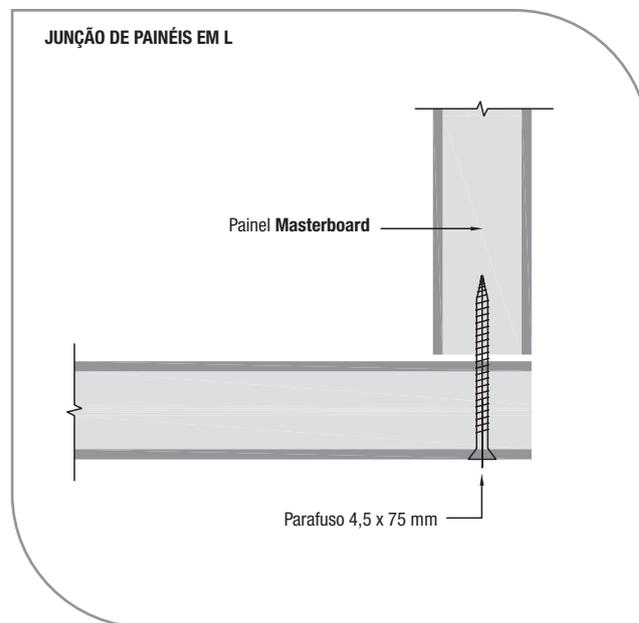
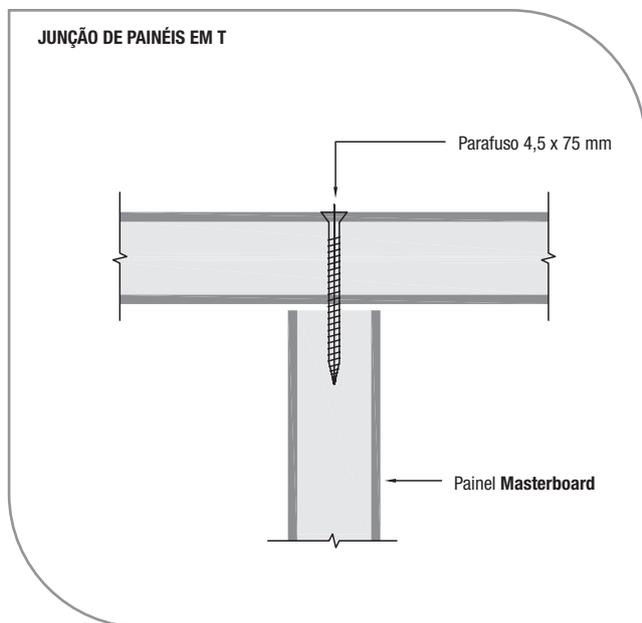
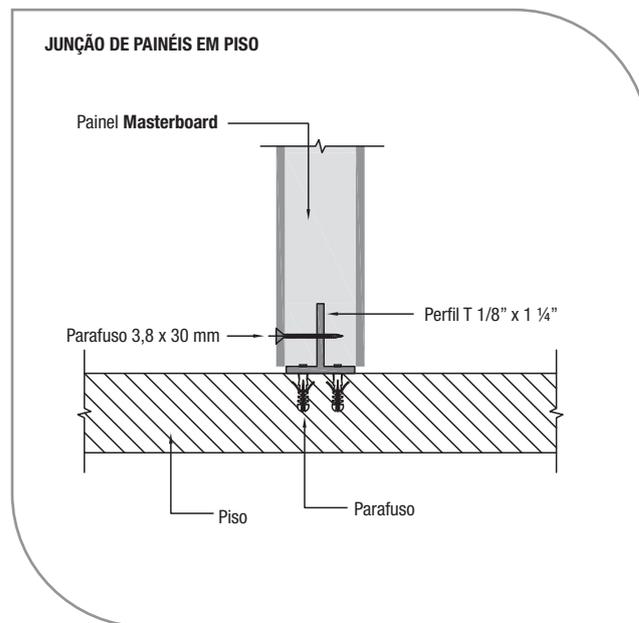
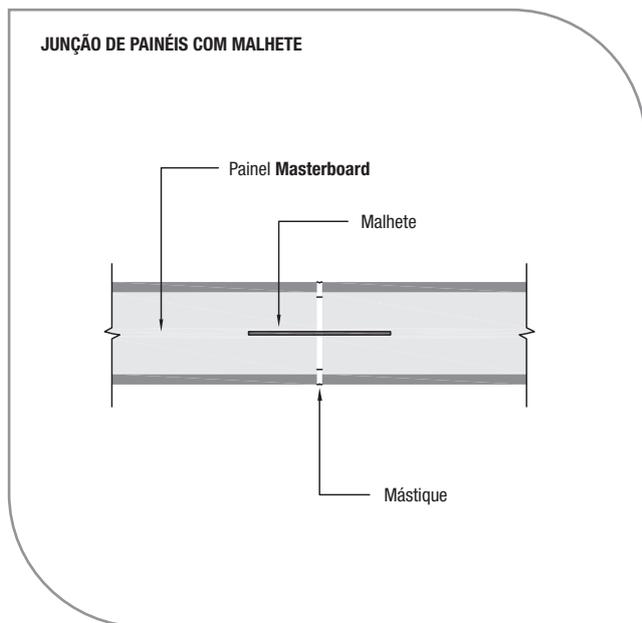
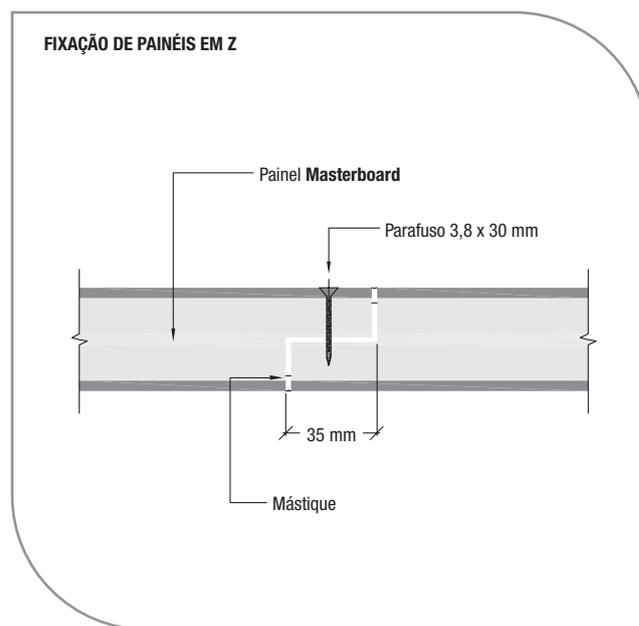
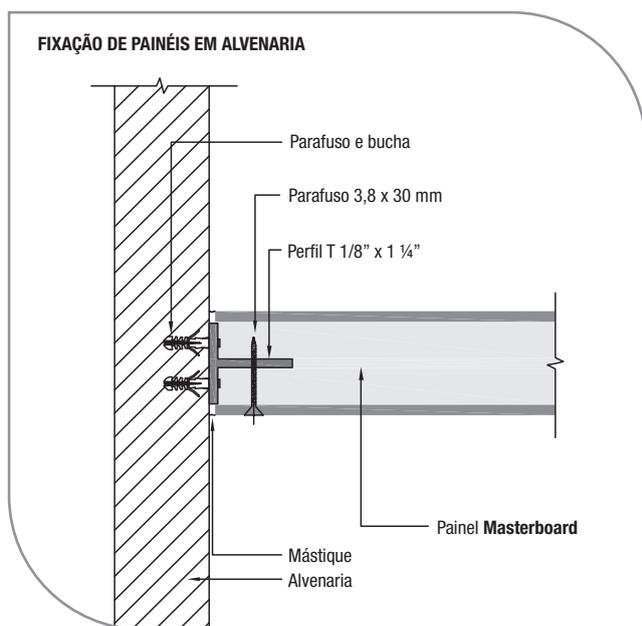
JUNÇÃO DE PAINÉIS COM PERFIL H



JUNÇÃO DE PAINÉIS COM PERFIL ÔMEGA

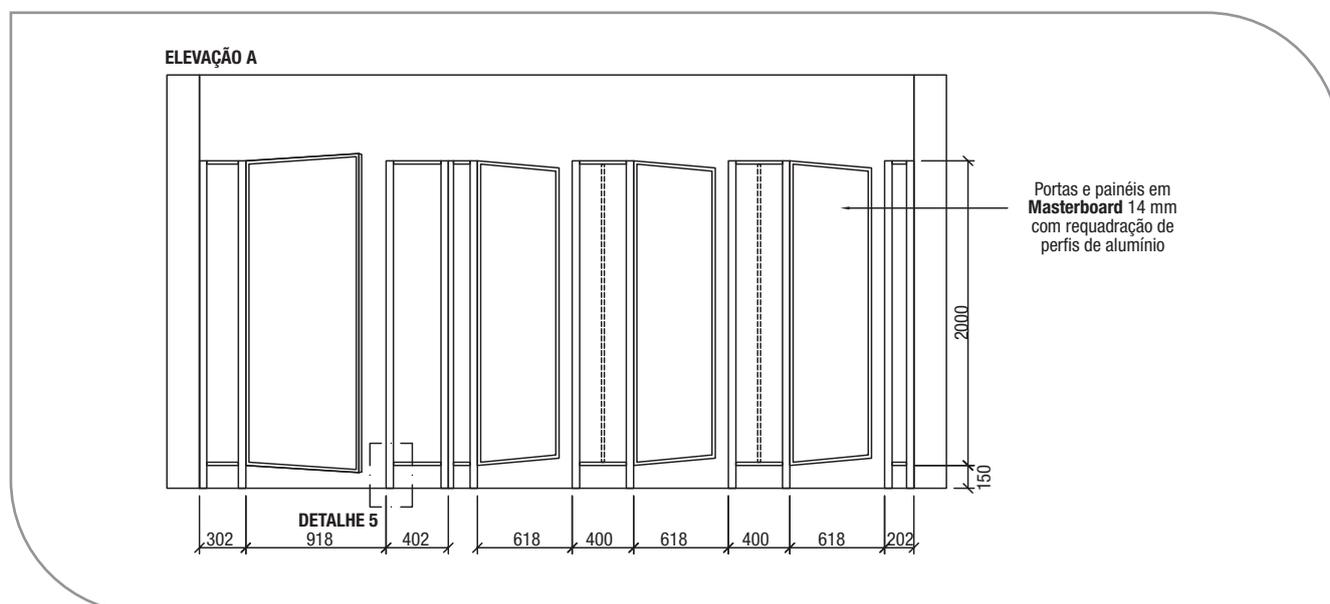
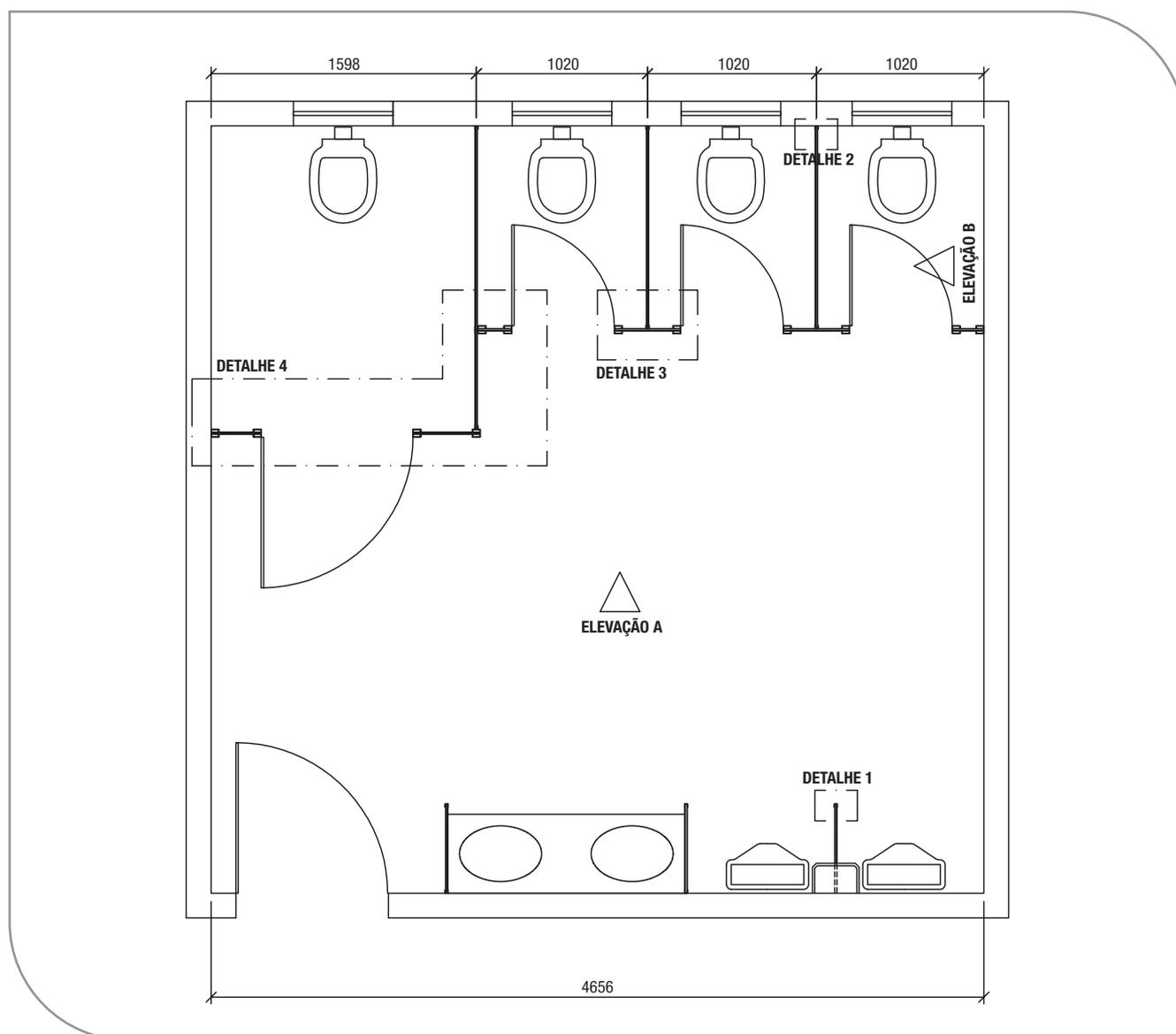


• Com junta seca

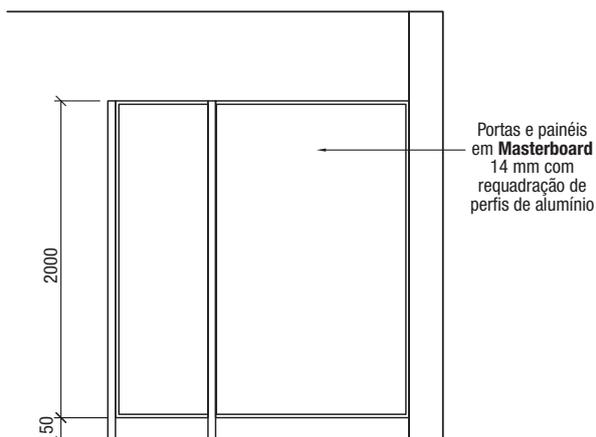


42.7.5. DIVISÓRIAS PARA SANITÁRIOS

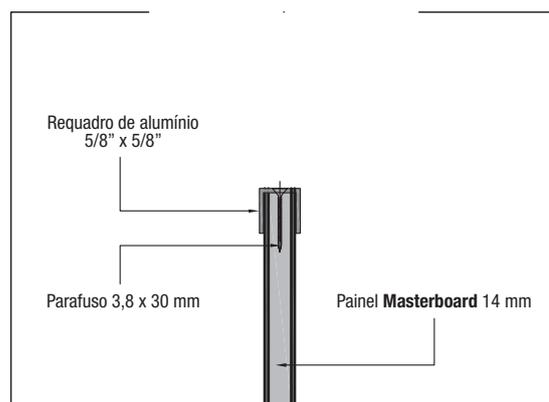
A alta resistência a impactos faz dos painéis **Masterboard** ideais para se utilizar na construção de divisórias para sanitários de espaços públicos. Essa utilização deve garantir total impermeabilização do painel antes da instalação.



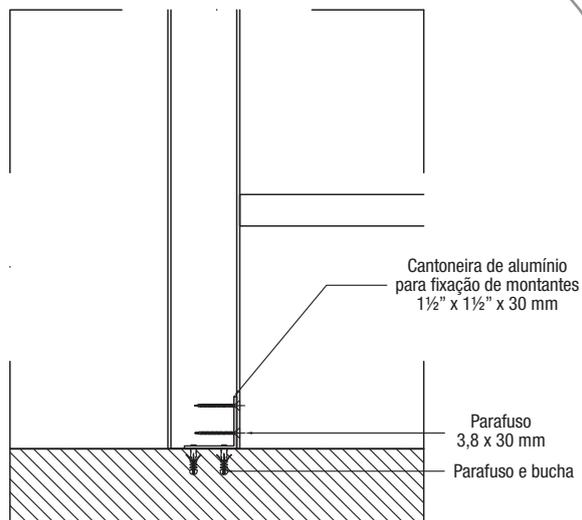
ELEVAÇÃO B



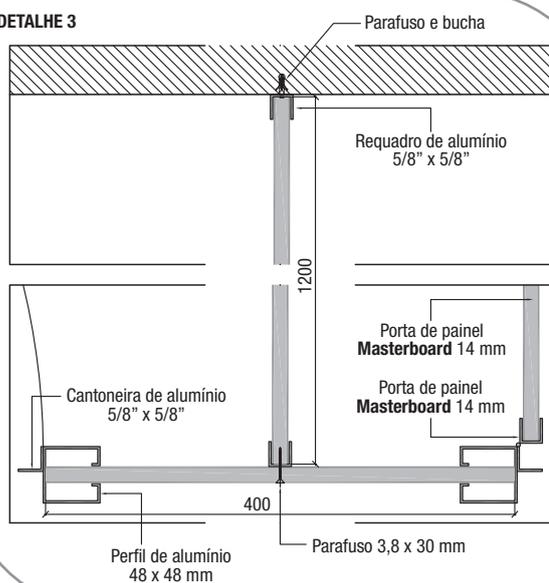
DETALHE 1



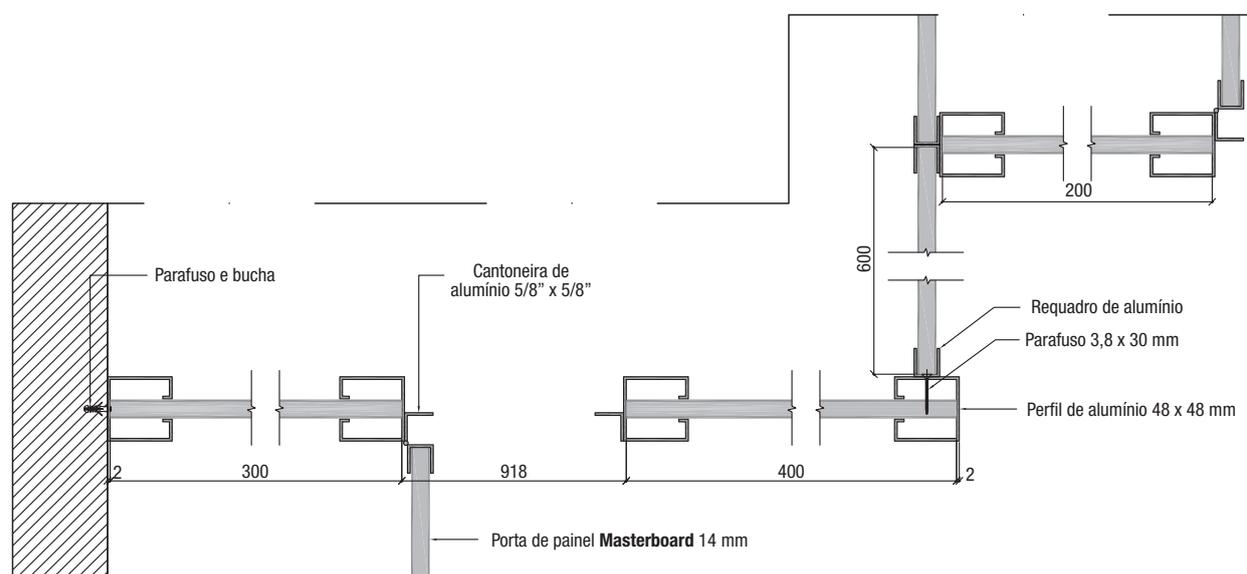
DETALHE 2



DETALHE 3



DETALHE 4



42.7.6. PAREDES E REVESTIMENTOS

O sistema de paredes com **Masterboard** apresenta alto desempenho quanto à resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, e suporta mais cargas suspensas do que outros fechamentos para drywall. Para essa aplicação, indica-se o uso do **Masterboard** com espessuras de 23 mm ou 14 mm.

Recomendações

- Siga as recomendações dos capítulos de fixação de **Placas Cimentícias Impermeabilizadas**.
- Utilize perfis de aço galvanizado para steel framing com espessura de chapa de 0,95 mm e galvanização \geq Z275.
- O espaçamento entre os montantes depende do projeto estrutural, porém não deve ultrapassar 0,40 m.
- O **Masterboard** pode ser aplicado na horizontal ou na vertical.
- Todas as bordas dos painéis deverão estar apoiadas e fixadas.
- As juntas de painéis devem ter 3 mm de espaçamento.

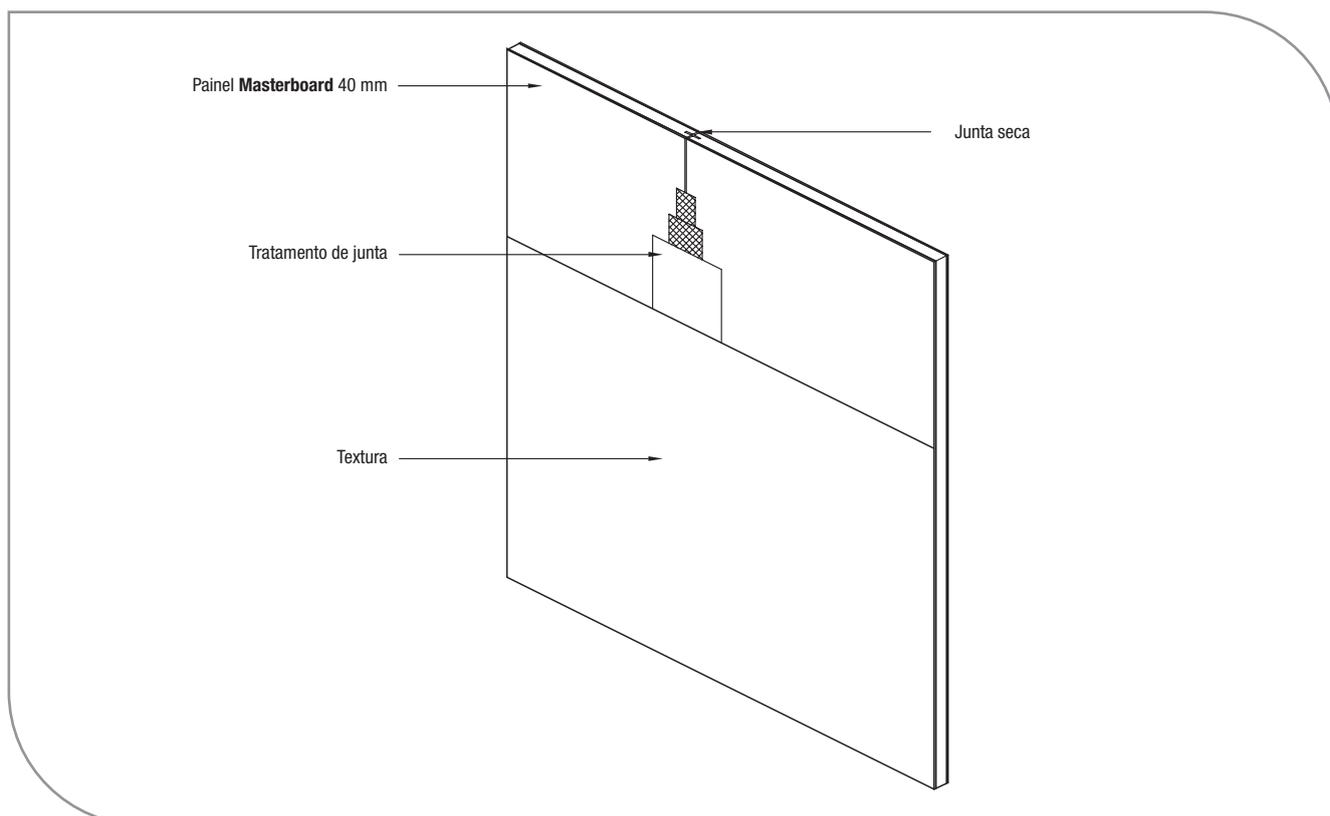
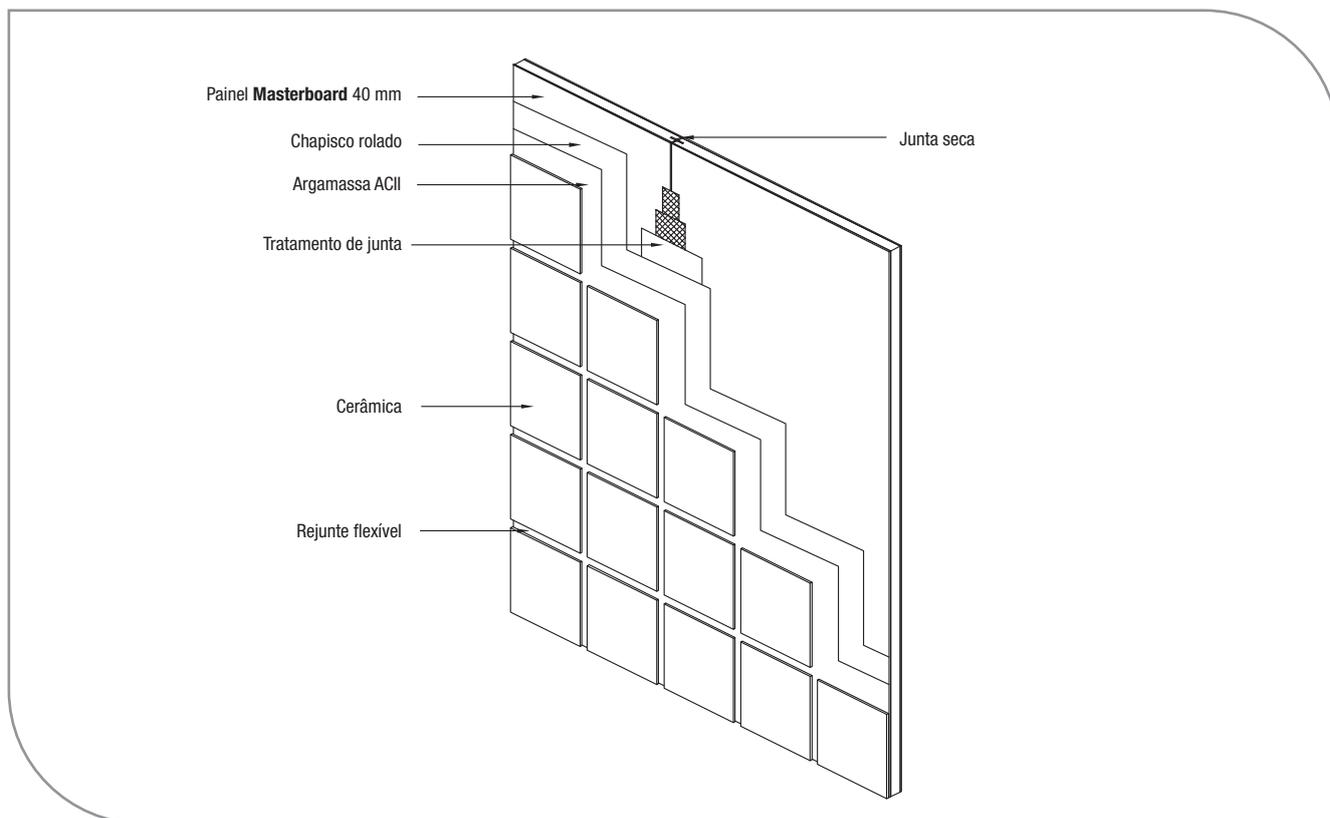
42.7.7. FIXAÇÃO DE ARMÁRIOS E PEÇAS SUSPENSAS

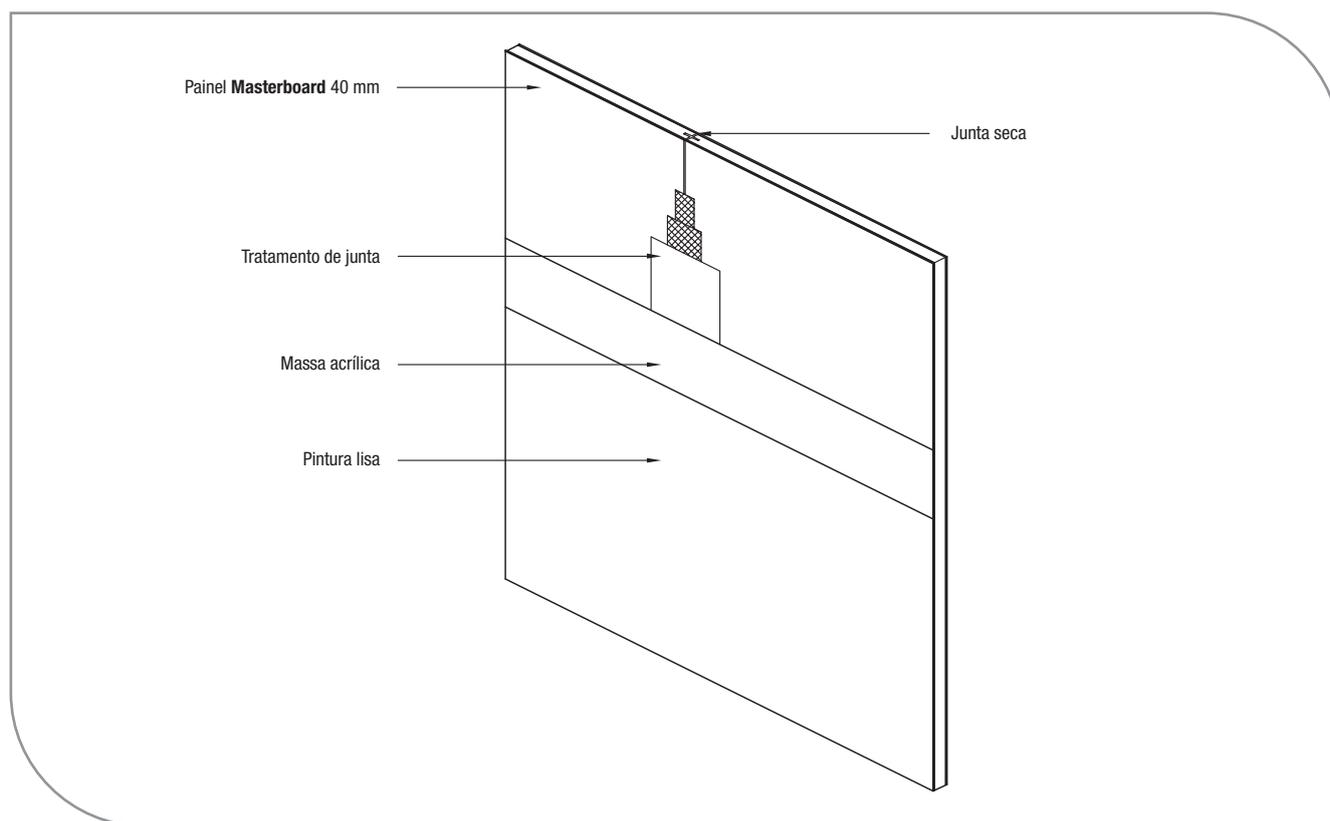
- Devido à conjugação das **Placas Cimentícias** com miolo de madeira, os painéis **Masterboard** permitem a fixação de objetos (armários, prateleiras, suportes e outros objetos) direto no painel com buchas de expansão, específicas para materiais vazados, sem a necessidade do uso de reforços internos metálicos ou de madeira.
- Outra vantagem é a fixação dos objetos em qualquer ponto da parede.

42.7.8. ACABAMENTO DE DIVISÓRIAS, PAREDES E REVESTIMENTOS INTERNOS

- Sobre os painéis **Masterboard** podem ser aplicados diversos acabamentos, como pintura látex acrílica, texturas, cerâmicas.
- Acabamento liso: faça rebaixo em obra respeitando o limite da espessura da **Placa Cimentícia** de 4 mm. Trate as juntas como juntas invisíveis utilizando o sistema **Massa para Junta**. Após a cura, aplique massa de regularização para corrigir eventuais imperfeições, lixe para ajustar os excessos e aplique látex acrílico seguindo as recomendações do fabricante.
- Texturas: trate as juntas como juntas invisíveis utilizando o sistema **Massa para Junta**. Após a cura, aplique normalmente conforme recomendações do fabricante.
- Aplicação da cerâmica: trate as juntas como juntas invisíveis utilizando o sistema **Massa para Junta**. Após a cura, assente a cerâmica utilizando argamassa tipo ACII ou ACIII.
- As juntas entre os painéis podem ser aparentes com o uso de selantes e elastômeros adequados para uso externo ou juntas invisíveis utilizando o sistema **Massa para Junta**.
- No caso da utilização de juntas invisíveis, recomenda-se a defasagem nas juntas horizontais e verticais, resultando em uma melhor amarração.
- Nos vãos de portas e janelas, as juntas dos painéis não devem coincidir com os alinhamentos dos batentes ou vergas, evitando possíveis fissuras.
- Utilize parafusos próprios para **Placa Cimentícia** com comprimento compatível com a espessura do painel.

- Parafuse os painéis nos montantes e guias com espaçamento máximo dos parafusos de 0,3 m e dispostos a 12 mm das bordas dos painéis.
- Nos cantos dos painéis recomenda-se parafusar no sentido horizontal a 5 cm da borda e no sentido vertical a 10 cm da borda.
- Caso tenha de recortar o painel, os topos recortados deverão receber um tratamento impermeabilizante com selante acrílico.



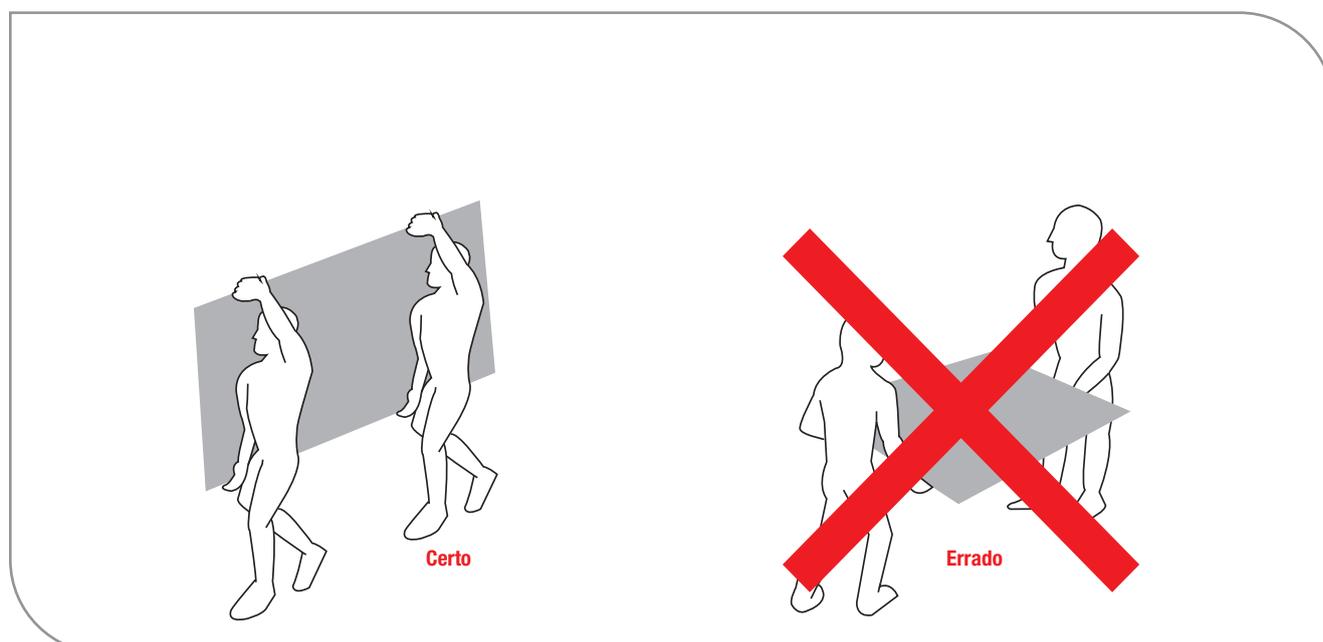


43. TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E MANUSEIO

43.1. TRANSPORTE

O ideal é o transporte por meio de empilhadeira. Caso não seja possível, o transporte manual deverá ser executado com o painel na vertical por dois homens. Quando transportados por empilhadeiras ou guas, os paletes devem ser compostos de acordo com as espessuras.

- 40 painéis de 14 mm.
- 25 painéis de 23 mm.
- 15 painéis de 40 mm.



43.2. ARMAZENAMENTO

Os painéis devem ser estocados em lugar seco e abrigado, de acordo com as seguintes instruções:

- Estoque os painéis em piso plano, na horizontal, sobre calços de madeira nivelados e espaçados, no máximo, a cada 0,8 m.
- O comprimento do apoio deve ser igual à largura dos painéis.
- Mantenha o alinhamento dos painéis na pilha, evitando sobras ou pontas que possam produzir deformações.
- Verifique a capacidade de carga de piso antes de depositar os painéis.
- Componha pilhas de painéis com, no máximo, 2 m de altura.
- Caso seja necessário o armazenamento em áreas externas sujeitas a intempéries, cubra-os com lona plástica protegendo inclusive a base.



44. MANUSEIO

- Os painéis devem ser recortados com serra manual. Recomenda-se a utilização de discos de corte e brocas de vídea.
- Pequenos cortes de arremate e/ou acabamento poderão ser executados com serrote ou serra tico-tico.
- Para recortes de grande quantidade, recomendamos a utilização de uma bancada de corte.
- Obrigatório o uso de equipamentos de proteção: capacete, óculos, luvas de raspa de couro, protetor auricular, calçado de segurança e máscara para pó.

Anotações

Light Steel Framing



Light Steel Framing

45. APRESENTAÇÃO

Este material teve como referência o Manual da Construção em Aço da CBCA, que gentilmente cedeu a sua reprodução. Teve apoio da Comissão Técnica da **Brasilit** e validação em centro de referência de ensino.

Este manual limita-se a servir como introdução ao tema da construção em Light Steel Framing, e não dispensa a participação de profissionais habilitados em quaisquer situações de obra ou construção.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida por quaisquer meios, sem prévia autorização da **Brasilit**.

Agradecemos o CBCA por apostar sempre na construção em steel framing e recomendamos o acesso ao portal para informações atualizadas e download de manuais - <http://www.cbca-iabr.org.br>.

46. INTRODUÇÃO

Diante do crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a indústria da construção civil no mundo tem buscado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente. No Brasil, a construção civil ainda é predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e, principalmente, pelo grande desperdício. Porém, o mercado tem sinalizado que essa situação deve ser alterada e que o uso de novas tecnologias é a melhor forma de permitir a industrialização e a racionalização dos processos. Nesse aspecto, a utilização do aço na construção civil vem aparecendo como uma das alternativas para mudar o panorama do setor.

Um aspecto importante é que a utilização de sistemas construtivos com aço demanda profissionais preparados e projetos detalhados e integrados, que minimizem perdas e prazos na construção. Uma ação indutora para maior utilização de sistemas construtivos em aço é o acesso à informação de qualidade, direcionada aos profissionais envolvidos. Assim, este manual tem como objetivo orientar os profissionais da área na concepção e aplicação de projetos de edificações com o sistema Light Steel Framing (LSF).

Esta apostila representa um resumo das informações contidas no Manual de Construção em Aço Módulo steel framing: arquitetura, do CBCA (Centro Brasileiro de Construção em Aço), que, por sua vez, foi baseado em extensa pesquisa bibliográfica, objeto da dissertação de mestrado, em 2005, de Renata Crasto, intitulada “Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados - Light Steel Framing”, do Programa de Pós-Graduação em Construção Metálica da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, em visitas técnicas e em acompanhamento de obras e treinamento. Este manual apresenta os aspectos de projeto e montagem para edificações com o sistema construtivo Light Steel Framing.

Aqui também são contempladas informações técnicas dos produtos comercializados pela **Brasilit**, que complementam o sistema construtivo Light Steel Framing: perfis metálicos, **Placas Cimentícias Impermeabilizadas**, painéis **Masterboard**, acessórios de fixação e acabamento.

47. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

O Light Steel Framing (LSF), assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes (Foto 2.1). Por ser um sistema industrializado, possibilita construção a seco com grande rapidez de execução.

Interpretando a expressão “steel framing”, do inglês, “steel = aço” e “framing”, que deriva de “frame = estrutura, esqueleto, disposição, construção” (Dicionário Michaelis, 1987), podemos defini-la como: processo pelo qual se

compõe um esqueleto estrutural em aço, formado por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dão forma a ela. Assim, o sistema LSF não se resume apenas à sua estrutura. Como um sistema destinado à construção de edificações, ele é formado por vários componentes e “subsistemas”. Esses subsistemas são, além de estrutural, de fundação, de isolamento termoacústico, de fechamento interno e externo, e de instalações elétricas e hidráulicas (Consul Steel, 2002).



Foto 2.1 - Estrutura de residência em Light Steel Framing, São Paulo (Fonte: Construtora Sequência)

Para que o sistema cumpra com as funções para o qual foi projetado e construído, é necessário que os subsistemas estejam corretamente inter-relacionados e que os materiais utilizados sejam adequados. Dessa forma, a escolha dos materiais e da mão de obra é essencial para a velocidade de construção e para o desempenho do sistema.

Apesar de ser considerada uma tecnologia nova, a origem do Light Steel Framing remonta ao início do século XIX. Na verdade, historicamente, inicia-se com as habitações em madeira, construídas pelos colonizadores no território americano naquele período. Para atender ao crescimento da população, foi necessário empregar métodos mais rápidos e produtivos na construção de habitações, utilizando os materiais disponíveis na região; no caso, a madeira.

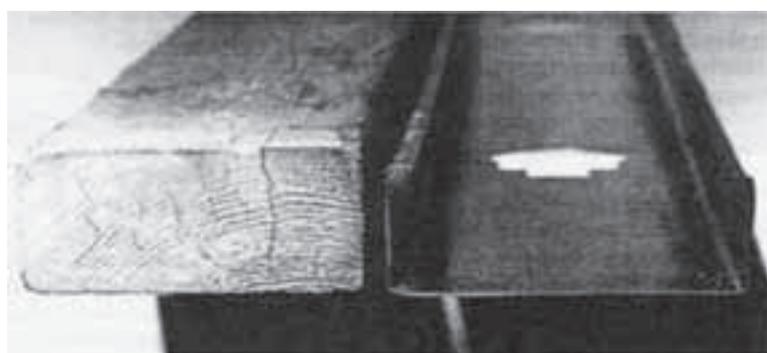


Foto 2.2 - Perfis estruturais de madeira e aço galvanizado (Fonte: Roberl Scharff)

A partir daí, as construções em madeira, conhecidas como “wood framing”, tornaram-se a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos. Aproximadamente um século mais tarde, em 1933, com o grande desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, foi lançado, na Feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em Light Steel Framing que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira (Frechette, 1999).

O crescimento da economia americana e a abundância na produção de aço no período pós-Segunda Guerra Mundial possibilitaram a evolução dos processos de fabricação de perfis formados a frio, e o uso dos perfis de aço substituindo os de madeira passou a ser vantajoso devido à maior resistência e eficiência estrutural do aço, e à capacidade de a estrutura resistir a catástrofes naturais como terremotos e furacões (Foto 2.2). Na década de 1990, as flutuações no preço e na qualidade da madeira para a construção civil estimularam o uso dos perfis de aço nas construções residenciais. Estimou-se que, até o final dos anos 90, 25% das residências construídas nos Estados Unidos foram em LSF (Bateman, 1998).

No Japão, as primeiras construções em LSF começaram a aparecer após a Segunda Guerra Mundial, quando foi necessária a reconstrução de quatro milhões de casas destruídas por bombardeios. A madeira, material usado na

estrutura das casas, havia sido um fator agravante nos incêndios que se alastravam durante os ataques. Assim, o governo japonês restringiu seu uso em construções autoportantes, a fim de proteger os recursos florestais que poderiam ser exauridos e também para promover construções não inflamáveis. A indústria do aço japonesa, vendo nessas restrições um nicho de mercado, começou a produzir perfis leves de aço para a construção como um substituto aos produtos estruturais de madeira. Como consequência, o Japão apresenta um mercado e uma indústria altamente desenvolvidos na área de construção em perfis leves de aço (Foto 2.3).



Foto 2.3 - Linha de montagem de módulos residenciais no Japão (Fonte: Sel)

Apesar do LSF ser um sistema construtivo bastante empregado em países em que a construção civil é predominantemente industrializada, no Brasil, onde prevalece o método artesanal, ainda é pouco conhecido. Assim, em um primeiro momento, para ajudar a visualizar o LSF, podemos recorrer ao “drywall”, que é amplamente utilizado em vedações internas no Brasil e que, apesar de não ter função estrutural, utiliza perfis galvanizados para compor um esqueleto em que são fixadas as placas para fechamento. A semelhança acaba neste ponto, já que o LSF, como foi definido anteriormente, é um sistema muito mais amplo, capaz de integrar todos os componentes necessários à construção de uma edificação, tendo como o fundamental a estrutura. Na ilustração, é possível visualizar, esquematicamente, a estrutura e os subsistemas de uma casa em LSF (Figura 2.1). Basicamente, a estrutura em LSF é composta de paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura.

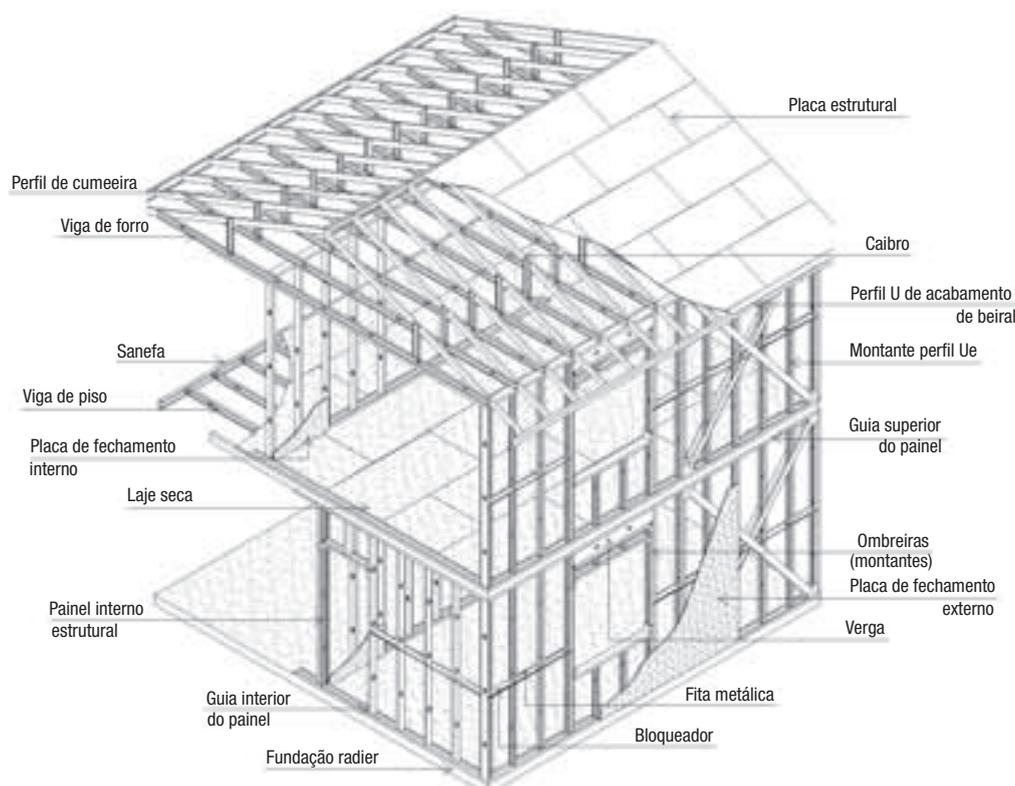


Figura 2.1 - Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Framing

As paredes que constituem a estrutura são denominadas painéis estruturais ou autoportantes, e são compostas por grande quantidade de perfis galvanizados muito leves, denominados montantes, separados entre si por 400 ou 600 mm. Essa dimensão é definida de acordo com o cálculo estrutural e determina a modulação do projeto. A modulação otimiza custos e mão de obra na medida em que se padronizam os componentes estruturais, os de fechamento e de revestimento. Os painéis têm a função de distribuir uniformemente as cargas e encaminhá-las até o solo. Para o fechamento desses painéis, utilizam-se **Placas Cimentícias** externamente, e chapas de gesso acartonado internamente. Os pisos, partindo do mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados, dispostos na horizontal, e obedecem à mesma modulação dos montantes. Esses perfis compõem as vigas de piso, servindo de estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície do contrapiso. As vigas de piso estão apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as dos montantes, dando origem ao conceito de estrutura alinhada ou “in-line framing”. Essa disposição permite garantir que predominem esforços axiais nos elementos da estrutura.



Foto 2.4 - Estrutura do telhado de residência em Light Steel Framing

Atualmente, com a pluralidade de manifestações arquitetônicas, o arquiteto dispõe de várias soluções para coberturas de seus edifícios. Muitas vezes, a escolha do telhado pode remeter a um estilo ou a uma tendência de época. Independentemente da tipologia adotada, desde a cobertura plana até telhados mais elaborados, a versatilidade do LSF possibilita ao arquiteto liberdade de expressão. Quando se trata de coberturas inclinadas, a solução se assemelha muito à da construção convencional, com o uso de tesouras, porém substituindo o madeiramento por perfis galvanizados (Foto 2.4). As telhas utilizadas para a cobertura podem ser cerâmicas, de aço, de cimento reforçado com fios sintéticos ou de concreto. Também são usadas as telhas **Shingle**, que são compostas de material asfáltico.

A estrutura de perfis de aço galvanizado é a parte principal do sistema LSF. Para compor um conjunto autoportante capaz de resistir aos esforços solicitados pela edificação, é necessário que o dimensionamento dos perfis e o projeto estrutural sejam executados por profissional especializado. O pré-dimensionamento estrutural para edificações residenciais de até dois pavimentos pode ser realizado através do manual “Light Steel Framing - Engenharia” (Rodrigues, 2005), disponibilizado pelo Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA). O projeto estrutural de edificações em Light Steel Framing deve atender às especificações das normas brasileiras para perfis formados a frio.

47.1. VANTAGENS NO USO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

Os principais benefícios e vantagens no uso do sistema Light Steel Framing (LSF) em edificações são os seguintes:

- Os produtos que constituem o sistema são padronizados com tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, e a matéria-prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade.
- O aço é um material de comprovada resistência e o alto controle de qualidade, tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura.
- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio, já que são largamente utilizados pela indústria.

- Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis.
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos.
- Construção a seco, o que diminui o uso de recursos naturais e o desperdício.
- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas.
- Melhores níveis de desempenho termoacústico, que podem ser alcançados através da combinação de materiais de fechamento e isolamento.
- Facilidade na execução das ligações.
- Rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem.
- O aço é um material incombustível.
- O aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades.
- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico, não limitando a criatividade do arquiteto.

47.2. APLICAÇÕES



Foto 2.5 - Residência em São Paulo – SP (Wall Tech)



Foto 2.6 - Protótipo de uma residência popular (Projeto **Saint-Gobain** Habitação de Interesse Social)



Foto 2.7 - Concessionária de automóveis em Indaiatuba – SP (Idea Sistemas)



Foto 2.8 - Edifício de 5 pavimentos em Belo Horizonte – MG (EPO)

47.3. TIPOS DE PERFIS UTILIZADOS EM LSF

Os perfis típicos para o uso em Light Steel Framing são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como aço galvanizado. As massas mínimas de revestimento são apresentadas na Tabela 2.1. A espessura da chapa varia entre 0,80 até 3,0 mm (NBR-15253: 2005). As seções mais comuns nas edificações em Light Steel Framing são as com formato em “C” ou “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas, e em “U”, que é usada como guia na base e no topo dos painéis.

Tabela 2.1 - Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não estruturais (Fonte: NBR-15253: 2005)

Tipo de revestimento	Perfis estruturais		Perfis não estruturais	
	Massa mínima do revestimento g/m ² (1)	Designação do revestimento conforme normas	Massa mínima do revestimento g/m ² (1)	Designação do revestimento conforme normas
Zincado por imersão a quente	180	Z180 (NBR-7008)	100	Z 100 (NBR-7008)
Zincado por eletrodeposição	180	90/90 (NBR-14694)	100	50/50 (NBR-14694)
Alumínio-zinco por imersão a quente	150	Z150 (NM-86)	100	AZ100 (NM-86)

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

A Tabela 2.2 apresenta as seções transversais dos perfis utilizados e suas aplicações. A seção do perfil U (guia) possui alma (bw) e mesa (bf), que também pode ser chamada de flange ou aba, mas não possui a borda (O) que está presente no montante; isso permite o encaixe deste na guia. As guias não devem transmitir nem absorver os esforços, sendo isso feito pelos montantes, vigas e eventualmente pilares presentes na estrutura.

As dimensões da alma dos perfis Ue variam geralmente de 90 a 300 mm (medidas externas), apesar de ser possível utilizar outras dimensões (Tabela 2.3). Os perfis U apresentam a largura da alma maior que a do perfil Ue, a fim de permitir o encaixe deste no perfil guia ou U (Tabela 2.3). No Brasil, as dimensões comercializadas são 90, 140 e 200 mm. As mesas podem variar de 35 a 40 mm, dependendo do fabricante e do tipo de perfil. Os outros perfis que podem ser necessários para estruturas de LSF são tiras planas, cantoneiras e cartolas (Tabelas 2.2 e 2.3). Tiras ou fitas, que vêm em uma variedade de larguras, são tipicamente utilizadas para estabilização dos painéis e formação de ligações. As cantoneiras são normalmente usadas em conexões de elementos onde um perfil Ue não é adequado, e o cartola é comumente empregado como ripas de telhado (Garner, 1996). Além da espessura (tn), a resistência de um perfil de aço depende da dimensão, forma e limite de elasticidade do aço. O limite de escoamento dos perfis de aço zincado, determinado de acordo com a norma NBR-6673, não deve ser inferior a 230 MPa (NBR-15253: 2005).

Tabela 2.2 - Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Framing e suas respectivas aplicações (Fonte: NBR-15253: 2005)

Seção transversal	Série designação NBR-6355: 2003	Utilização
	U simples $U b_w \times b_f \times t_n$	Guia, ripas, bloqueador e sanefa
	U enrijecido $Ue b_w \times b \times D \times t_n$	Bloqueador, enrijecedor de alma, montante, verga e viga
	Cartola $Cr b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L b_{11} \times b_{12} \times t_n$	Cantoneira

Tabela 2.3 - Dimensões nominais usuais dos perfis de aço para Light Steel Framing
(Fonte: NBR-15253: 2005)

Dimensões (mm)	Designação (mm)	Largura da alma BW (mm)	Largura da mesa BF (mm)	Largura do enrijecedor de borda - D (mm)
Ue 90 x 40	Montante	90	40	12
Ue 140 x 40	Montante	140	40	12
Ue 200 x 40	Montante	200	40	12
Ue 250 x 40	Montante	250	40	12
Ue 300 x 40	Montante	300	40	12
U 90 x 40	Guia	92	38	-
U 140 x 40	Guia	142	38	-
U 200 x 40	Guia	202	38	-
U 250 x 40	Guia	252	38	-
U 300 x 40	Guia	302	38	-
L 150 x 40	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L200 x 40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250 x 40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20 x 30	Cartola	30	20	12

47.4. MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Há essencialmente três métodos de construção utilizando o Light Steel Framing:

a) Método “stick”:

Neste método de construção, os perfis são cortados no canteiro da obra, e painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são montados no local (Foto 2.9). Os perfis podem vir perfurados para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas e os demais subsistemas são instalados posteriormente à montagem da estrutura. Essa técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável. As vantagens desse método construtivo são:

- Não há a necessidade de o construtor possuir um local para a pré-fabricação do sistema.
- Facilidade de transporte das peças até o canteiro.
- As ligações dos elementos são de fácil execução, apesar do aumento de atividades na obra.



Foto 2.9 - Light Steel Framing montado pelo método "stick" (Fonte: Robert Scharff)

b) Método por painéis

Painéis estruturais ou não estruturais, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local (Foto 2.10). Alguns materiais de fechamento podem também ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo da construção. Os painéis e subsistemas são conectados no local usando as técnicas convencionais (parafusos autobrocantes e autoatarrachantes). As principais vantagens são:

- Velocidade de montagem.
- Alto controle de qualidade na produção dos sistemas.
- Minimização do trabalho na obra.
- Aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica.



Foto 2.10 - Elementos estruturais como tesouras e painéis são pré-fabricados em oficinas e levados à obra para montagem da estrutura (Fonte: <http://www.aegismetalf framing.com>).

c) Construção modular

Construções modulares são unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos, como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas etc. As unidades podem ser estocadas lado a lado, ou uma sobre as outras já na forma da construção final (Foto 2.11). Exemplo muito comum desse tipo de construção são os módulos de banheiros para obras comerciais ou residenciais de grande porte.

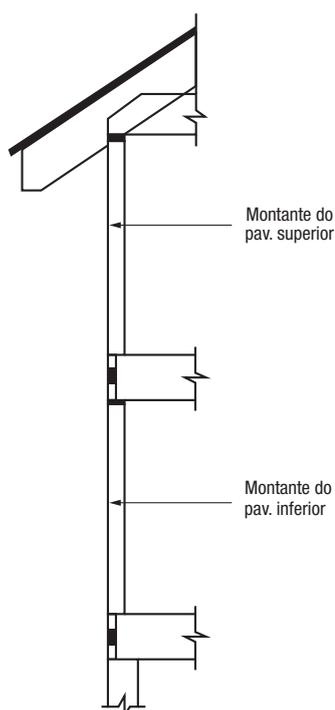


Foto 2.11 - Unidades modulares empilhadas na forma da construção final. O vazio que se vê ao centro formará a circulação de acesso às unidades (Fonte: SCI).

d) “Balloon framing” e “platform framing”

Construções tipo “stick” ou por painéis podem ser montadas 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 (Figura 2.2).

Na construção “platform”, pisos e paredes são construídos sequencialmente – um pavimento por vez –, e os painéis não são estruturalmente contínuos. As cargas de piso são descarregadas axialmente aos montantes (Figura 2.3). Por ser bastante utilizado nas construções atuais, é o método que será abordado neste trabalho.



98 Figura 2.2 - Esquema de construção tipo “balloon” (Fonte: SCI)

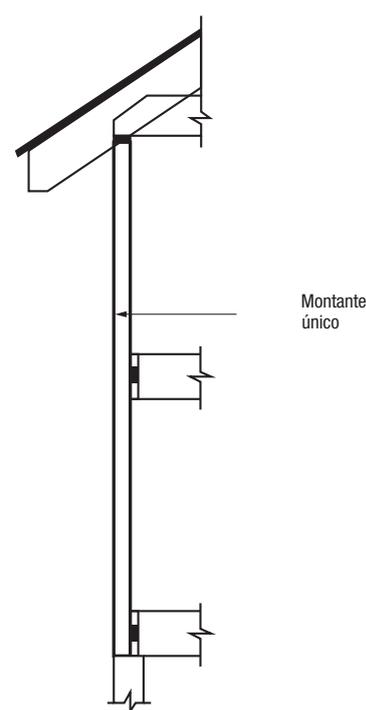


Figura 2.3 - Esquema de construção tipo “platform” (Fonte: SCI)

47.5. FUNDAÇÕES

Por ser muito leve, a estrutura de LSF e os componentes de fechamento exigem bem menos da fundação do que outras construções. No entanto, como a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis estruturais, a fundação deverá ser contínua, suportando os painéis em toda a sua extensão. A escolha do tipo de fundação vai depender, além da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade de solo firme. Essas informações são obtidas através da sondagem do terreno.

As fundações são efetuadas segundo o processo da construção convencional e, como em qualquer outra construção, deve-se observar o isolamento contra a umidade.

É importante destacar que um bom projeto e uma boa execução da fundação implicam maior eficiência estrutural. A qualidade final da fundação está intimamente ligada ao correto funcionamento dos subsistemas que formam o edifício (Consul Steel, 2002). Assim, base corretamente nivelada e em esquadro possibilita mais precisão de montagem da estrutura e demais componentes do sistema.

A seguir, serão destacadas as fundações tipo laje radier e sapata corrida, a fim de ilustrar a ancoragem dos painéis à fundação.

47.5.1. LAJE RADIER

O radier é um tipo de fundação rasa que funciona como uma laje e transmite as cargas da estrutura para o terreno. Os componentes estruturais fundamentais do radier são a laje contínua de concreto, as vigas no perímetro da laje e sob as paredes estruturais ou colunas, e onde mais forem necessárias para fornecer rigidez no plano da fundação. Sempre que o tipo de terreno permite, a laje radier é a fundação mais comumente utilizada para construções em Light Steel Framing.

O dimensionamento do radier resultará do cálculo estrutural e o seu procedimento de execução deve observar algumas condições, como, por exemplo:

- A fim de evitar a umidade do solo ou infiltração de água na construção, é necessário prever o nível do contrapiso a, no mínimo, 15 mm de altura do solo;
- Nas calçadas ao redor da construção, garagens e terraços, é preciso possibilitar o escoamento da água através de uma inclinação de pelo menos 5%.

A Figura 2.4, a seguir, mostra o detalhe do esquema de ancoragem de um painel estrutural a uma laje radier:

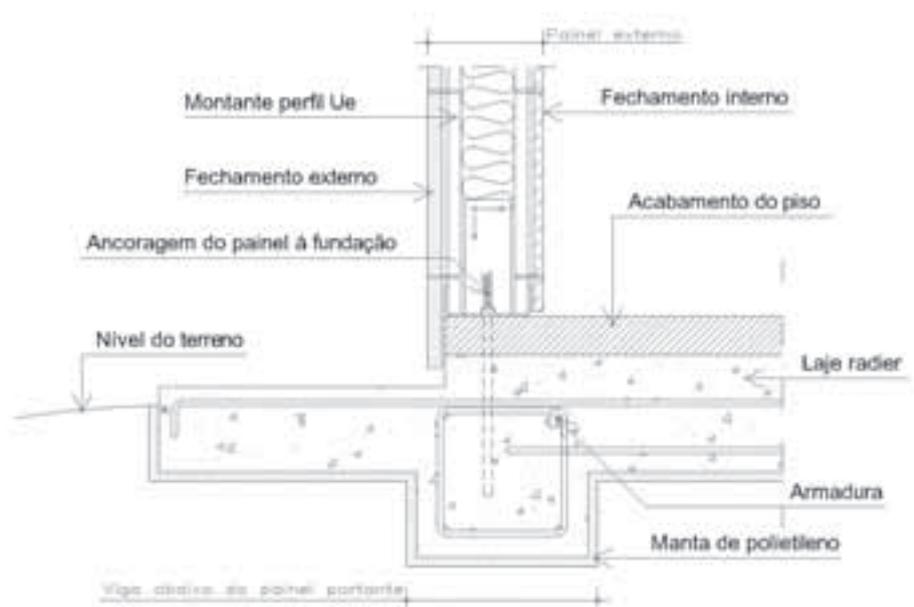


Figura 2.4 - Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural a uma laje radier (adaptado de Consul Steel, 2002)

47.5.2. SAPATA CORRIDA OU VIGA BALDRAME

A sapata corrida é um tipo de fundação indicada para construções com paredes portantes, em que a distribuição da carga é contínua ao longo das mesmas. Constitui-se de vigas que podem ser de concreto armado, de blocos de concreto ou alvenaria, que são locados sob os painéis estruturais. O contrapiso do pavimento térreo para esse tipo de fundação pode ser em concreto, ou construído com perfis galvanizados, que, apoiados sobre a fundação, constituem uma estrutura de suporte aos materiais que formam a superfície do contrapiso, como ocorre com as lajes de piso que serão apresentadas no capítulo 4 (Figura 2.5).

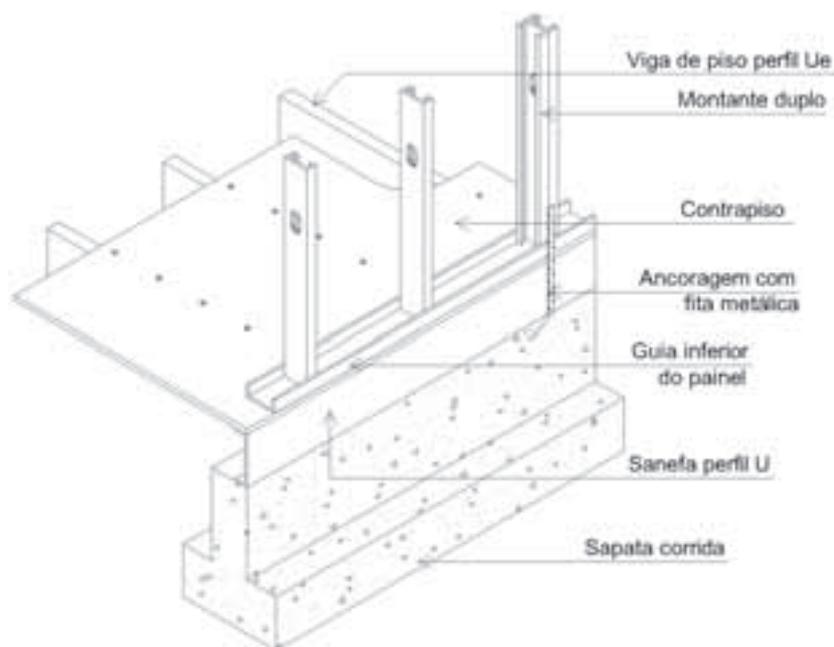


Figura 2.5 - Corte detalhado de fundação tipo sapata corrida

47.5.3. FIXAÇÃO DOS PAINÉIS NA FUNDAÇÃO

Para evitar o movimento da edificação devido à pressão do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. Esses movimentos podem ser de translação ou tombamento com rotação do edifício (Figura 2.6). A translação é uma ação na qual o edifício se desloca lateralmente devido à ação do vento. Tombamento é uma elevação da estrutura em que a rotação pode ser causada por assimetria na direção dos ventos que atingem a edificação (Scharff, 1996).

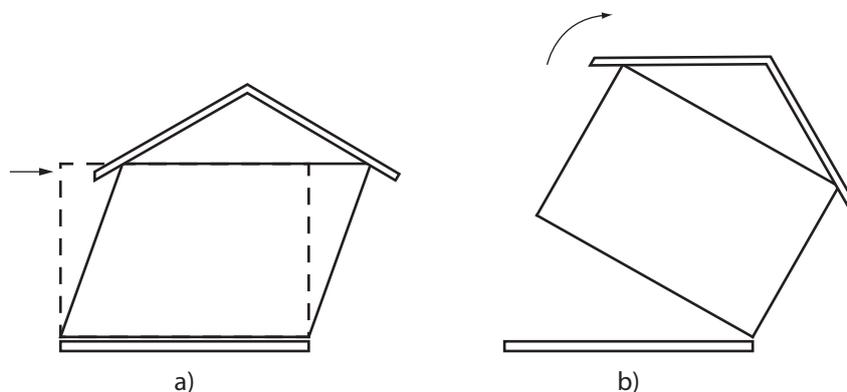


Figura 2.6 - Efeitos da carga de vento na estrutura: a) translação, b) tombamento

A escolha da ancoragem mais eficiente depende do tipo de fundação e das solicitações que ocorrem na estrutura devido às cargas, condições climáticas e ocorrência de abalos sísmicos (Consul Steel, 2002). O tipo de ancoragem, suas dimensões e espaçamento são definidos segundo o cálculo estrutural. Os tipos mais utilizados de ancoragem são: a química com barra roscada e a expansível com parabolts.



Foto 2.13 - Peça de reforço na ancoragem da estrutura à fundação por meio de barra rosçada



Foto 2.14 - Ancoragem por expansão tipo parabolt (Fonte: Fischer)

No processo de montagem da estrutura no pavimento térreo, os painéis são fixados à fundação através de sistema de finca-pinos acionado à pólvora (Foto 2.15). Esse método é utilizado para manter o prumo dos painéis enquanto são montados e conectados a outros painéis do pavimento e até que seja feita a ancoragem definitiva. São também utilizados em painéis não estruturais como fixação e para evitar deslocamentos laterais.



Foto 2.15 - Ancoragem provisória

48. PAINÉIS

Os painéis no sistema Light Steel Framing podem não só compor as paredes de uma edificação como também funcionar como o sistema estrutural da mesma. Os painéis associados a elementos de vedação exercem a mesma função das paredes das construções convencionais.

Os painéis são estruturais ou autoportantes quando compõem a estrutura, suportando as cargas da edificação, e podem ser tanto internos quanto externos. E são não estruturais quando funcionam apenas como fechamento externo ou divisória interna, ou seja, sem ter função estrutural.

48.1. PAINÉIS ESTRUTURAIS OU AUTOPORTANTES

Os painéis estruturais estão sujeitos a cargas horizontais de vento ou de abalos sísmicos assim como a cargas verticais exercidas por pisos, telhados e outros painéis. Essas cargas verticais são originadas pelo peso próprio da estrutura, de componentes construtivos e da sobrecarga, devido à utilização (pessoas, móveis, máquinas, águas pluviais etc). Portanto, a função dos painéis é absorver esses esforços e transmiti-los à fundação.

Os painéis são compostos por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo Ue, que são denominados montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U, denominados guias.

De maneira geral, os montantes que compõem os painéis transferem as cargas verticais por contato direto através de suas almas, estando suas seções em coincidência de um nível a outro, dando origem ao conceito de estrutura alinhada. Na Figura 3.1, observa-se a distribuição do carregamento bem como o detalhe do alinhamento entre os elementos que compõem o painel. Vigas de piso, tesouras de telhado ou treliças também devem estar alinhadas aos montantes. Quando não é possível conseguir esse alinhamento, deverá ser colocada, sob o painel, uma viga capaz de distribuir uniformemente as cargas excêntricas.

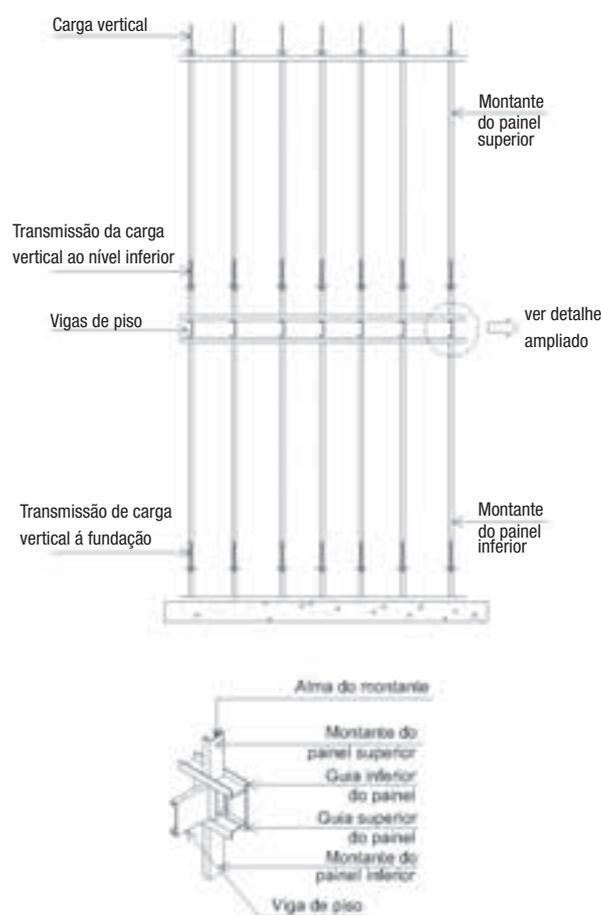


Figura 3.1 - Transmissão da carga vertical à fundação

Os montantes são unidos em seus extremos inferiores e superiores pelas guias, perfil de seção transversal U simples. Sua função é fixar os montantes, a fim de constituir um quadro estrutural. O comprimento das guias define a largura do painel, o comprimento dos montantes e sua altura (Figura 3.2). Os painéis estruturais devem descarregar diretamente sobre as fundações, outros painéis estruturais ou sobre uma viga principal (Elhajj; Bielat, 2000).

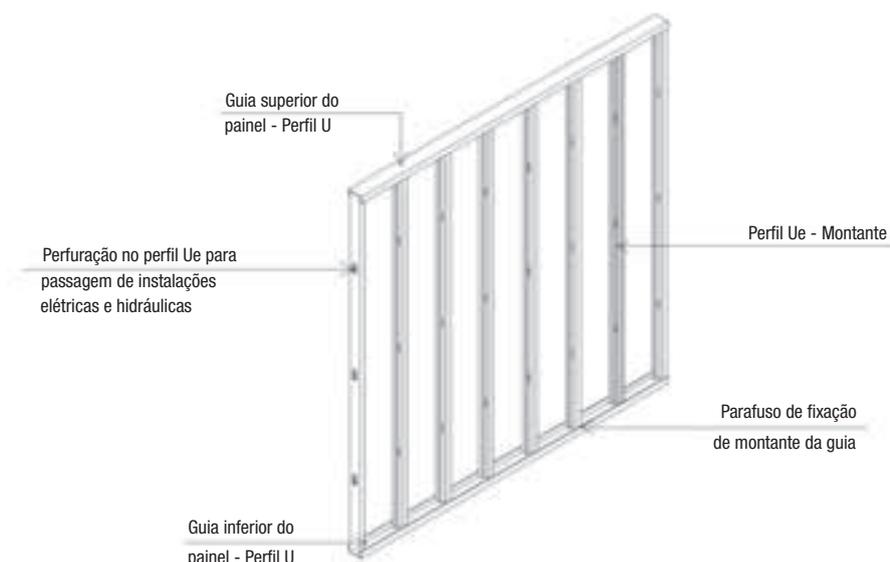


Figura 3.2 - Painel típico em Light Steel Framing

Para unir os perfis que compõem a estrutura, o método mais utilizado é a ligação por meio de parafusos galvanizados do tipo autoperfurantes ou autoatarrachantes.

48.1.1. ABERTURAS DE VÃOS EM UM PAINEL ESTRUTURAL

Aberturas para portas e janelas em um painel portante necessitam de elementos estruturais como vergas (Foto 3.1), a fim de redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos aos montantes que delimitam lateralmente o vão, denominados ombreiras. A Figura 3.3 ilustra esses elementos, bem como a distribuição do carregamento no painel.



Foto 3.1 - Painel com abertura de janela

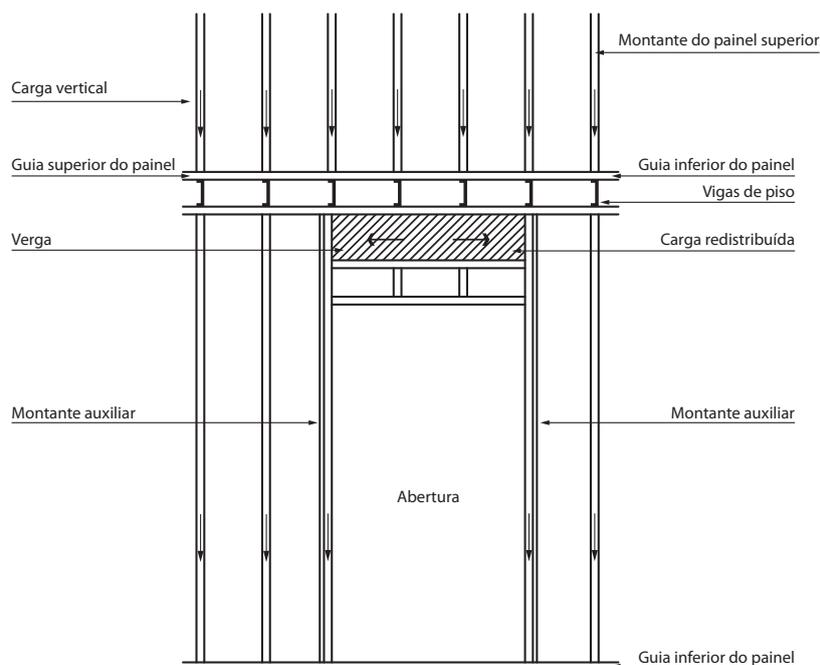


Figura 3.3 - Distribuição dos esforços através da verga para ombreiras

A verga (Foto 3.2) pode ter várias combinações (Figura 3.4), mas basicamente é composta por dois perfis Ue conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U, de altura igual à verga menos a aba da guia superior do painel, e por uma peça chamada guia da verga, que é fixada às mesas inferiores dos dois perfis Ue. Além disso, a guia da verga é conectada às ombreiras, a fim de evitar a rotação da verga, e também permite a fixação dos montantes de composição (cripples) (Figura 3.5), que não têm função estrutural e estão localizados entre a verga e a abertura, a fim de permitir a fixação das placas de fechamento.



Foto 3.2 - Detalhe de verga para abertura de janela

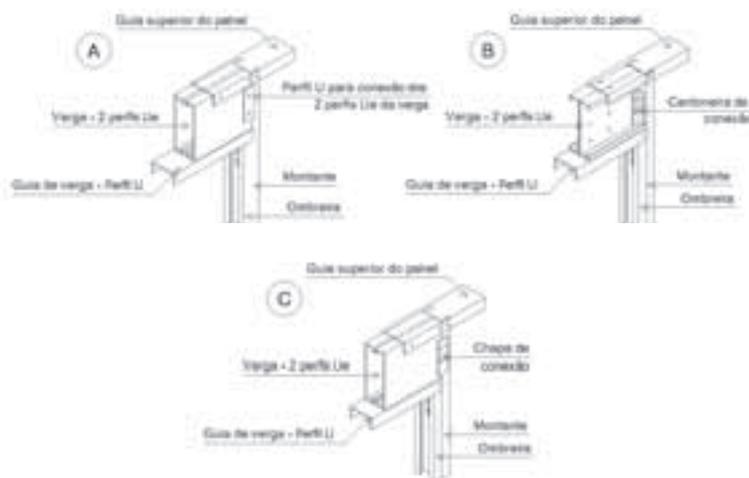


Figura 3.4 - Tipos de vergas

As ombreiras que apoiam a verga vão desde a guia inferior do painel até a guia da verga. A quantidade de ombreiras necessárias para o apoio é definida pelo cálculo estrutural e depende do tamanho da abertura. Mas, segundo o Construcción con Acero Liviano - Manual de Procedimiento (Consul Steel, 2002), em uma aproximação, pode-se estabelecer que o número de ombreiras de cada lado da abertura será igual ao número de montantes interrompidos pela verga dividido por 2 (Figura 3.5). Quando o resultado for um número ímpar, deverá somar-se 1.

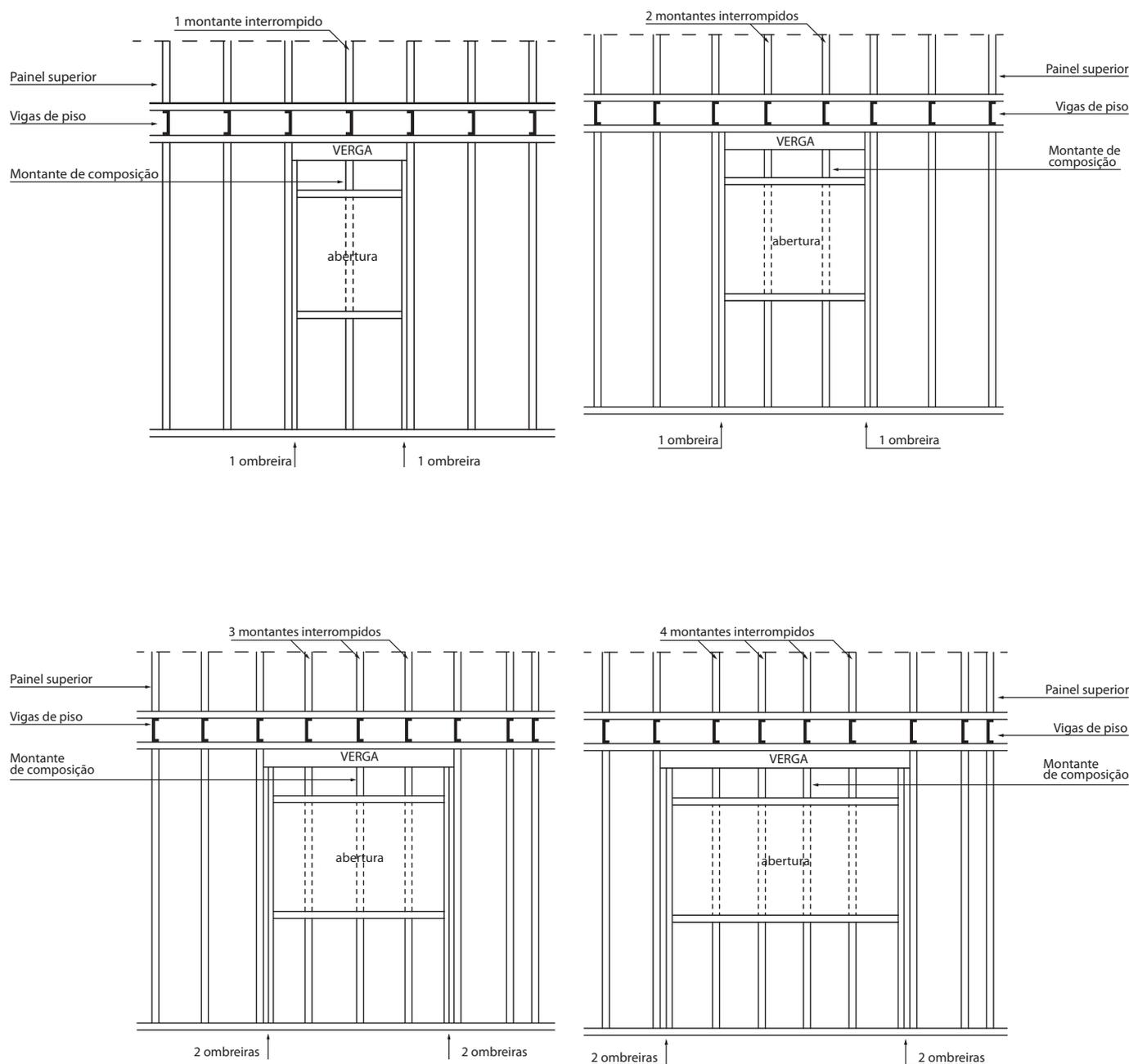


Figura 3.5 - Detalhe de ombreira

Os montantes onde são fixadas as ombreiras são chamados de montantes auxiliares. As vergas são também fixadas nesses montantes por meio de parafusos estruturais (sextavados), que serão apresentados no capítulo 7. O acabamento superior ou inferior da abertura é feito por um perfil U cortado no comprimento de 20 cm maior que o vão. É feito um corte nas mesas a 10 cm de cada extremidade. Esse segmento é dobrado em 90° para servir de conexão com a ombreira. Essa peça é chamada de guia de abertura (Figura 3.6). Para vãos de portas, esse acabamento só é necessário na parte superior da abertura.

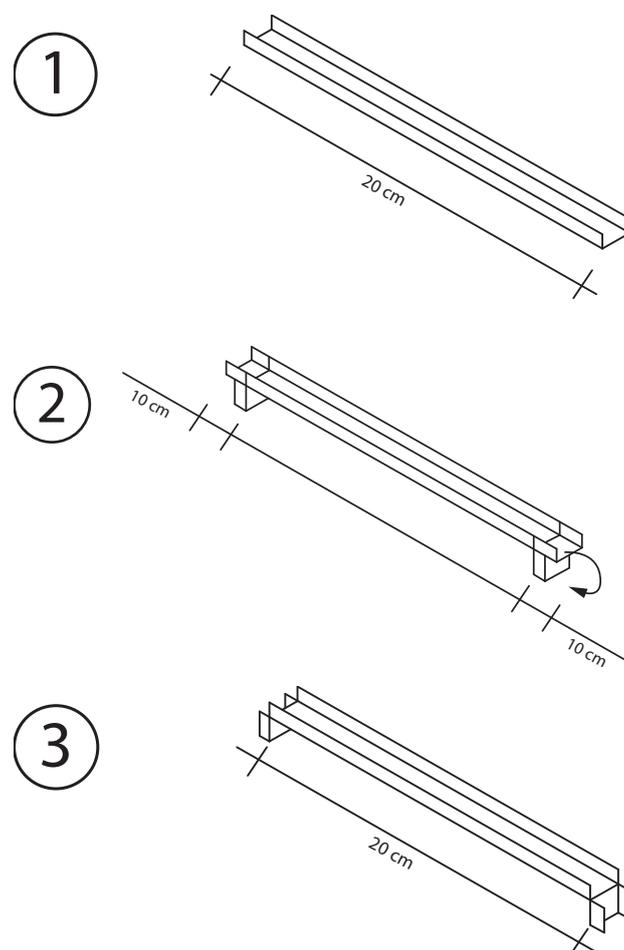


Figura 3.6 - Guia de abertura (a partir de Consul Steel, 2002)

Outras composições também são possíveis, contanto que tenham os seus desempenhos comprovados (Figura 3.7).

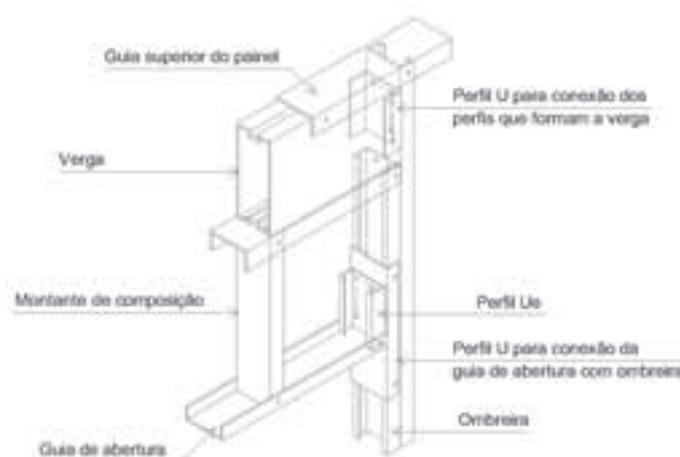


Figura 3.7 - Composição de vão de abertura

Quando ocorrer de a abertura da ombreira estar voltada para dentro do vão, devido à colocação de um número ímpar de perfis de cada lado, deve ser acrescentado um perfil U, formando uma seção caixa junto com a ombreira, a fim de dar acabamento na abertura e para a fixação de portas e janelas. A figura a seguir mostra o esquema de um painel estrutural com abertura de janela:

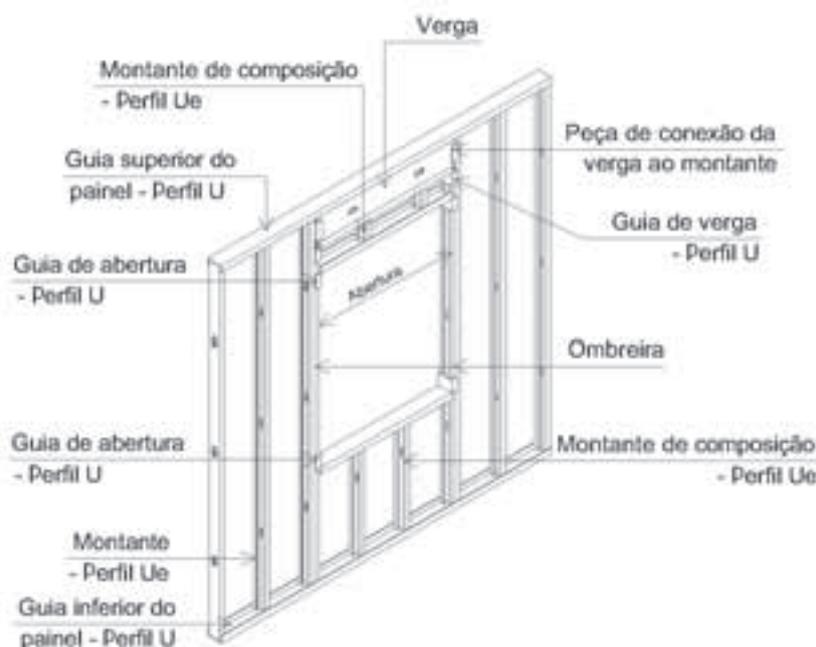


Figura 3.8 - Desenho esquemático de painel estrutural com abertura

48.1.2. ESTABILIZAÇÃO DA ESTRUTURA

Isoladamente, os montantes não são capazes de resistir aos esforços horizontais que solicita a estrutura, como os provocados por ventos. Esses esforços podem ocasionar perda de estabilidade da estrutura, causando deformações e até mesmo levando-a ao colapso.

Para que isso seja evitado, deve-se prover a estrutura de ligações rígidas, como no uso de contraventamentos nos painéis, combinado ao diafragma rígido no plano de piso em que atua, transmitindo os esforços aos painéis contraventados.

Associado a esses mecanismos, deve-se observar uma adequada ancoragem da estrutura à sua fundação, como já mencionado anteriormente.

O método mais comum de estabilização da estrutura em LSF é o contraventamento em “X”, que consiste em utilizar fitas em aço galvanizado fixadas na face do painel (Foto 3.3), cuja largura, espessura e localização são determinadas pelo projeto estrutural.



Foto 3.3 - Painel com contraventamento em “X”

A seção da fita deve ser dimensionada para transmitir o esforço de tração que resulta de decomposição da carga horizontal atuante (V) na direção da diagonal (Consul Steel, 2002). As diagonais serão solicitadas ora à tração, ora à compressão, de acordo com o sentido da aplicação da força do vento (Figura 3.9).

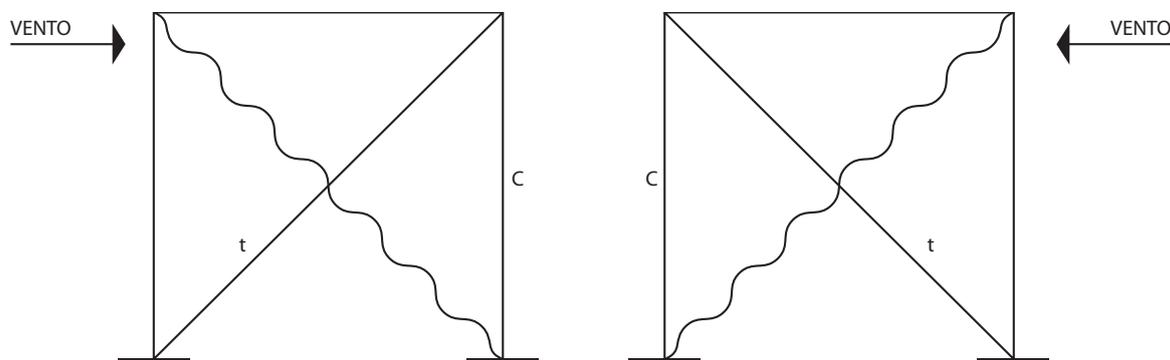


Figura 3.9 - Solicitação das diagonais de contraventamento (a partir de Dias, 1997)

O ângulo em que a fita é instalada influencia significativamente a capacidade do contraventamento de resistir aos carregamentos horizontais. Quanto menor for o ângulo formado entre a base do painel e a diagonal, menor será a tensão na fita metálica (Scharff, 1996). Para ângulos menores de 30° , a diagonal perde sua eficiência de evitar as deformações. Preferencialmente, para o melhor desempenho, a inclinação das diagonais deverá estar compreendida entre 30° e 60° (Consul Steel, 2002).

A fixação da diagonal no painel é feita por uma placa de aço galvanizado, que é aparafusada em montantes duplos, e, em coincidência com esses, deverá estar a ancoragem do painel, a fim de absorver os esforços transmitidos pelo contraventamento (Figura 3.10).

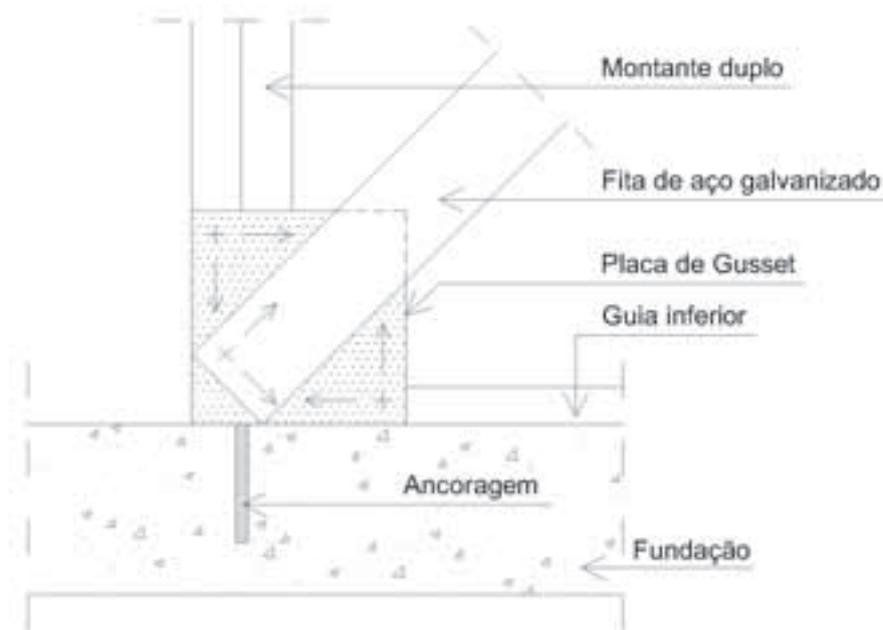


Figura 3.10 - Fixação das diagonais nos painéis por placa de Gusset

Nos painéis superiores, a ancoragem também é feita nos montantes que recebem a diagonal e os esforços são transmitidos para o painel imediatamente abaixo, que também deve estar devidamente ancorado e contraventado (Figura 3.11).

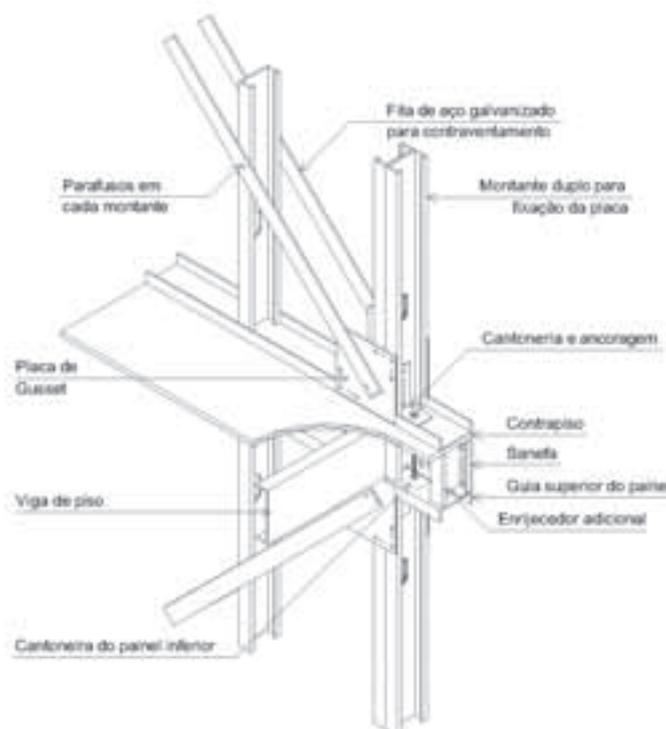


Figura 3.11 - Ancoragem de painel superior

Durante a instalação das fitas de aço galvanizado, é importante que elas sejam firmemente tensionadas, a fim de evitar folgas que comprometam sua eficiência na transmissão dos esforços e permitam a deformação dos painéis aos quais estão fixadas antes de as fitas começarem a atuar (Garner, 1996).

Para evitar o efeito de rotação que pode ocorrer nos montantes duplos onde estão fixadas as diagonais, deve-se prever a colocação do contraventamento nas duas faces do painel. O uso do contraventamento pode interferir na colocação de abertura de portas ou janelas nas fachadas. Às vezes, é necessário adotar um ângulo de inclinação grande da diagonal a fim de permitir a colocação de uma abertura no painel (Foto 3.4). No entanto, é preferível que no projeto sejam previstos painéis cegos para a colocação dos contraventamentos. Apesar de o uso da estrutura de piso, atuando como diafragma rígido, possibilitar que os contraventamentos sejam necessários em apenas alguns painéis, a interação entre os projetos de arquitetura e engenharia é imprescindível para que o calculista possa orientar sobre a melhor distribuição dos painéis contraventados.



Foto 3.4 - Painéis contraventados em função das aberturas em laboratório na Universidade Federal de Ouro Preto

Quando o uso do contraventamento em “X” não é o mais apropriado, devido ao projeto arquitetônico prever muitas aberturas em uma fachada, uma alternativa é o contraventamento em “K”. Esse sistema utiliza perfis Ue fixados entre os montantes, como mostrado na Foto 3.5.



Foto 3.5 - Contraventamento em "K" (Fonte: SCI)

Esses elementos agem tanto à tração como à compressão, e junto com os montantes adjacentes formam uma treliça vertical. As principais dificuldades nesse tipo de sistema são as condições de suas conexões, a necessidade de montantes adjacentes mais robustos em painéis a sota-vento e significativas excentricidades que podem ser geradas nos painéis. Por esses motivos, esse sistema só é usado quando o contraventamento em "X" não é possível (Davies, 1999).

48.1.3. TRAVAMENTO HORIZONTAL

A fim de aumentar a resistência do painel estrutural, fitas de aço galvanizado e os chamados bloqueadores compostos a partir de perfis Ue e U são conectados aos montantes, formando um sistema de travamento horizontal (Foto 3.7).



Foto 3.7 - Bloqueador e fita de aço galvanizado fixados ao painel para travamento horizontal

A fita metálica evita a rotação dos montantes quando sujeitos a carregamentos normais de compressão, além de diminuir o comprimento de flambagem dos mesmos (Pereira Jr., 2004). A fita metálica deve ser em aço galvanizado e ter, pelo menos, 38 mm de largura por 0,84 mm de espessura (Elhaji; Bielat, 2000). Deve ser instalada na horizontal, ao longo do painel, e seus extremos devem estar sujeitos a peças como montantes duplos ou triplos usados no encontro dos painéis (Figura 3.12). As fitas são aparafusadas em todos os montantes por meio de um parafuso, e devem ser fixadas em ambos os lados do painel. Devem estar localizadas a meia altura para painéis de até 2,50 m e a cada 1,00 m, aproximadamente, para painéis entre 2,75 m e 3,00 m (Elhaji; Bielat, 2000).

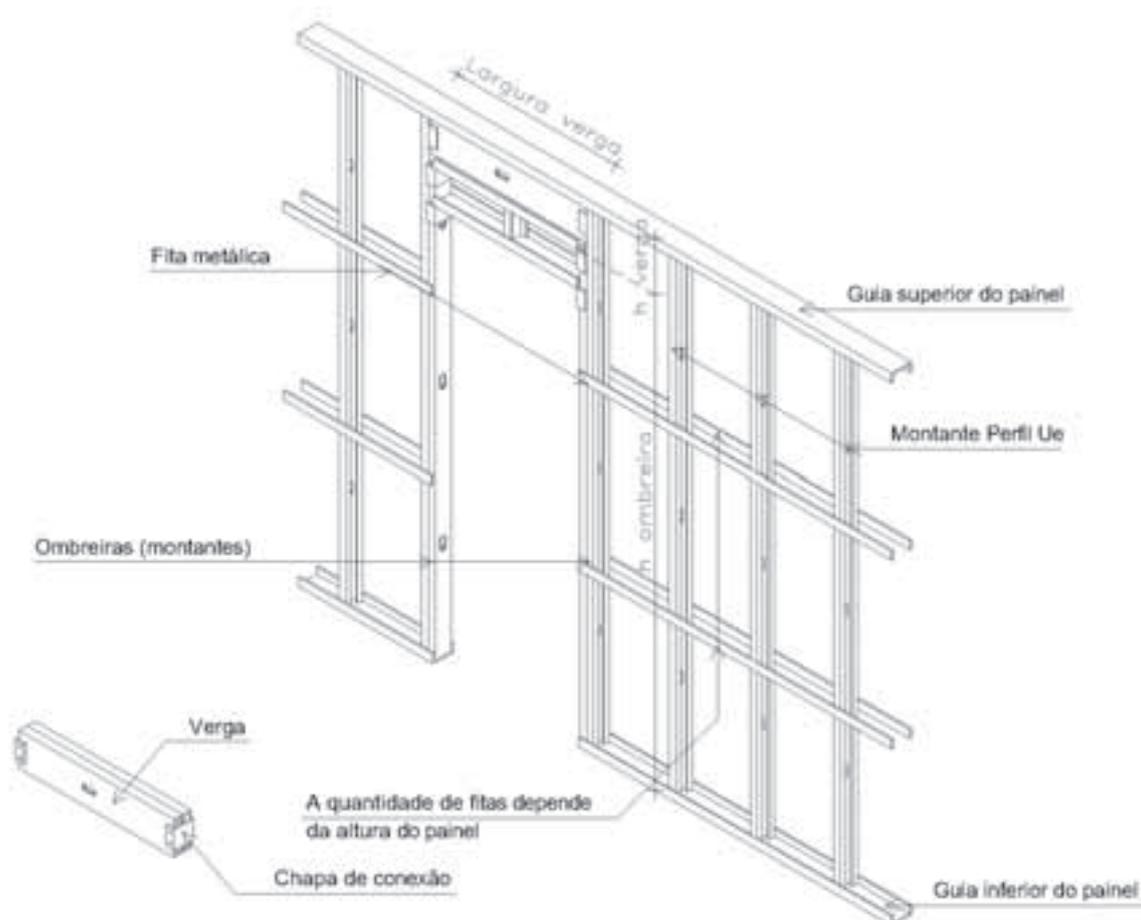


Figura 3.12 - Fita metálica para travamento de painel

Os bloqueadores têm a função de enrijecer o painel estrutural e são peças formadas por perfis Ue e U, posicionados entre os montantes. Um perfil U (guia) é cortado 20 cm maior que o vão; é dado um corte nas mesas a 10 cm de cada extremidade e, em seguida, os segmentos são dobrados em 90° para servir de conexão com os montantes, conforme Figura 3.13. Um perfil Ue (montante) é encaixado na peça cortada e ambos são aparafusados à fita metálica, sempre localizados nas extremidades do painel e a intervalos de 3,60 m (Elhajj; Bielat, 2000).

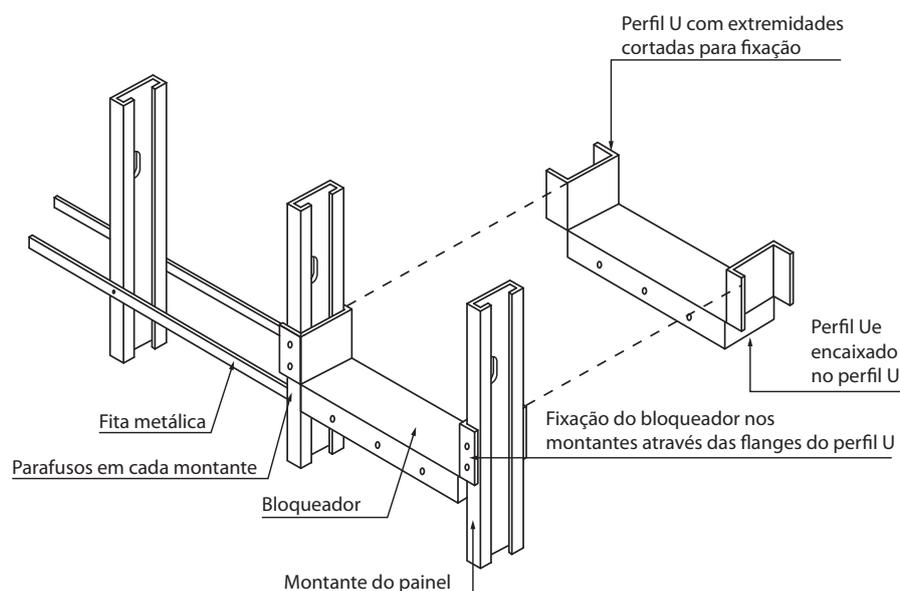


Figura 3.13 - Esquema de travamento horizontal do painel através de bloqueadores

Outra forma de fixar o bloqueador aos montantes é utilizar o perfil Ue cortado na largura do vão e conectá-lo aos montantes por meio de cantoneiras aparafusadas em ambas as peças, como aparece na Figura 3.19 (Scharff, 1996).

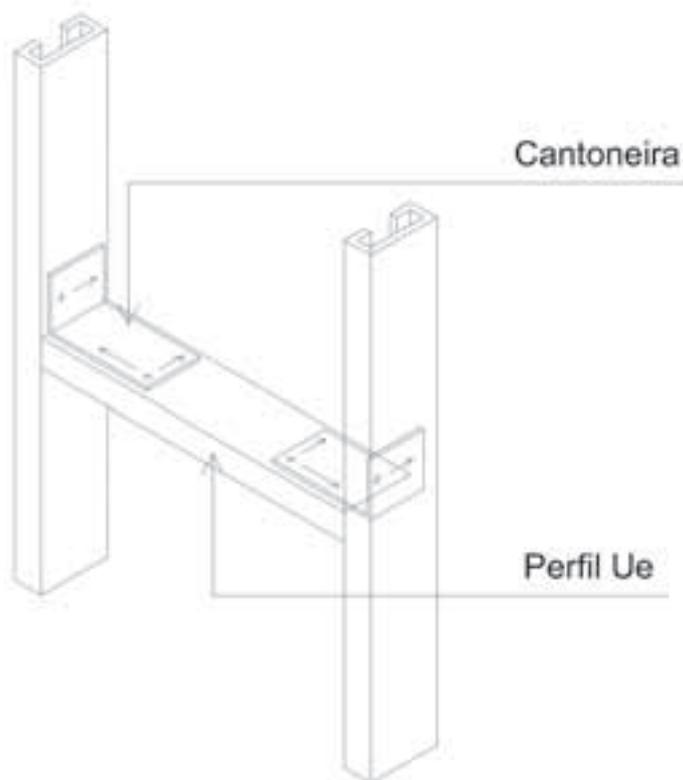


Figura 3.19 - Esquema de fixação de bloqueador através de cantoneiras

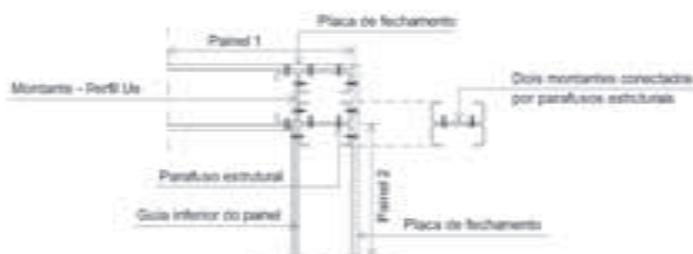
48.1.4. ENCONTRO DE PAINÉIS

No encontro de painéis estruturais, várias soluções construtivas são possíveis, variando de acordo com o número de painéis que se unem e do ângulo entre eles. É importante sempre garantir a rigidez do sistema, a resistência aos esforços e a economia de material, e prover uma superfície para a fixação das placas de fechamento interno ou externo. Peças pré-montadas podem ser utilizadas para facilitar a montagem desses encontros, mas basicamente a união dos painéis se dá por montantes conectados entre si por meio de parafusos estruturais, também conhecidos como parafusos sextavados. As principais configurações no encontro de painéis são:

a) Ligação de dois painéis de canto

- União de dois montantes:

a)



b)

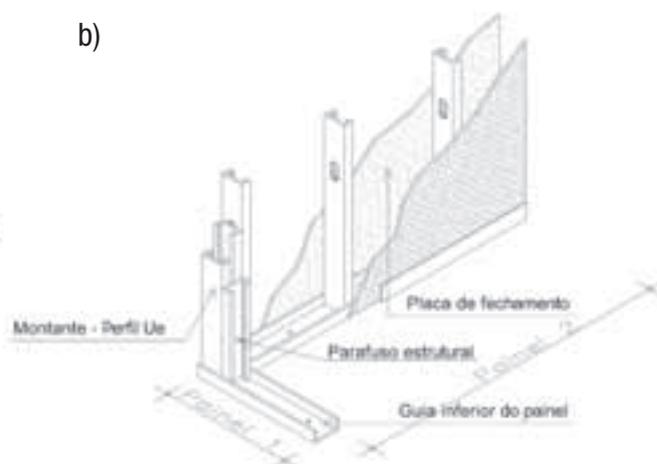


Figura 3.20 - União de dois montantes pela alma: a) planta b) perspectiva

- União de três montantes (Scharff, 1996):

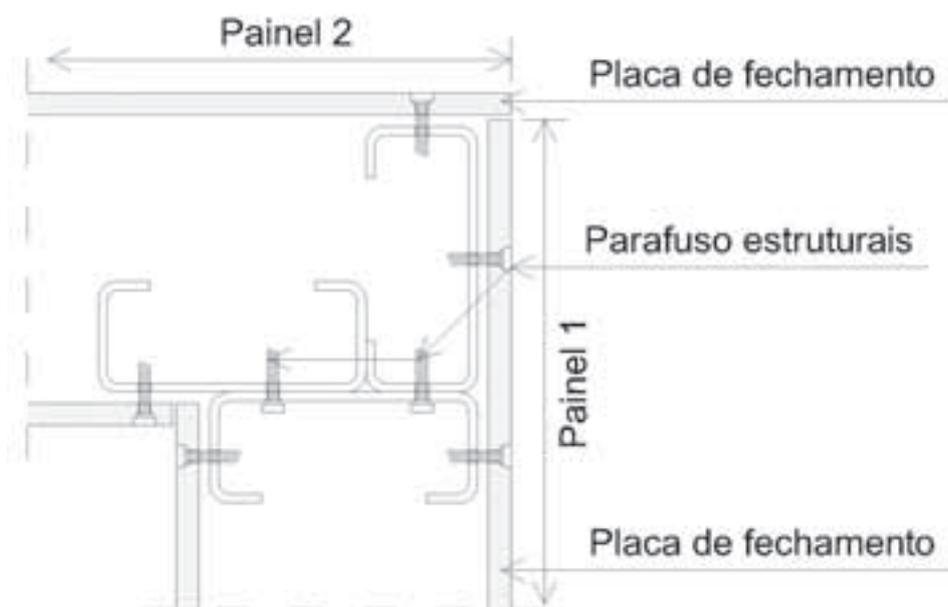


Figura 3.21 - União de três montantes

Em ambos os casos ilustrados nas figuras anteriores, a guia superior de um dos painéis que se encontram deve ser mais longa 75 mm do que o comprimento da parede, para que seja fixada sobre a guia superior do outro painel, aumentando a rigidez do conjunto. As mesas dessa saliência são cortadas e dobradas, conforme mostra a Figura 3.22 (Garner, 1996):

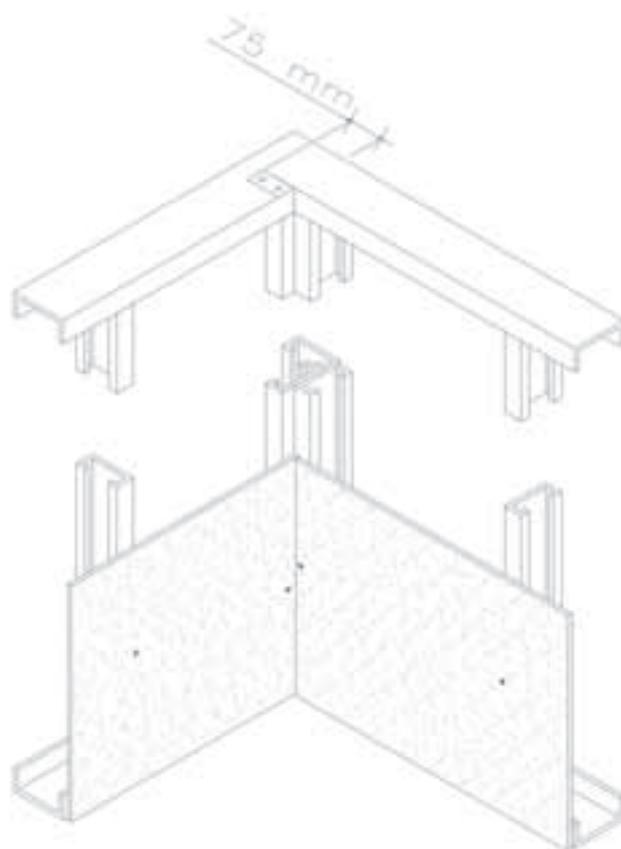


Figura 3.22 - Fixação de painéis de canto

b) Ligação de dois painéis formando um “T”

Quando a extremidade de um painel é conectada perpendicularmente a outro painel, gerando uma união em “T”. O painel 1, que recebe o painel perpendicular, deve ser contínuo sem emendas na guia superior ou inferior no local de união com o painel 2:

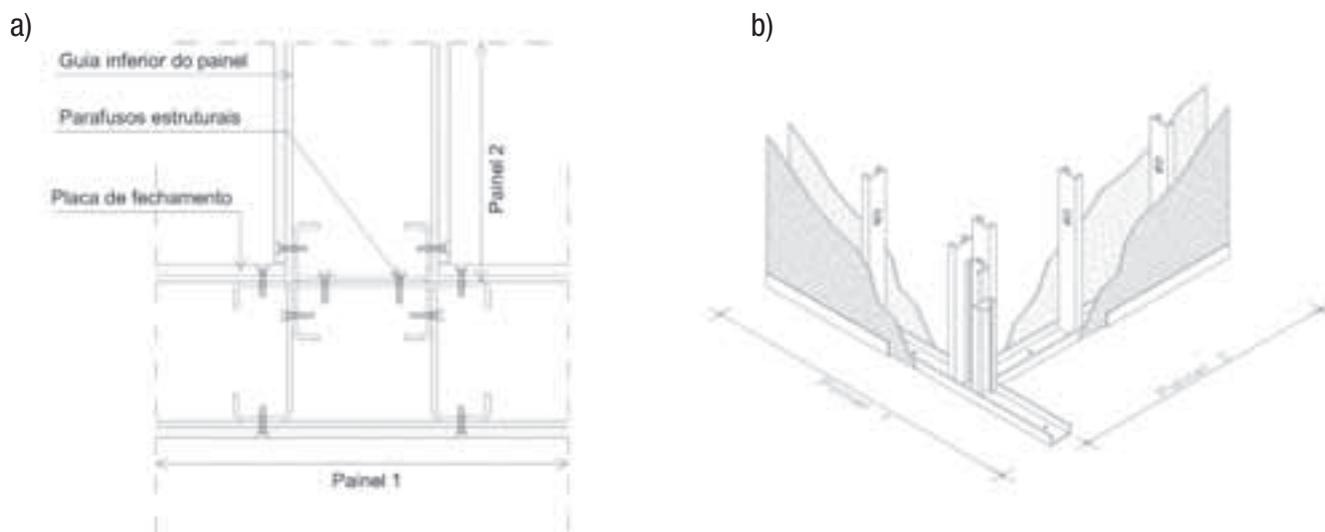


Figura 3.23 - Ligação de dois painéis formando um “T”: a) planta b) perspectiva

c) Ligação de três painéis

Quando as extremidades de dois painéis são conectadas a outro painel perpendicular, gerando uma união cruzada. O painel perpendicular deve ser contínuo sem emendas na guia superior ou inferior na união com as outras paredes. Essa ligação pode ser feita como mostra a figura a seguir:

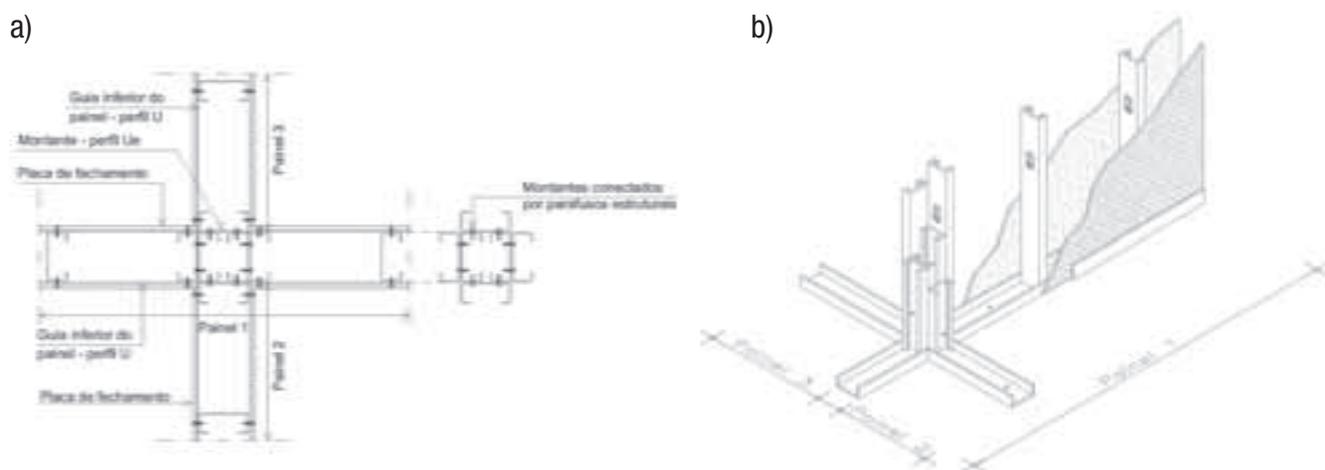


Figura 3.24 - Encontro de três painéis: a) planta b) perspectiva

48.1.5. EMENDA DE GUIA

Quando ocorrer de a guia não ter o comprimento necessário ao painel, podem ser unidas duas guias por meio de um perfil Ue, o mesmo usado nos montantes, encaixado dentro das guias e aparafusado em ambas pelas mesas, conforme Figura 3.25. O comprimento do perfil Ue deve ser de, no mínimo, 15 cm (Elhaajj; Bielat, 2000) e essa emenda deve ocorrer sempre entre dois montantes.

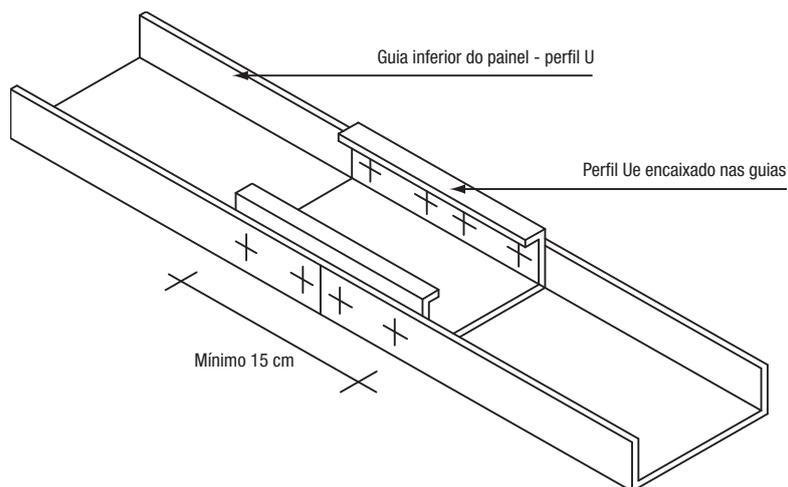


Figura 3.25 - Emenda de perfil guia

48.2. PAINÉIS NÃO ESTRUTURAIS

Painéis não estruturais são aqueles que não suportam o carregamento da estrutura, mas apenas o peso próprio dos componentes que os constituem. Têm a função de fechamento externo e divisória interna nas edificações.

Quando se trata de divisórias internas, pode ser utilizado o sistema de gesso acartonado ou drywall, em que as seções dos perfis de montantes e guias possuem menores espessuras e dimensões. Porém, nas divisórias externas, devido ao peso dos componentes de fechamento e revestimento, é recomendável utilizar os mesmos perfis que constituem os painéis estruturais.

A solução para aberturas de portas e janelas em um painel não estrutural é bem mais simples, pois como não há cargas verticais a suportar, não há necessidade do uso de vergas e, conseqüentemente, de ombreiras.

Dessa forma, a delimitação lateral do vão é dada por um único montante, no qual será fixado o marco da abertura. Em alguns casos, para dar maior rigidez à mesma, poderá optar-se por colocar montantes duplos nessa posição, ou um perfil caixa formado a partir do encaixe de um montante e um guia.

O acabamento superior e inferior das aberturas é definido similarmente ao dos painéis estruturais, utilizando a guia de abertura. As figuras a seguir apresentam a conformação de um painel não estrutural:

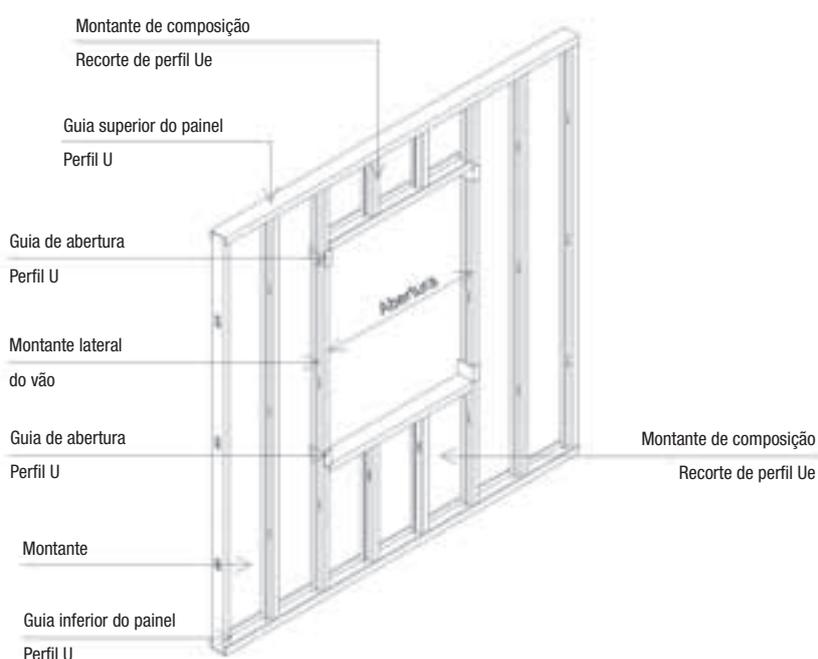


Figura 3.26 - Desenho esquemático de painel não estrutural com abertura

48.3. PAREDES CURVAS, ARCOS E FORMAS ATÍPICAS

Painéis estruturais e não estruturais podem ser conformados em uma variedade de superfícies curvas (Foto 3.11) e aberturas em arco.



Foto 3.11 - Residência em São Paulo - SP (Wall Tech)

Para a construção de paredes curvas, é necessário que as guias superior e inferior do painel tenham a mesa da face externa e a alma cortados a intervalos de aproximadamente 5 cm em todo o comprimento do arco (Scharff, 1996). Assim, é possível curvar as guias uniformemente até obter o raio desejado. Porém, as curvas não devem ser muito fechadas. Para manter o raio da curvatura e reforçar a guia, uma fita de aço galvanizado deve ser fixada na face externa da mesa da guia, através de parafusos ou “clinchings”, conforme mostra a Figura 3.27. Só depois deverão ser fixados os montantes. Em relação ao painel, o mais adequado é que ele seja montado no local pelo método “stick”, ou seja: primeiro, fixam-se as guias inferior e superior no piso e na laje, respectivamente, na conformação da curva e colocam-se os montantes no espaçamento de acordo com o cálculo estrutural.



Figura 3.27 - Método para curvatura de perfis U

Aberturas em forma de arco podem ser construídas de um painel estrutural ou não estrutural, onde um perfil U tem ambas as mesas cortadas de modo a possibilitar a flexão do perfil no raio ou curvatura exigida no projeto. Mãos-francesas são fixadas na verga ou guia de abertura e nas ombreiras para possibilitar a fixação do perfil, como mostra a Figura 3.28.

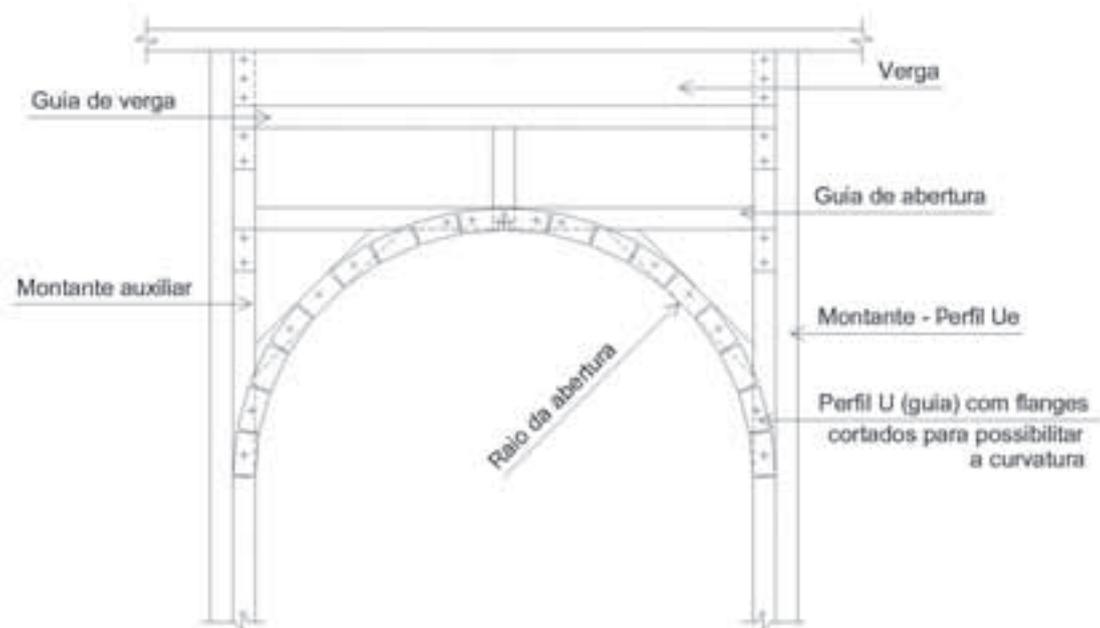


Figura 3.28 - Método para construção de aberturas em arco

Devido à sua versatilidade, projetos em Light Steel Framing possibilitam diversas formas arquitetônicas. Cabe ao arquiteto interagir com o profissional responsável pelo cálculo para que soluções estruturais concretizem as propostas do projeto.



Foto 3.13 - Painéis apresentando diversas formas curvas (Fonte: <http://www.aegismetalframing.com>)

49. LAJES

Como mencionado anteriormente, a estrutura de piso em Light Steel Framing (Figura 4.1) emprega o mesmo princípio dos painéis, ou seja, perfis galvanizados cuja separação equidistante dos elementos estruturais ou modulação é determinada pelas cargas a que cada perfil está submetido. Essa modulação, na maioria dos casos, é a mesma para toda a estrutura: painéis, lajes e telhados.

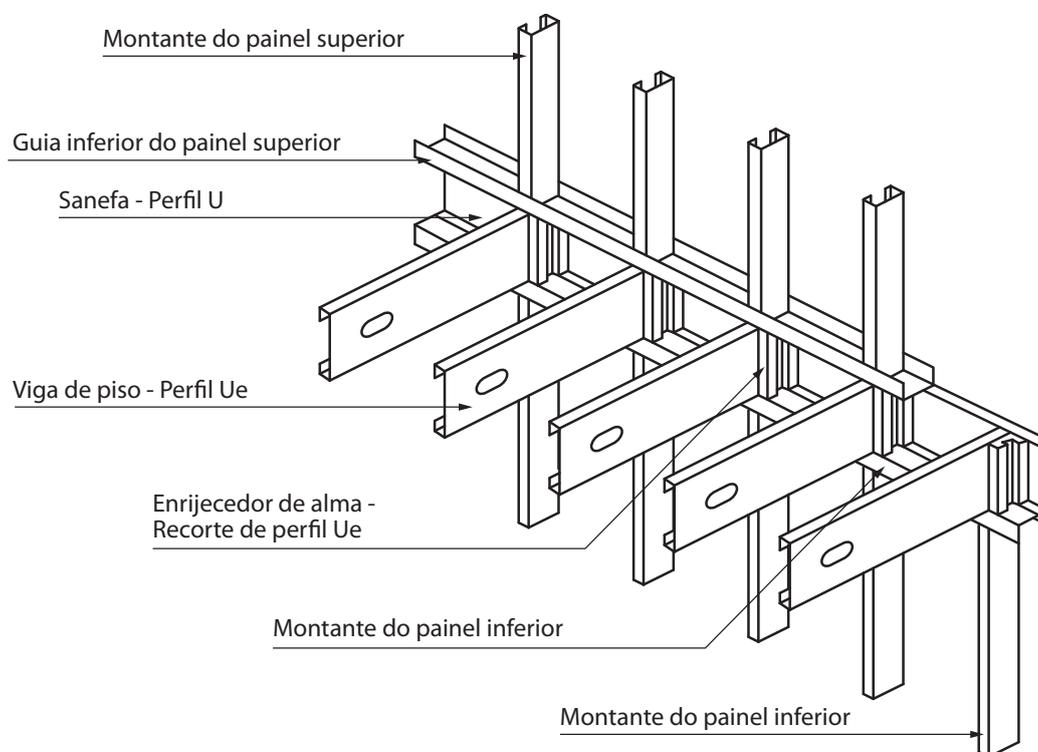


Figura 4.1 - Estrutura de piso em Light Steel Framing

Esses perfis, denominados vigas de piso (Foto 4.1), utilizam perfis de seção Ue, dispostos na horizontal, cujas mesas, normalmente, têm as mesmas dimensões das mesas dos montantes; a altura da alma, porém, é determinada por vários fatores, entre eles, a modulação da estrutura e o vão entre os apoios. Assim, a disposição das vigas de piso deve gerar a menor distância entre os apoios, resultando em perfis de menor altura.



Foto 4.1 - Vigas de piso

Os perfis devem ser suficientemente resistentes e enrijecidos para suportar as cargas e evitar deformações acima das exigidas por norma. Portanto, não é recomendável cortar a mesa de um perfil que atua como viga. Perfurações executadas nas almas das vigas para passagem de tubulações, quando excederem as dimensões dos furos já existentes nos perfis (conhecidos por “punch”), devem ser previstas pelo projeto estrutural.

As vigas de piso são responsáveis pela transmissão das cargas a que estão sujeitas (peso próprio da laje, pessoas, mobiliário, equipamentos etc.) para os painéis; e também servem de estrutura de apoio do contrapiso. Estes, quando estruturais, podem trabalhar como diafragma horizontal, desde que devidamente conectados às vigas de piso, uma vez que a resistência e o espaçamento das ligações (parafusos) definem a capacidade de o mesmo ser considerado um diafragma (Elhajj; Crandell, 1999).

Os carregamentos relativos às divisórias internas não portantes podem ser suportados por vigas de piso isoladas, devidamente dimensionadas, ou pela estrutura do piso em conjunto, conforme o cálculo estrutural. Já painéis estruturais devem ser apoiados diretamente sobre outros painéis estruturais ou vigas principais (Grubb; Lawson, 1997).

Além das vigas de piso, outros elementos são essenciais na constituição de uma laje em um sistema Light Steel Framing, como representado nas figuras 4.1 e 4.2.

- Sanefa ou guia: perfil U que fixa as extremidades das vigas para dar forma à estrutura;
- Enrijecedor de alma: recorte de perfil Ue, geralmente montante, que, fixado através de sua alma à alma da viga no apoio da mesma, aumenta a resistência no local, evitando o esmagamento da alma da viga. Também pode ser chamado de enrijecedor de apoio;
- Viga caixa de borda: formada pela união de perfis U e Ue encaixados, possibilita a borda da laje paralela às vigas, principalmente quando ocorre de servir de apoio a um painel;
- Viga composta: combinação de perfis U e Ue a fim de aumentar a resistência da viga. Pode ser utilizada no perímetro de uma abertura na laje, como, por exemplo, para permitir o acesso através de uma escada, servindo de apoio para as vigas interrompidas.

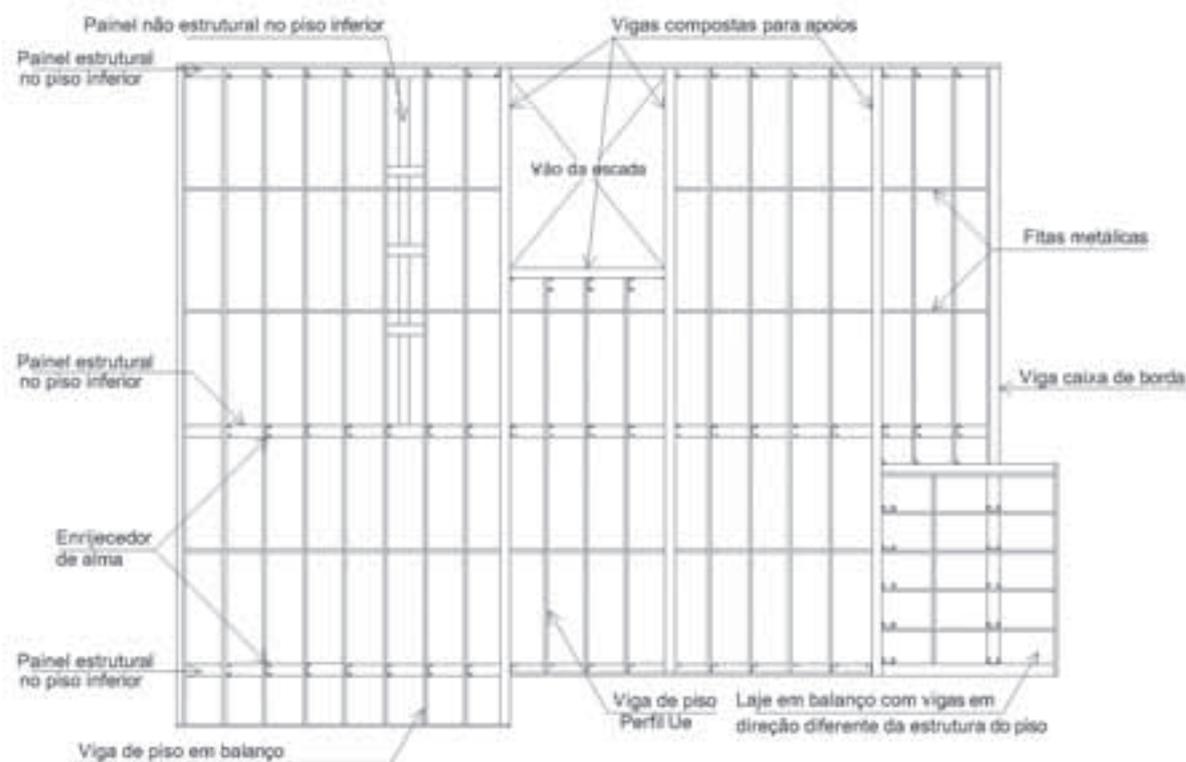


Figura 4.2 - Planta de estrutura de piso em Light Steel Framing

49.1. TIPOS DE LAJE

De acordo com a natureza do contrapiso, a laje pode ser do tipo úmida, quando se utiliza uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas e preenchida com concreto que serve de base ao contrapiso, ou pode ser do tipo seca, quando os painéis **Masterboard** são aparafusados à estrutura do piso.

a) Laje úmida

A laje úmida é composta basicamente por uma chapa ondulada de aço (Foto 4.3), que serve de forma para o concreto e é aparafusada às vigas de piso, e uma camada de 4 a 6 cm de concreto simples, que formará a superfície do contrapiso.



Foto 4.3 - Forma de aço para contrapiso úmido

O contrapiso de concreto serve como base para a colocação do acabamento de piso que pode ser de cerâmica, madeira, pedra, laminado etc. Para evitar fissuras de retração durante a cura do concreto, é necessário o emprego de uma armadura em tela soldada colocada antes da concretagem.

A laje úmida não deve ser confundida com a forma de aço incorporada, também conhecida como “steel deck”, já que esta funciona como um elemento misto e necessita de menor quantidade de apoios.

Para obter um conforto acústico adequado, deve-se empregar um material de isolamento entre a forma de aço e o concreto. A forma mais comum é a colocação de painéis de lã de vidro compactada sobre a chapa de aço protegidos por um filme de polietileno para evitar a umidificação da lã de vidro durante a concretagem.

Antes da colocação da chapa de aço, deve-se fixar em toda a borda do piso um perfil galvanizado tipo cantoneira, a fim de servir de forma lateral para o concreto. A Figura 4.5 mostra o esquema de uma laje úmida:

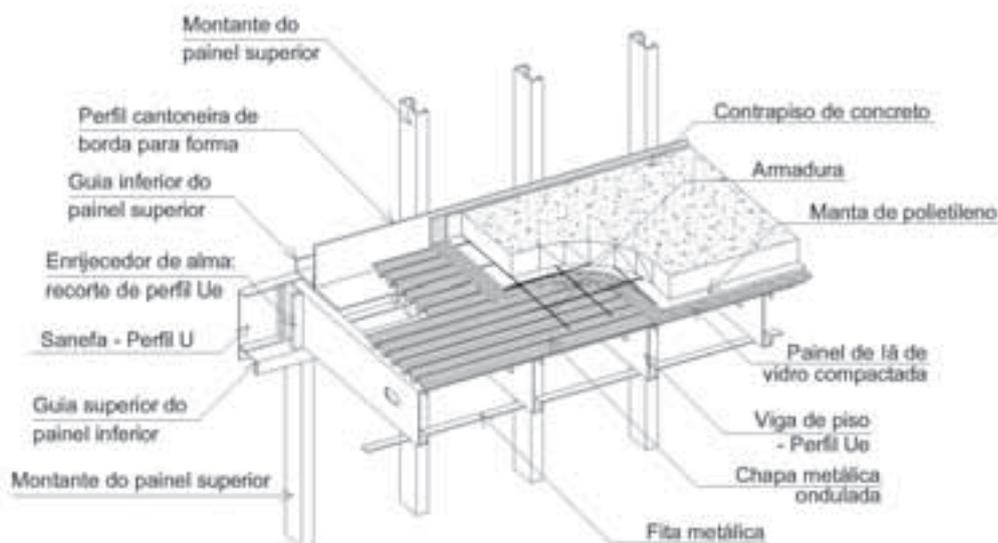


Figura 4.5 - Desenho esquemático de laje úmida

b) Laje seca

A laje seca consiste no uso de painéis **Masterboard** aparafusados às vigas de piso, que servem como contrapiso, podendo desempenhar a função de diafragma horizontal, conforme Figura 4.4.



Foto 4.4 - Painéis **Masterboard** utilizados para laje seca (Fonte: Flasan)

Para áreas molhadas, como banheiros, cozinhas, áreas de serviço e outras, é necessário fazer a impermeabilização dos painéis com manta asfáltica ou outros sistemas de impermeabilização consagrados que garantam total isolamento do **Masterboard** da mesma forma que em uma laje convencional.

Para reduzir o nível de ruído que pode ser gerado na utilização normal do piso entre um pavimento e outro, é recomendada a colocação de lã de vidro entre as vigas e o uso de uma manta de polietileno expandido entre o contrapiso e a estrutura.

As principais vantagens do uso da laje seca seriam a menor carga por peso próprio, uma construção a seco sem a necessidade do uso de água na obra e a maior velocidade de execução. A Figura 4.6 mostra o corte esquemático de uma laje seca:

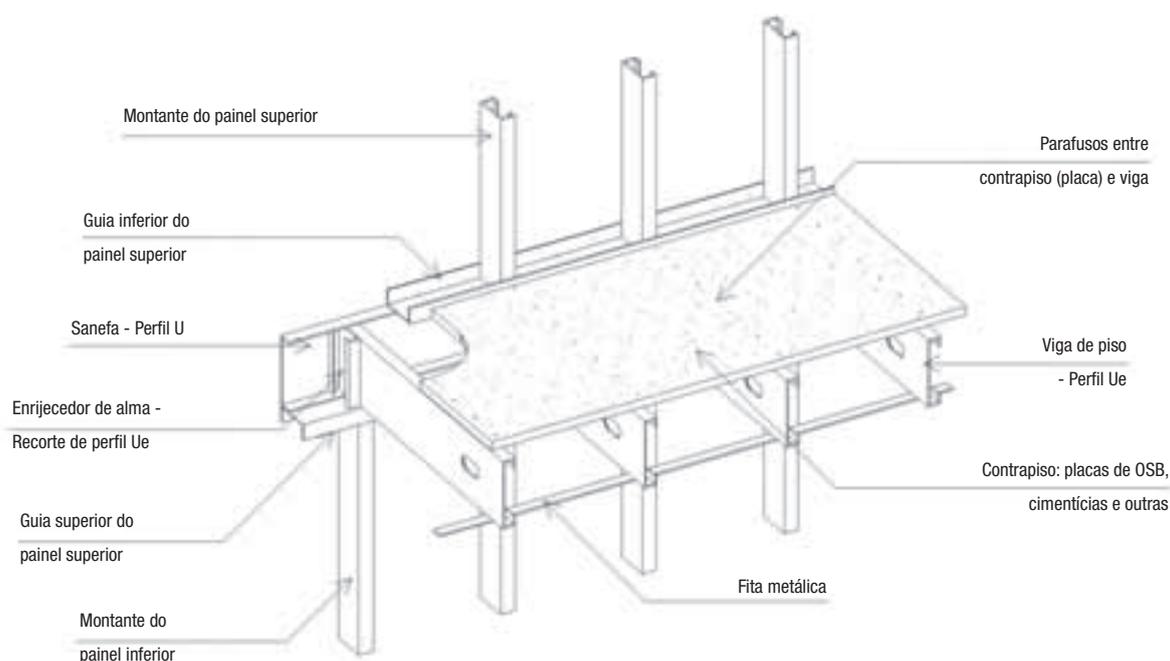


Figura 4.6 - Desenho esquemático de laje seca com painel **Masterboard**

Alguns construtores acham mais produtivo montar os painéis estruturais do pavimento superior sobre o contrapiso da laje, seja ela seca ou úmida. Porém, a bibliografia recomenda que os painéis portantes sejam montados diretamente sobre a estrutura do piso, para que os montantes do painel superior façam contato direto com as vigas de piso como forma de garantir a correta transmissão axial dos esforços entre os componentes da estrutura e evitar deformações relativas à falta de nivelamento ou precisão dimensional dos elementos que formam o contrapiso.

49.2. VIGAMENTO DE PISO

De maneira geral, as vigas de piso que formam a laje se apoiam nos montantes e suas almas, estando em coincidência, dão origem ao conceito de estrutura alinhada (Foto 4.6).



Foto 4.6 - Vigas de piso apoiadas em montantes de painéis do pavimento térreo

Porém, existem situações em que outros elementos estruturais funcionam como apoio. Uma laje em Light Steel Framing pode se apoiar em uma estrutura tradicional (alvenaria ou concreto) já existente (Figura 4.7) ou em construções cujas fundações sejam do tipo sapata corrida, em que a laje do térreo se apoia diretamente na fundação (Figura 4.8).

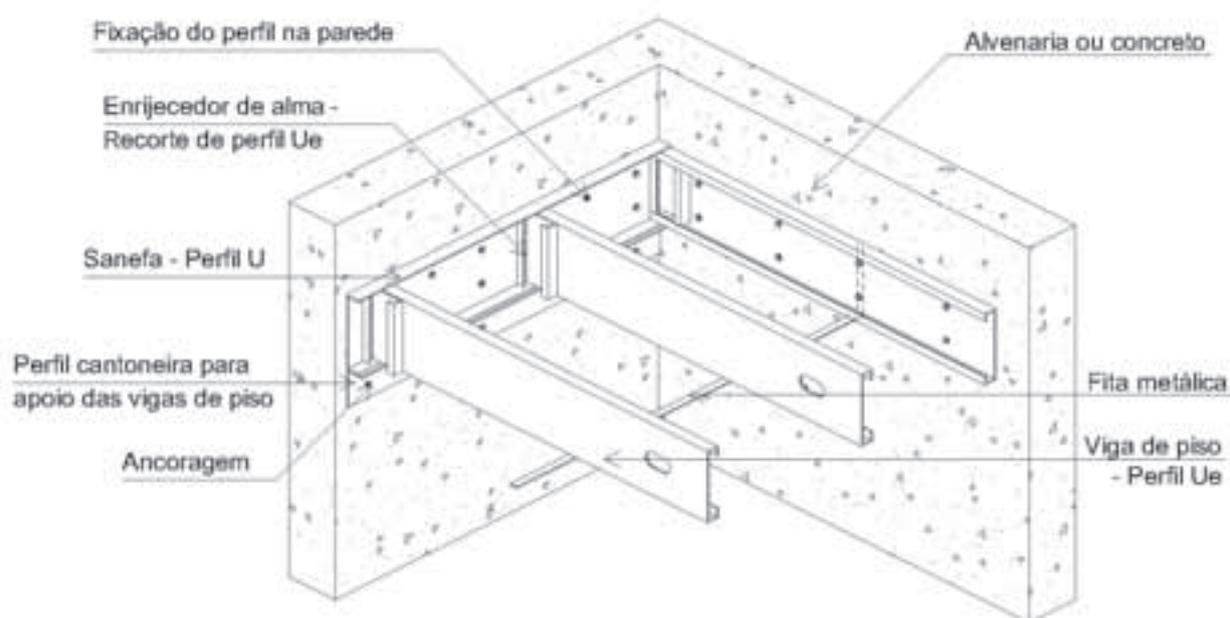


Figura 4.7 - Laje em Light Steel Framing apoiada sobre estrutura tradicional

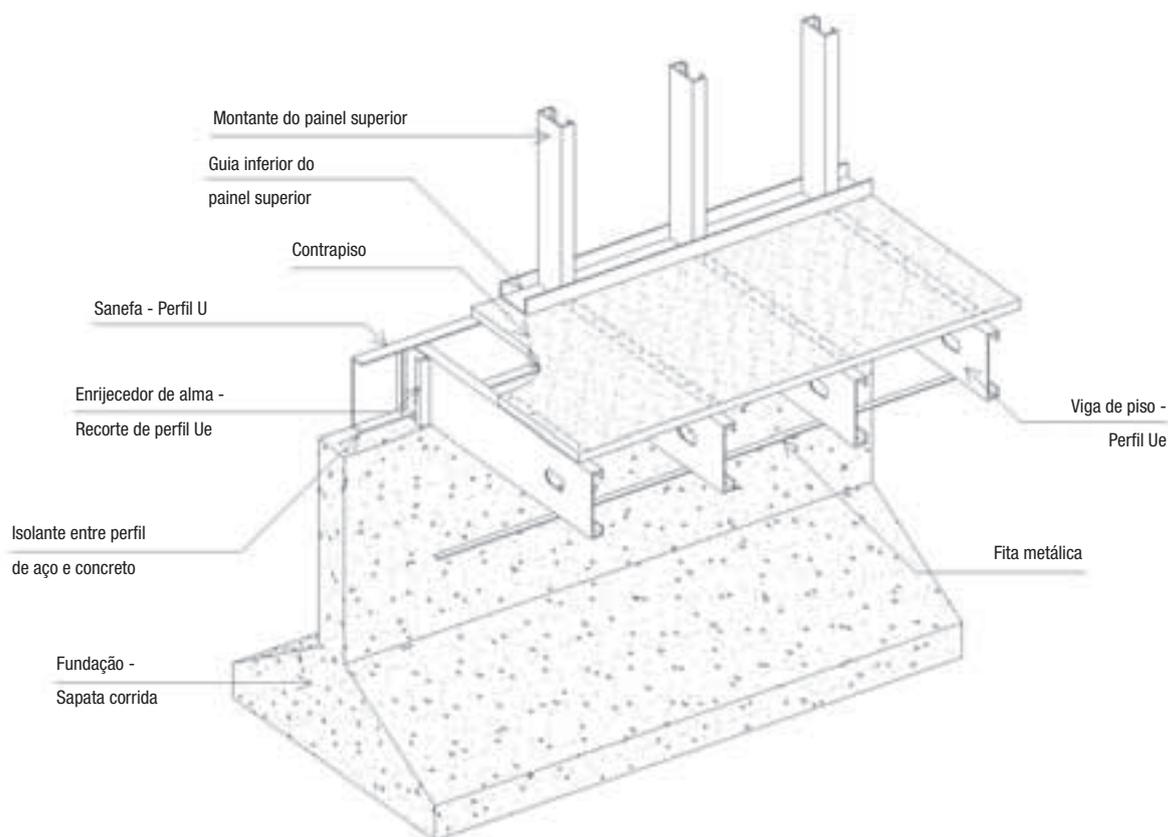


Figura 4.8 - Laje em Light Steel Framing apoiada sobre fundação tipo sapata corrida

Lajes em balanço, devido à ausência de apoio em uma das extremidades das vigas, necessitam de reforços especiais na estrutura, e dois casos podem ser considerados. No primeiro, as vigas da laje em balanço têm a mesma direção das vigas de piso, então elas constituem um prolongamento da estrutura de piso (Figura 4.9). Porém, o segmento em balanço deve ter, no máximo, metade do comprimento do segmento das vigas que estão entre os apoios.

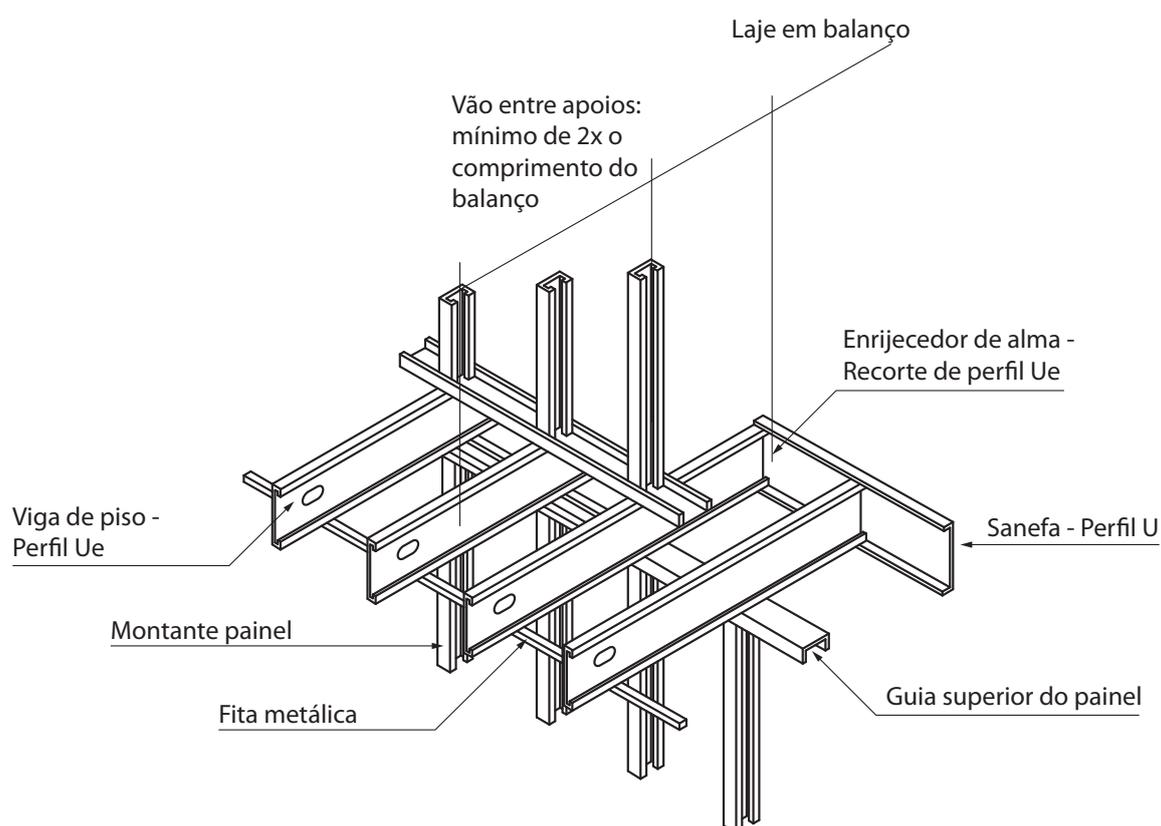


Figura 4.9 - Laje em balanço

No segundo caso, quando as vigas da laje em balanço não têm a mesma direção das vigas da estrutura do piso, é necessário prover uma nova estrutura para suportar as vigas que formarão o balanço (Figura 4.10). Para isso, da mesma forma como no 1º caso, as vigas devem ter pelo menos o dobro do comprimento do balanço, prolongando-se para dentro da construção, e estar entre apoios. Um desses apoios pode ser uma viga de piso reforçada, segundo cálculo, cujas conexões são semelhantes às descritas posteriormente neste tópico para as chamadas vigas principais. As vigas de piso que forem interrompidas podem ser apoiadas nas vigas do balanço, desde que estas estejam devidamente reforçadas.

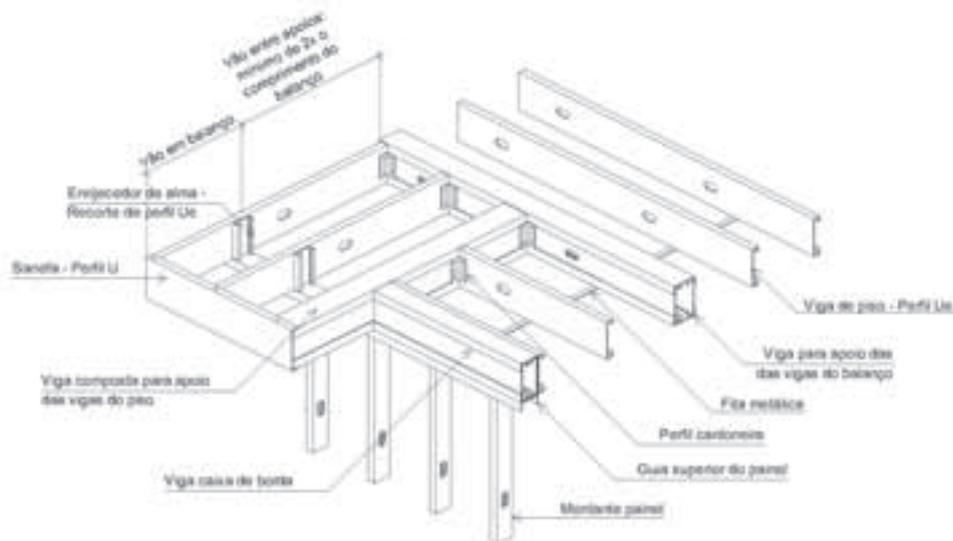


Figura 4.10 - Laje em balanço

Quando houver a necessidade de diferença de nível entre a laje de piso e a laje em balanço, como pode ocorrer com varandas e áreas externas, para as lajes do tipo úmidas, isso pode ser resolvido variando a espessura do contrapiso de concreto.

Para a laje seca, o desnível é conseguido mediante o uso de perfis de menor altura para a estrutura do piso em balanço. Esses perfis devem ser fixados às vigas do piso, transpassando a guia ou soleira através de cortes em sua alma, e seu comprimento deve ter também o dobro do comprimento do segmento que forma o balanço, conforme mostra a Figura 4.11.

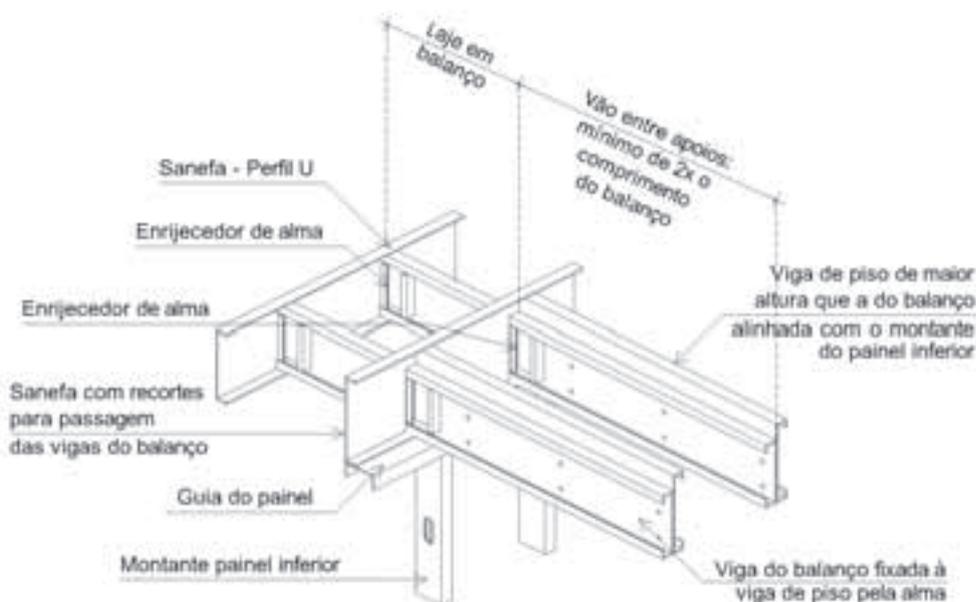


Figura 4.11 - Laje em balanço com contrapiso em níveis diferentes

Deve-se ter atenção especial em se reproduzir o mais fielmente possível as condições de apoio que foram supostas no projeto estrutural, como também a adequada fixação das vigas, a fim de garantir a transferência dos carregamentos que atuam sobre a laje aos apoios e, conseqüentemente, às fundações (Scharff, 1996).

Nos casos em que a modulação das vigas de piso não coincidir com a dos painéis, deve-se colocar uma viga composta capaz de distribuir as cargas uniformemente aos montantes, conforme mostra a Figura 4.12.

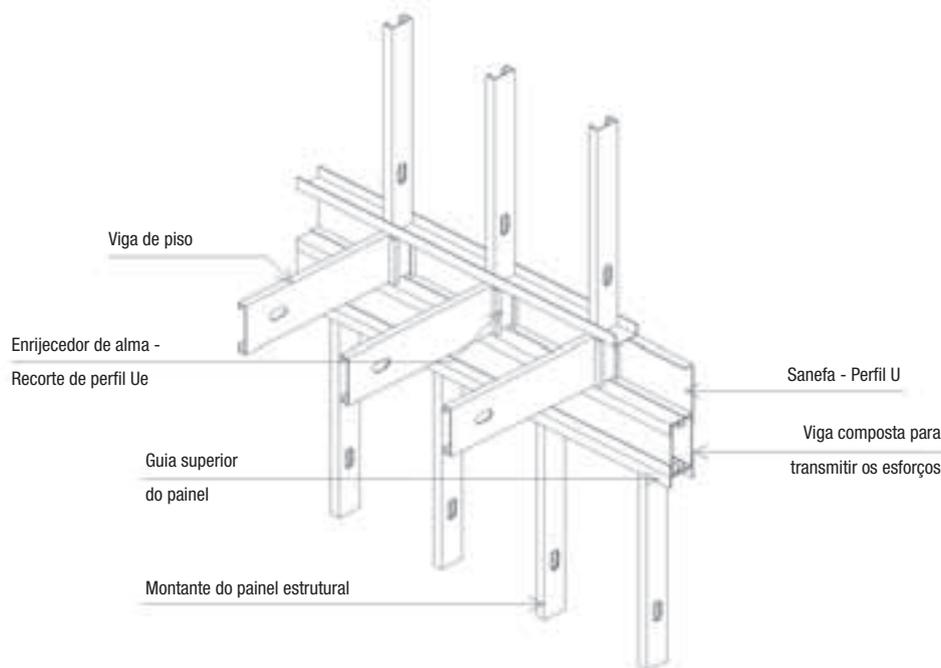


Figura 4.12 - Viga de distribuição da carga do piso para os montantes

Deve-se sempre considerar a altura das vigas de piso no seu projeto, para que elas não interfiram na altura final ou pé-direito dos ambientes. A altura final da laje de piso é determinada pela altura do perfil (medida externa entre as mesas) mais o contrapiso, que varia de acordo com o uso da laje seca ou úmida.

Vários fatores contribuem para a escolha de um determinado perfil ou de uma solução estrutural: carga de utilização da edificação, comprimento do vão, modulação do projeto estrutural, apoios intermediários, comprimento das vigas de piso etc. Normalmente, para aplicações residenciais, são recomendados vãos de até 4,0 m, para o uso de perfis Ue 200 x 40 x 0,95, isto é, perfis com altura da alma de 200 mm, mesa de 40 mm e espessura 0,95 mm.

Para vãos maiores, quando exigências de projeto e layout não permitem o uso de painéis intermediários de apoio, as vigas de piso podem ser reforçadas através da combinação com outros perfis, formando vigas tipo caixa, ou, ainda, pode ser utilizada uma viga principal, onde as vigas de piso são apoiadas. Essa viga principal é feita a partir da combinação de dois ou mais perfis, dependendo da solicitação que deve resistir, formando uma viga caixa, conforme mostra a Figura 4.13:

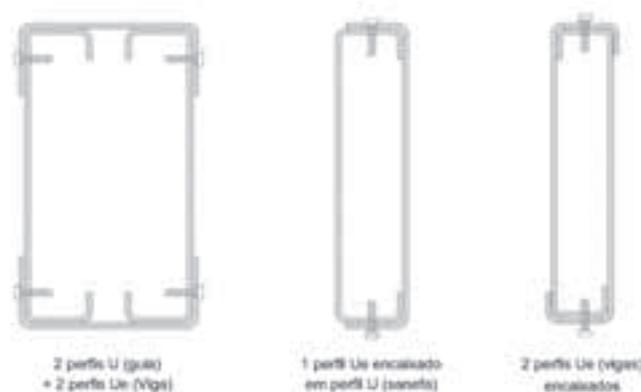


Figura 4.13 - Vigas compostas para aumentar a resistência

A viga principal pode estar sob as vigas de piso ou, quando houver uma limitação na altura do pé-direito, elas podem apoiar-se no mesmo nível através de conexões, utilizando peças como cantoneiras ou suportes (Figura 4.14).

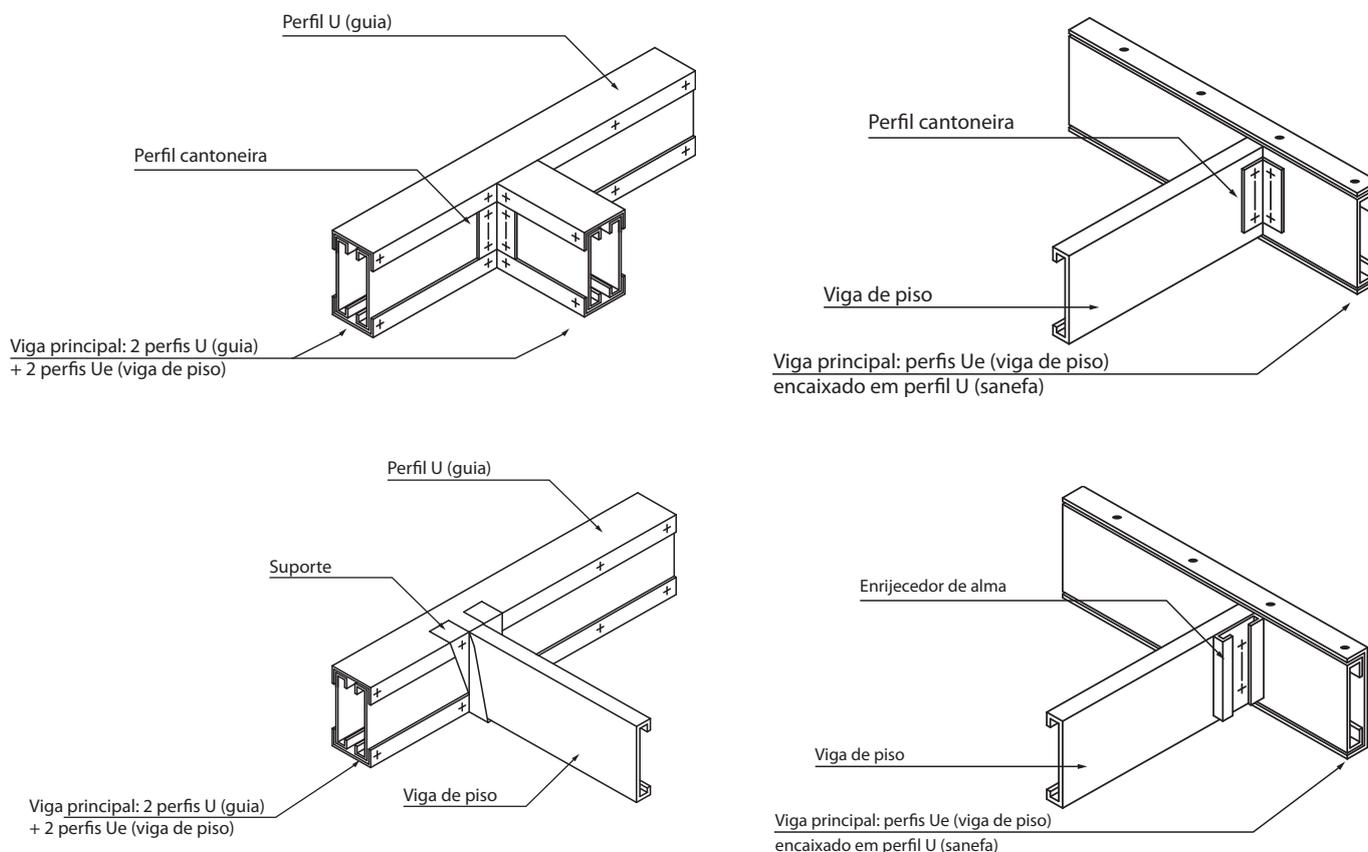


Figura 4.14 - Tipos de vigas principais para apoio de vigas de piso

Vigas de aço soldadas ou laminadas também podem ser empregadas no suporte das vigas de piso, conforme mostra a Foto 4.7, porém deve-se ter especial atenção na proteção das peças em contato para evitar corrosão.



Foto 4.7 - Vigas de piso apoiadas sobre viga principal em aço (Fonte: <http://www.aegismetallframing.com>)

Quando é necessário o uso de uma viga contínua, cujo comprimento fica limitado às condições de transporte (normalmente são transportados perfis de até 6 m), pode-se unir dois perfis utilizando um segmento do mesmo perfil conectado à alma das vigas (Figura 4.16). O comprimento desse segmento que funciona como uma emenda depende das tensões atuantes no local.

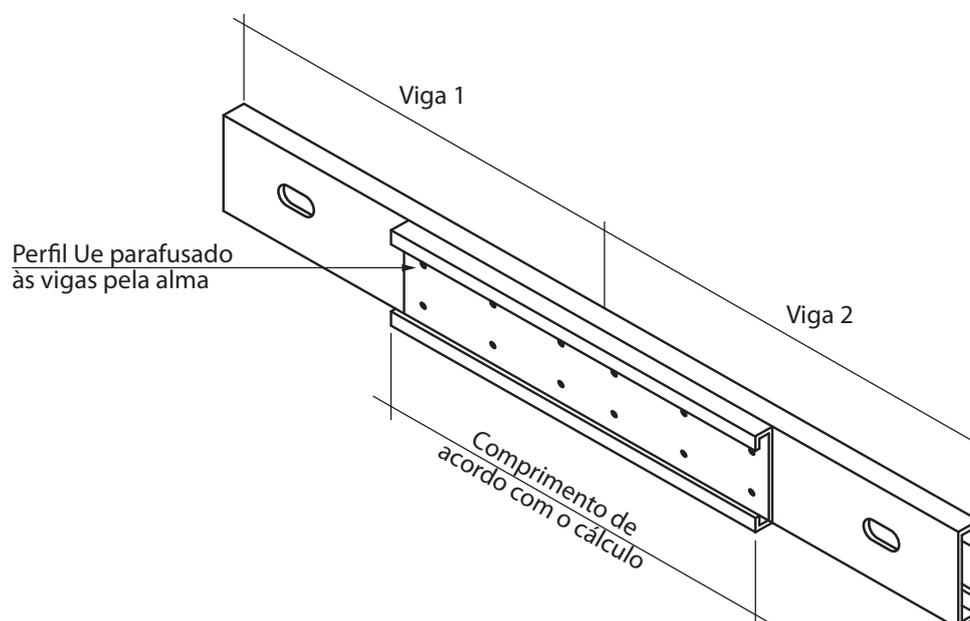


Figura 4.16 - Emenda de viga de piso

49.3. TRAVAMENTO HORIZONTAL

O travamento horizontal da estrutura de piso (Foto 4.8) é um recurso para evitar fenômenos como flambagem lateral por torção, deslocamento e vibração nas vigas de piso. Enrijecer o sistema reduz os esforços nas vigas e distribui melhor o carregamento (Scharff, 1996).



Foto 4.8 - Travamento horizontal da laje de piso por meio de bloqueadores e fitas metálicas

Segundo Elhadj e Bielat (2000), normalmente são empregados os seguintes tipos de travamento:

- **Bloqueador:** consiste em usar um perfil Ue de mesmas características das vigas de piso, entre estas, conectado através de cantoneiras (Figura 4.17), ou de um corte no próprio perfil, de forma que se possibilite o aparafusamento deste nas vigas, similar ao procedimento utilizado nos painéis. Os bloqueadores devem estar localizados sempre nas extremidades da laje e também espaçados a pelo menos 3,60 m, coincidindo sua mesa com as fitas de aço galvanizado, onde são ligados por meio de parafusos.

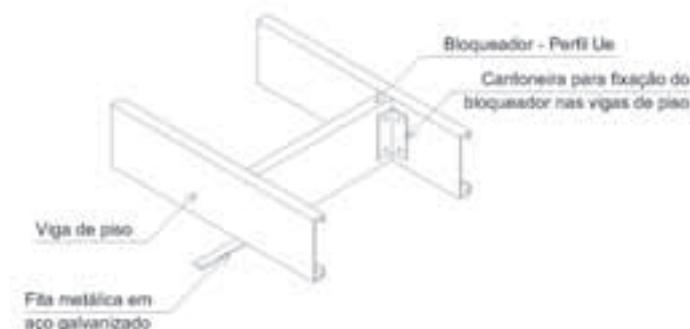


Figura 4.17 - Bloqueador

- **Fita de aço galvanizado:** usado em conjunto com o bloqueador, consiste em conectar uma fita em aço galvanizado perpendicularmente às mesas inferiores das vigas de piso, já que, nas mesas superiores, o contrapiso já possibilita esse travamento.

49.4. ESCADAS

Estruturas de escadas em Light Steel Framing são construídas pela combinação de perfis U e Ue, normalmente os mesmos usados para os painéis. Para constituir degraus e espelhos, painéis rígidos, como os painéis **Masterboard**, são os mais utilizados na estrutura. Pisos úmidos também são viáveis desde que usados com o sistema adequado.

Neste trabalho, três métodos serão descritos, e a escolha de um deles depende do tipo de escada, se aberta ou fechada, e do contrapiso ou substrato utilizado. De acordo com Construcción con Acero Liviano - Manual de Procedimiento (2002), os métodos mais utilizados são:

a) Viga caixa inclinada

Indicada para escadas abertas, utiliza como apoio para o contrapiso uma guia dobrada em degraus (guia degrau), unida a uma viga caixa com a inclinação necessária (Figura 4.18). O par dessa composição forma o lance da escada e possibilita o apoio do contrapiso com painel **Masterboard** 40 mm. Nesta configuração, o espelho deverá ser de **Masterboard** para apoiar o degrau e enrigecer o conjunto.

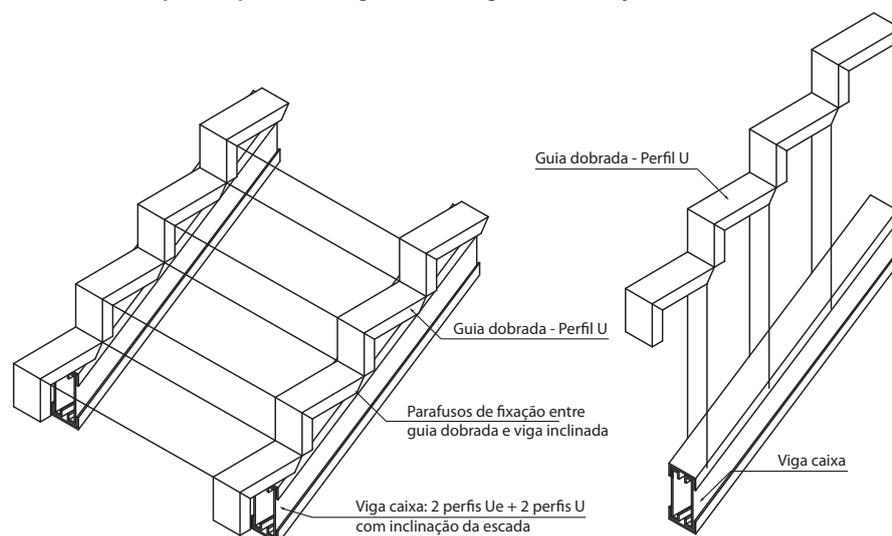


Figura 4.18 - Desenho esquemático de escada viga caixa inclinada



Foto 4.9 - Escada viga-caixa inclinada

b) Painel com inclinação

Indicado para escadas fechadas, é formado por uma guia-degrau unida a um painel com a inclinação necessária à escada (Figura 4.19). O par dessa composição forma o lance da escada, e o contrapiso se materializa, com a utilização do painel **Masterboard** 40 mm. Nesta configuração, o espelho deverá ser de **Masterboard** para apoiar o degrau e enrijecer o conjunto.

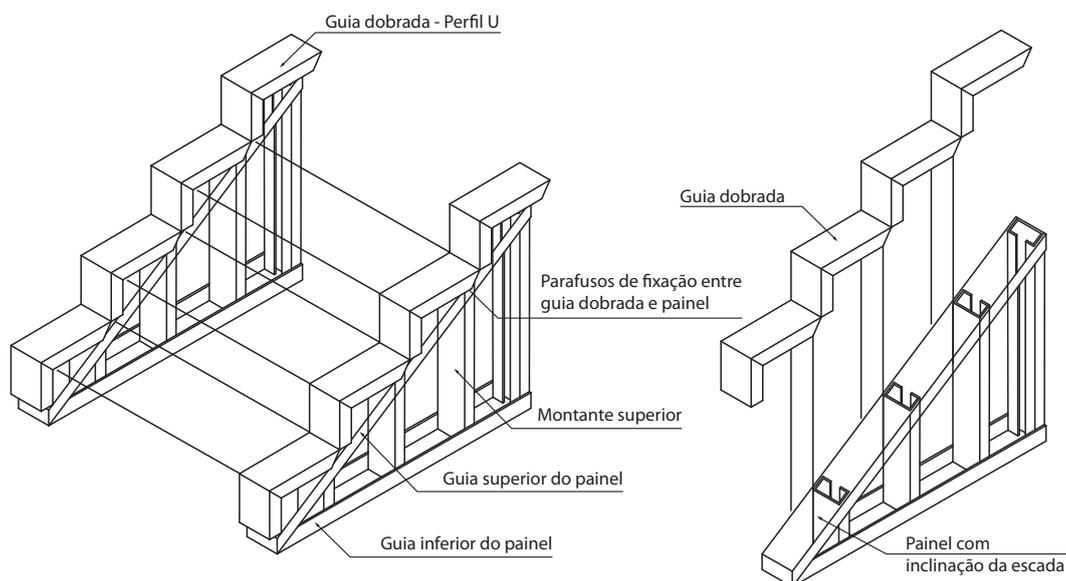


Figura 4.19 - Desenho esquemático de escada painel com inclinação

- Guia degrau

Para permitir o escalonamento tanto da escada de viga caixa como na de painel inclinado, é necessária uma peça que se obtém a partir da dobragem de uma guia (perfil U), segundo a sequência:

1. Marque a guia alternando as medidas do piso e do espelho do degrau;
2. Corte as mesas da guia nos locais marcados de modo a permitir a dobragem;

3. A guia será dobrada nas marcas alternando a direção (para dentro e para fora) em um ângulo de 90°;
4. Uma vez completadas as dobras, aparafuse a guia por suas mesas à viga ou ao painel.

c) Painéis escalonados + painéis de degrau

Os painéis horizontais que servem de base ao substrato são formados por dois perfis guias (U) e dois perfis montantes (Ue), e se apoiam nos painéis verticais, cujos montantes assumem a altura correspondente a cada degrau de modo a obter o escalonamento necessário à inclinação da escada (Foto 4.10).

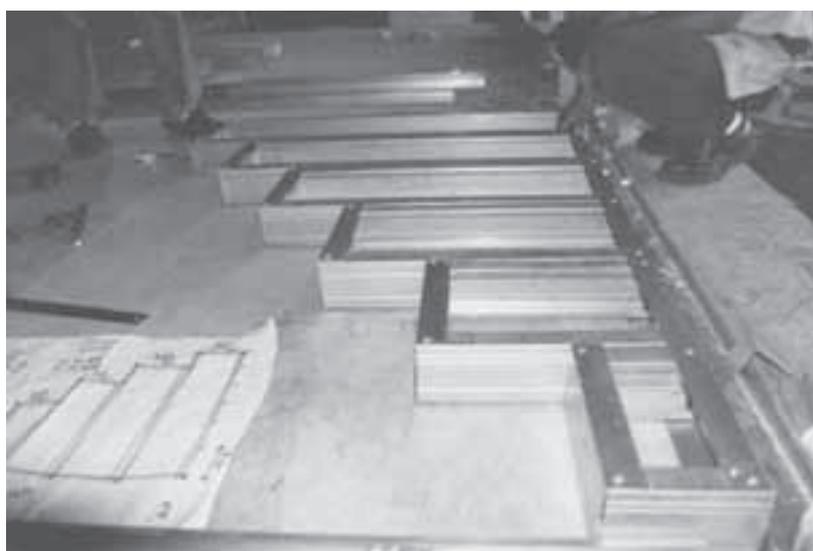


Foto 4.10 - Montagem de uma escada de painéis escalonados

Esse painel escalonado é montado como um único painel através de uma guia inferior contínua para todos os montantes, conforme mostra a Figura 4.20 e o contrapiso pode levar **Masterboard** 23 ou 40 mm. Nesta configuração, o espelho poderá ser de **Placa Cimentícia**.

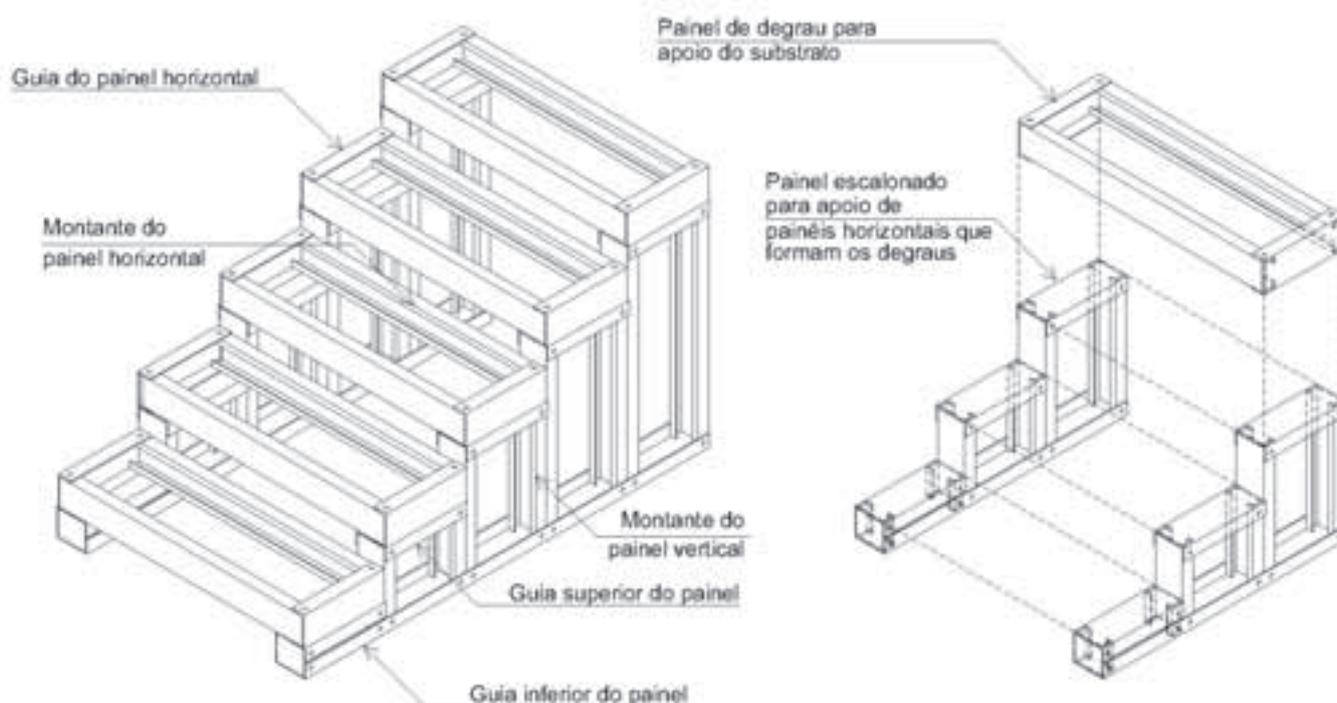


Figura 4.20 - Desenho esquemático de uma escada de painéis escalonados

50. COBERTURAS

A cobertura ou telhado é a parte da construção destinada a proteger o edifício da ação das intempéries, podendo também desempenhar uma função estética. Telhados podem variar desde simples coberturas planas até projetos mais complexos com grande intersecção de águas ou planos inclinados.

Os telhados inclinados, além da finalidade protetora, também funcionam como um regulador térmico dos ambientes cobertos, já que a camada de ar entre a cobertura e o forro constitui um excelente isolante térmico (Cardão, 1964). Devido a isso, no Brasil, país de clima tropical, os telhados inclinados são normalmente mais eficientes no que diz respeito ao conforto ambiental.

Da mesma forma que acontece nas construções convencionais, a versatilidade do sistema Light Steel Framing possibilita a realização dos mais variados projetos de cobertura. Para os telhados inclinados, a estrutura em LSF segue o mesmo princípio estrutural dos telhados convencionais em madeira. Portanto, o projeto de ambos apresenta grande similaridade.

Segundo Moliterno (2003), o telhado compõe-se de duas partes principais:

- Cobertura: podendo ser de materiais diversos, desde que impermeáveis às águas pluviais e resistentes à ação do vento e intempéries.
- Armação: corresponde ao conjunto de elementos estruturais para sustentação da cobertura, tais como ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamentos.

De acordo com o documento Design Guide for Cold-Formed Steel Trusses (LaBoube, 1995), publicado pela AISI (American Iron and Steel Institute), a estrutura de um telhado deve suportar, além do peso próprio de seus componentes, o peso dos revestimentos de cobertura, forros suspensos, materiais de isolamento, cargas de vento, de neve, e outros equipamentos ou elementos fixados ou apoiados à estrutura. Deve-se prever também os carregamentos durante a construção e manutenção. Carregamentos referentes à chuva só devem ser considerados se o projeto da cobertura não prever drenagem apropriada das águas pluviais.

50.1. TIPOS DE COBERTURAS

Há uma grande variedade de soluções estruturais para se materializar a cobertura de uma edificação. A escolha depende de diversos fatores, como tamanho do vão a cobrir, carregamentos, opções estéticas, econômicas etc. Neste capítulo, serão citadas algumas das soluções mais comuns para construções em Light Steel Framing, e apresentados detalhadamente os métodos empregados para coberturas inclinadas por meio de caibros e tesouras, por serem de maior ocorrência em construções residenciais.

50.1.1. COBERTURAS PLANAS

Apesar de serem menos comuns, as coberturas planas em Light Steel Framing são, na maioria dos casos, resolvidas como uma laje úmida em que a inclinação para o caimento da água é obtida variando a espessura do contrapiso de concreto, como mostra a Figura 5.1. (Consul Steel, 2002).

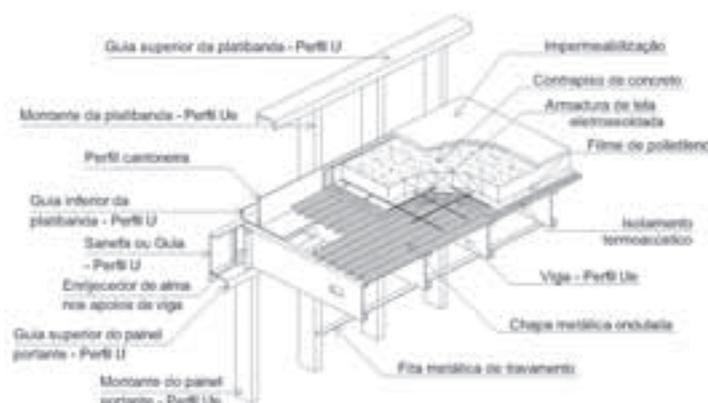
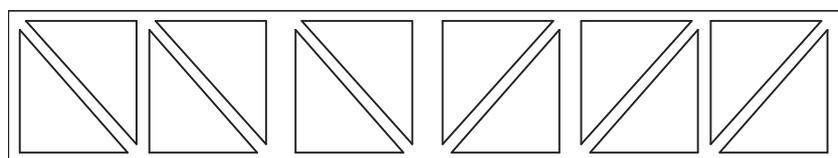
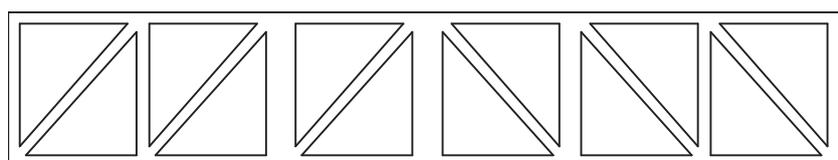


Figura 5.1 - Cobertura plana em Light Steel Framing

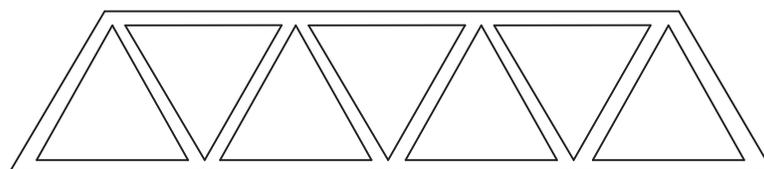
Para vãos maiores sem apoios intermediários, é possível o uso de treliças planas (Figura 5.2) confeccionadas com perfis Ue galvanizados (Foto 5.1). As treliças planas também podem ser utilizadas para estrutura de pisos que demandam grandes cargas e vãos.



A



B



C

Figura 5.2 - Alguns tipos de treliças planas para Light Steel Framing



Foto 5.1 - Treliças planas (Fonte: <http://www.aegismetalfraaming.com>)

50.1.2. COBERTURAS INCLINADAS

A estrutura de um telhado inclinado em Light Steel Framing é semelhante à de um telhado convencional, porém a armação de madeira é substituída por perfis galvanizados; e para possibilitar o princípio de estrutura alinhada, a alma dos perfis que compõem tesouras ou caibros deve estar alinhada à alma dos montantes dos painéis de apoio e suas seções em coincidência, de modo que a transmissão das cargas seja axial (Figura 5.3).

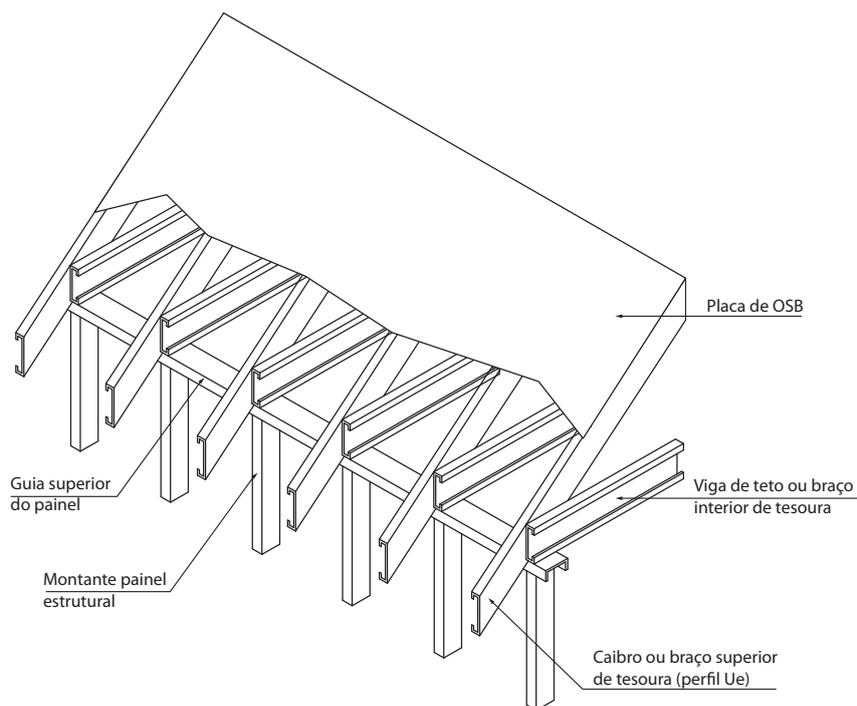


Figura 5.3 - Caibros e vigas alinhados com montantes de painel estrutural

Quando isso não for possível, da mesma forma como ocorre com lajes e painéis, deve-se usar uma viga composta a fim de permitir a distribuição das cargas aos montantes.

Telhados inclinados em Light Steel Framing podem ser construídos a partir de uma estrutura de caibros ou por meio de tesouras ou treliças.

50.2. COBERTURAS ESTRUTURADAS COM CAIBROS E VIGAS

Um telhado estruturado com caibros é um método empregado para construções do tipo “stick”, onde os elementos estruturais (perfis U e Ue) são cortados e montados no local da obra. Utiliza-se esse tipo de cobertura quando o vão entre os apoios permite o uso de caibros e deseja-se utilizar menor quantidade de aço do que o empregado em tesouras. Porém, projetos de coberturas mais complexas e de maiores vãos podem utilizar o sistema de caibros devidamente dimensionados e, em alguns casos, utilizando perfis duplos (Foto 5.2).



Foto 5.2 - Telhado estruturado com caibros em um laboratório na Universidade Federal de Ouro Preto - MG (Fonte: Arquivo Célio Firmo)

Uma estrutura típica de caibros consiste em usar dois caibros cujas extremidades se apoiam nos painéis portantes e, formando a inclinação requerida, se encontram em uma cumeeira no topo do edifício (Figura 5.4). O peso do telhado e outros carregamentos é transmitido através dos caibros aos painéis e, por conseguinte, à fundação.

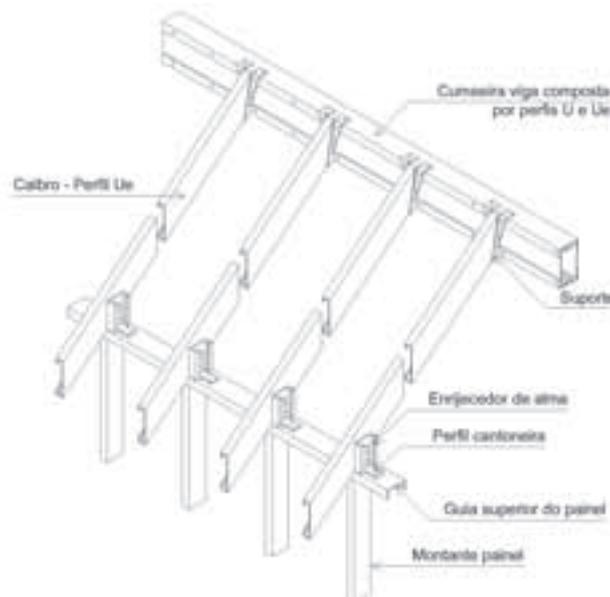


Figura 5.4 - Telhado típico estruturado com caibros

A cumeeira pode ser um painel estrutural contínuo que funcione como apoio ao encontro dos caibros, ou, como é mais comum, uma viga composta por perfis U e Ue (Foto 5.3), conforme o cálculo.



Foto 5.3 - Cumeeira composta de perfis U e Ue para apoio dos caibros

A conexão dos caibros com a cumeeira pode ser por meio de cantoneiras (Figura 5.5) de espessura igual ou maior que a dos caibros (Waite, 2000), ou através de peças de suporte, como é apresentado na Figura 5.4. (Consul Steel, 2002):

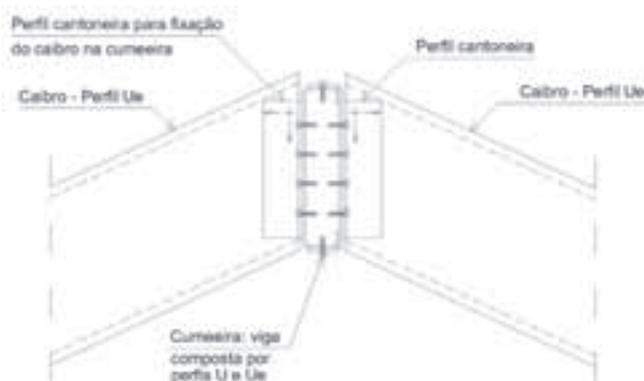


Figura 5.5 - Cumeeira de telhado estruturado com caibros

A fixação dos caibros e vigas nos painéis é obtida pelos enrijecedores de alma trabalhando em conjunto com cantoneiras devidamente aparafusadas às guias superiores dos painéis, como é mostrado na Figura 5.4 (Elhajj, Bielat, 2000).

Se necessário, escoras também são utilizadas para transferir as cargas aos painéis portantes internos e são conectadas aos caibros e às vigas de teto (Figura 5.7), além de auxiliar a reduzir o vão e as dimensões dos caibros (Waite, 2000).

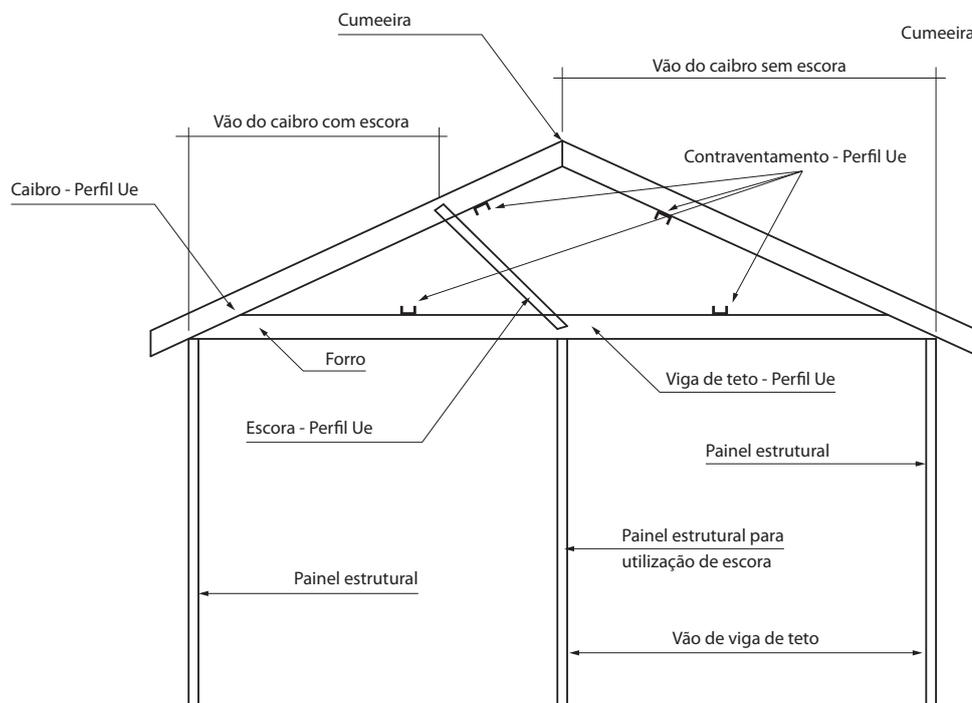


Figura 5.7 - Cobertura estruturada com caibros e vigas

Telhados de quatro águas ou com intersecção de vários planos inclinados exigem maior diversidade de elementos estruturais e podem ser construídos a partir de tesouras ou caibros, ou a combinação de ambos. Para isso, espigões e rincões são constituídos de perfis galvanizados U e Ue, e outras peças especiais em aço galvanizado para auxiliar na forma da inclinação do telhado e fixação dos elementos.

Espigões e rincões podem ser montados a partir de dois métodos, descritos por Waite (2000):

1. Viga caixa (encaixando perfil Ue em perfil U) ou composta (combinação de perfis U e Ue) segundo o projeto estrutural, onde caibros complementares que darão forma ao telhado são cortados no ângulo apropriado e conectados aos espigões ou rincões por meio de cantoneiras.
2. Dois perfis U fixados por suas almas a uma peça que possibilite o ângulo apropriado (Figura 5.8), servindo de guia para os caibros complementares, que não necessitam de cortes em ângulos, sendo estes aparafusados nas guias.

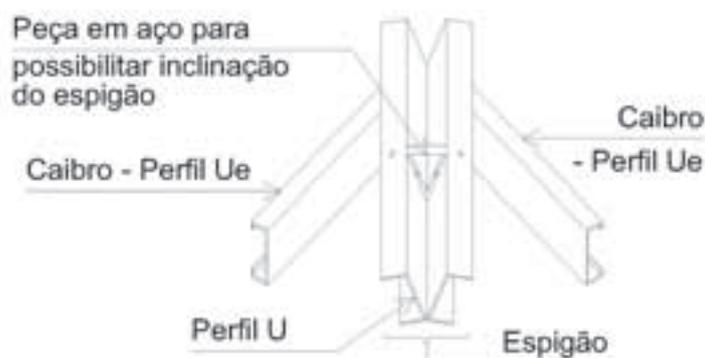


Figura 5.8 - Espigão formado a partir de dois perfis U

50.2.1. ESTABILIZAÇÃO DA COBERTURA ESTRUTURADA COM CAIBROS E VIGAS

Cargas laterais de vento podem provocar deslocamentos e deformações na estrutura do telhado, uma vez que, trabalhando isolados, os caibros são instáveis lateralmente.

Para evitar tais fenômenos e possibilitar que o sistema de caibros trabalhe em conjunto, devem-se fornecer elementos enrijecedores (contraventamentos), que, além de vincular os caibros entre si, sejam capazes de aumentar a resistência da estrutura do telhado.

Os elementos que possibilitam o contraventamento de uma cobertura estruturada por caibros, conforme os procedimentos descritos por Elhajj (2000) no documento Prescriptive Method for Residential Cold-Formed steel framing, são:

- Perfis U, Ue ou fitas de aço galvanizado fixados perpendicularmente aos caibros em sua mesa inferior ou superior, de acordo com a cobertura do telhado (ver Figura 5.7);
- Perfis U, Ue ou fitas de aço galvanizado fixados na mesa superior das vigas de teto (ver Figura 5.7);
- Bloqueadores e fitas de aço galvanizado posicionados nas vigas de teto, seguindo o mesmo procedimento descrito para vigas de piso;
- Placas estruturais, capazes de atuar como diafragma rígido, fixadas nas mesas superiores dos caibros.

50.3. COBERTURAS ESTRUTURADAS COM TESOURAS OU TRELIÇAS

Solução mais comum nas coberturas residenciais, tesouras ou treliças cobrem grandes vãos sem precisar de apoios intermediários. No Brasil, tesouras de aço já vêm substituindo gradativamente as tesouras de madeira, principalmente em processos de retrofit, graças à grande resistência estrutural do aço, leveza das peças, por ser imune a insetos e incombustível (Scharff, 1996).

Existe uma variedade muito grande no desenho de tesouras e isso se deve a fatores estéticos, funcionais, climáticos, culturais etc.

De acordo com Moliterno (2003), as tipologias mais usadas são:

- Tesoura Howe:

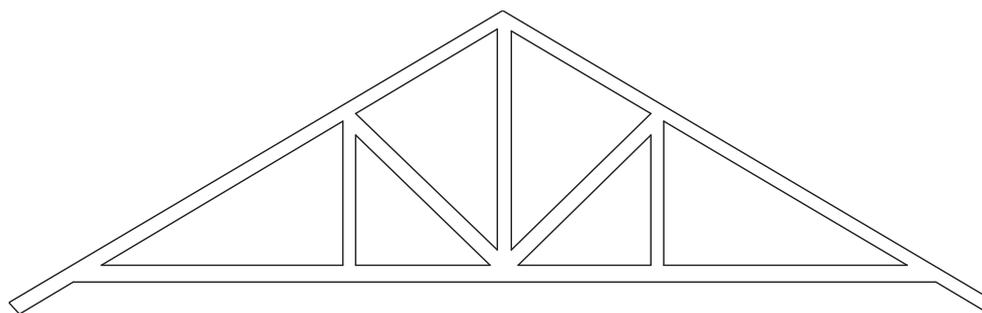


Figura 5.9 - Tesoura Howe

- Tesoura Pratt:

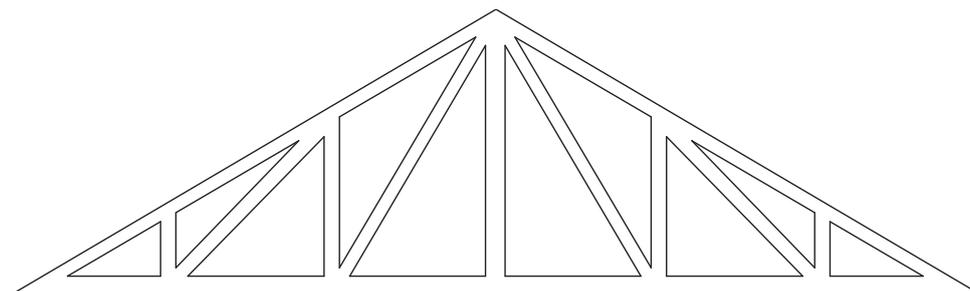


Figura 5.10 - Tesoura Pratt

- Tesoura Fink:

A mais utilizada nos Estados Unidos para residências em Light Steel Framing (Scharff, 1996).

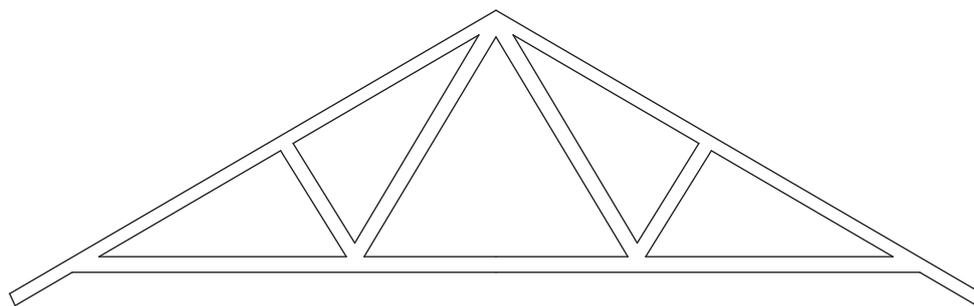


Figura 5.11 - Tesoura Fink

Segundo Scharff (1996), outros desenhos de tesouras adotados são:

- Tesoura alemã:

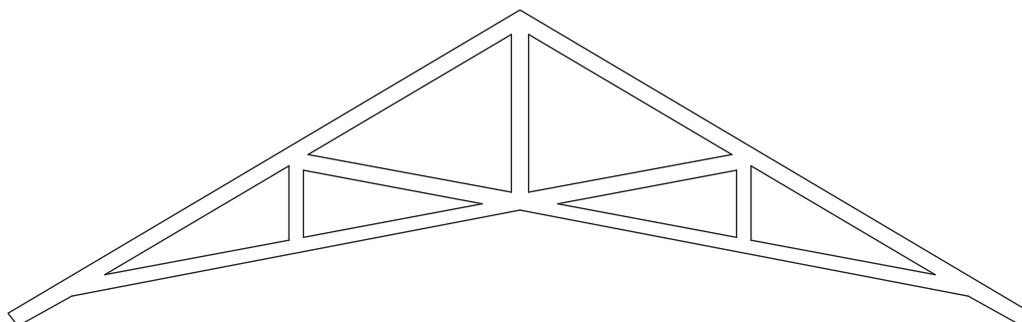


Figura 5.12 - Tesoura alemã

- Tesoura belga:

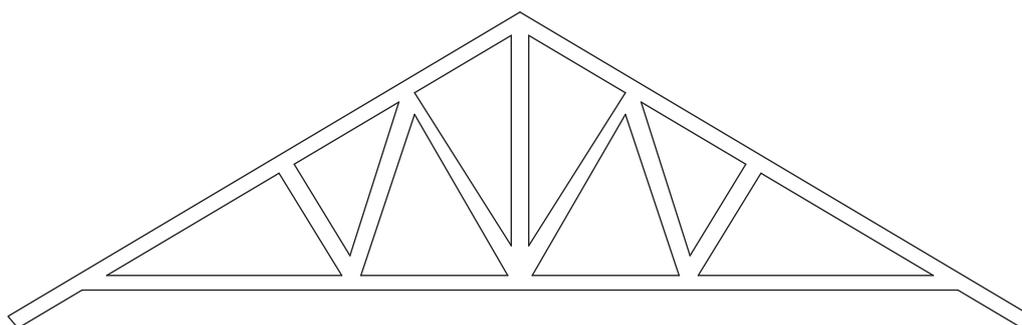


Figura 5.13 - Tesoura belga

As tesouras ou treliças podem vir pré-fabricadas ou ser montadas no próprio canteiro da obra. Em ambos os casos, as tesouras devem ser projetadas e dimensionadas por profissionais especializados. Porém, tesouras pré-fabricadas apresentam algumas vantagens, tais como precisão dimensional e menos tempo de trabalho no canteiro. Para a confecção de tesouras no próprio canteiro, muitas vezes, é necessário um grande espaço plano disponível para montagem da mesa de trabalho e pessoal preparado.

A tesoura é constituída a partir de membros estruturais, geralmente perfis Ue, que, conectados, constituem uma estrutura estável. Os elementos básicos da tesoura são (Figura 5.14):

- Banzo superior: perfil Ue que dá forma e inclinação à cobertura do telhado;
- Banzo inferior: perfil Ue que dá forma e inclinação ao forro do espaço coberto;
- Montantes ou pendurais: perfis Ue dispostos verticalmente e que vinculam o banzo superior ao inferior;
- Diagonais: perfis Ue inclinados que vinculam os banzos superior e inferior;
- Enrijecedores de apoio: recorte de perfil Ue colocado nos pontos de apoio da tesoura, para transmitir os esforços, e evitar a flambagem local dos perfis dos banzos;
- Contraventamentos: perfis U, Ue ou fitas de aço galvanizado que vinculam as tesouras e proporcionam estabilidade ao sistema de cobertura.

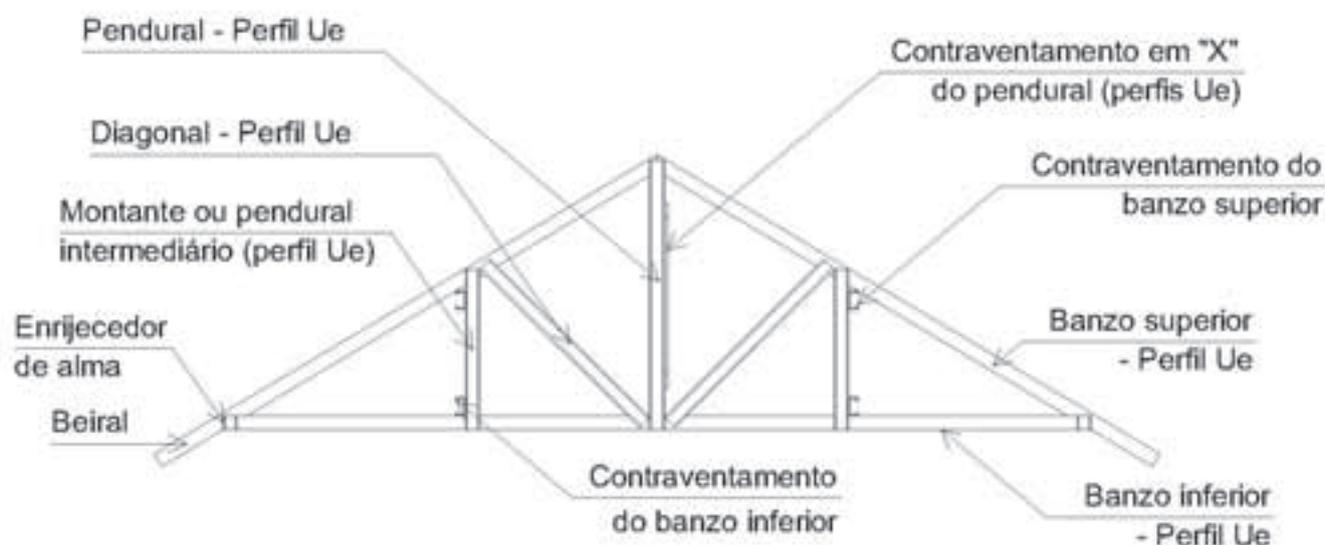


Figura 5.14 - Elementos de uma tesoura

Segundo Scharff (1996), as ligações entre os membros de uma tesoura podem ser executadas de diferentes formas. Porém, os dois métodos mais comuns são:

- No mesmo plano, onde ocorrem os nós da tesoura, aparafusam-se os perfis em chapas de Gusset (Foto 5.4);



Foto 5.4 - Tesoura em "meia-água", cujos elementos estão fixados em placas metálicas de aço (placas de Gusset)

- Camada sobre camada, onde os perfis que formam pendurais e diagonais são aparafusados ao banzo superior e inferior por suas almas. Assim, a abertura dos perfis dos banzos fica para um lado e a dos perfis de pendurais e diagonais, para outro. Na união do banzo superior com o inferior, devem-se recortar a mesa e o enrijecedor de borda do perfil do banzo inferior, de forma a permitir o encaixe, conforme mostra a Figura 5.15:

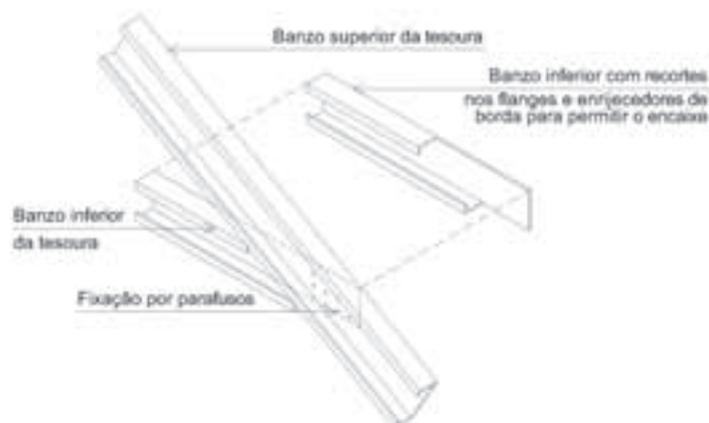


Figura 5.15 - Detalhe da união do banzo superior e inferior de uma tesoura

Nos dois métodos descritos, o plano definido pelas almas das peças deve coincidir com as almas dos montantes que servem de apoio.

Os banzos superiores podem se prolongar em balanço, além do encontro com os painéis de apoio, formando o beiral do telhado. Os banzos superiores são arrematados nas suas extremidades por um perfil U (Figura 5.16).

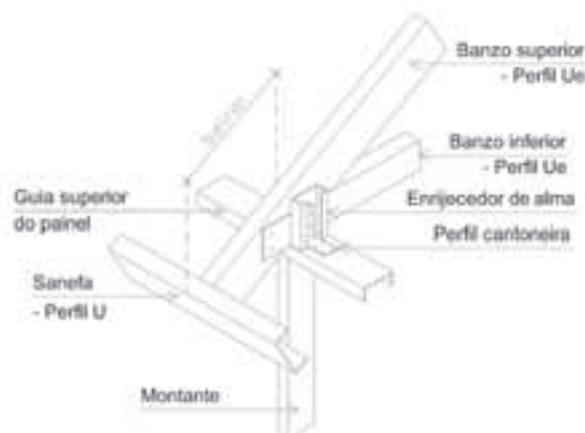


Figura 5.16 - Detalhe de beiral de telhado

A cumeeira pode apresentar uma variação de desenhos que dependem do formato da tesoura e do tipo de ligação das peças (Figuras 5.17 e 5.18).

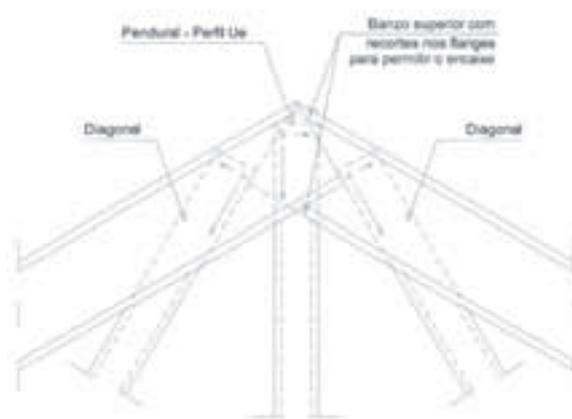


Figura 5.17 - Detalhe da cumeeira de tesoura Pratt

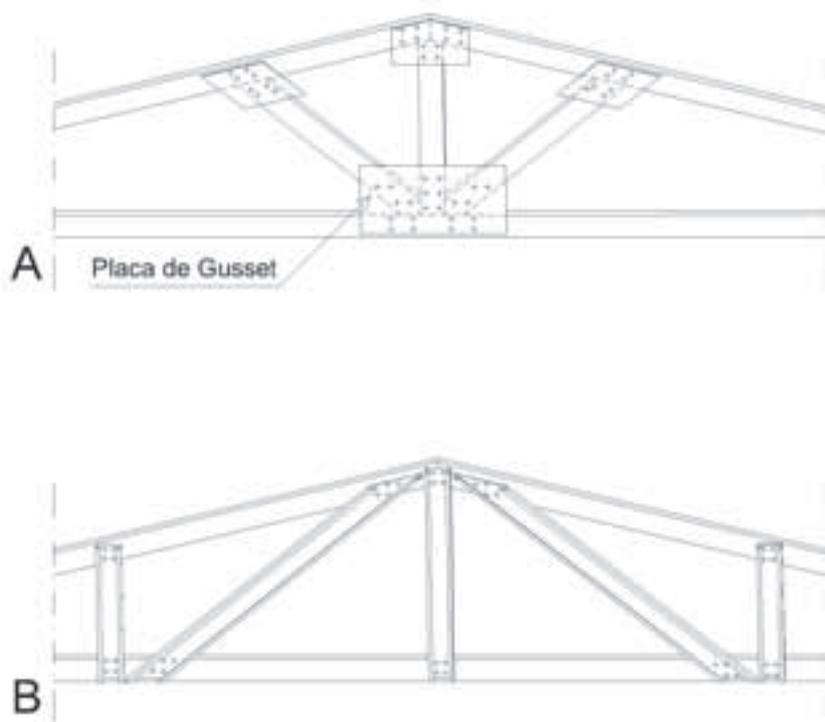


Figura 5.18 - Detalhe de cumeeira com tesoura (a) Howe e (b) Pratt

Para telhados em duas águas, o painel de fechamento do oitão é construído de acordo com a presença e disposição do beiral. Quando não houver beirais perpendiculares ao plano das tesouras, o oitão será um painel com mesma inclinação e altura das tesouras (Figura 5.19).

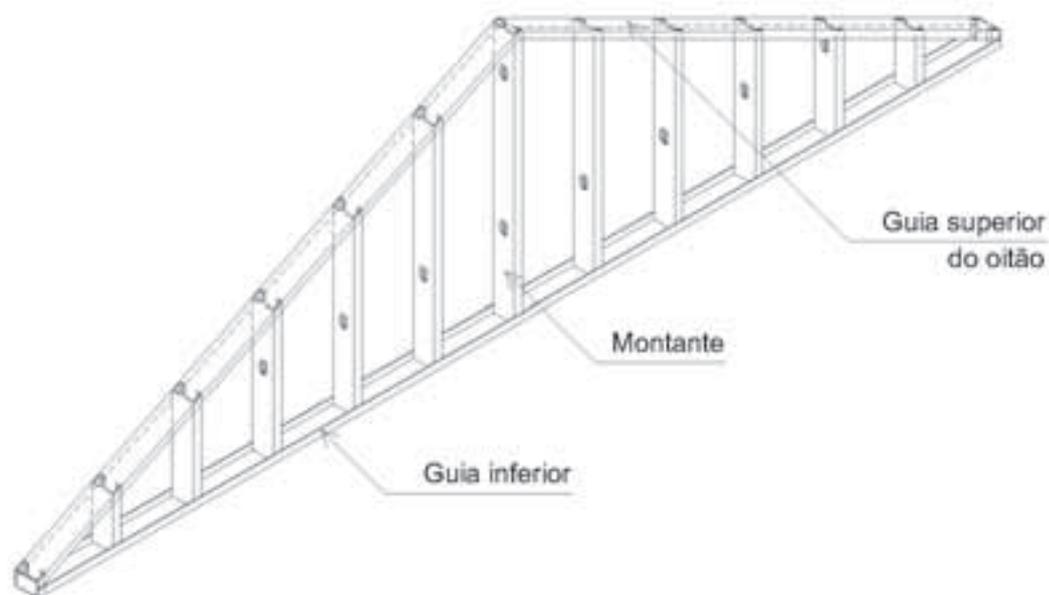


Figura 5.19 - Painel de fechamento do oitão

Para o uso dos beirais, é necessário construir um painel auxiliar denominado “painel de beiral”, cuja fixação na estrutura do telhado pode empregar dois métodos, descritos no Construcción com Acero Liviano - Manual de Procedimiento:

1. O painel do beiral pode se apoiar sobre o oitão, fixando-se na primeira tesoura, situação mais recomendável; ou
2. O painel do beiral pode ser fixado no painel do oitão, ficando em balanço.

No 1º caso, a altura do oitão deve ser menor que a altura da tesoura tipo para permitir o transpasse e o apoio do beiral, que se fixará na primeira tesoura do telhado, conforme Figura 5.20:

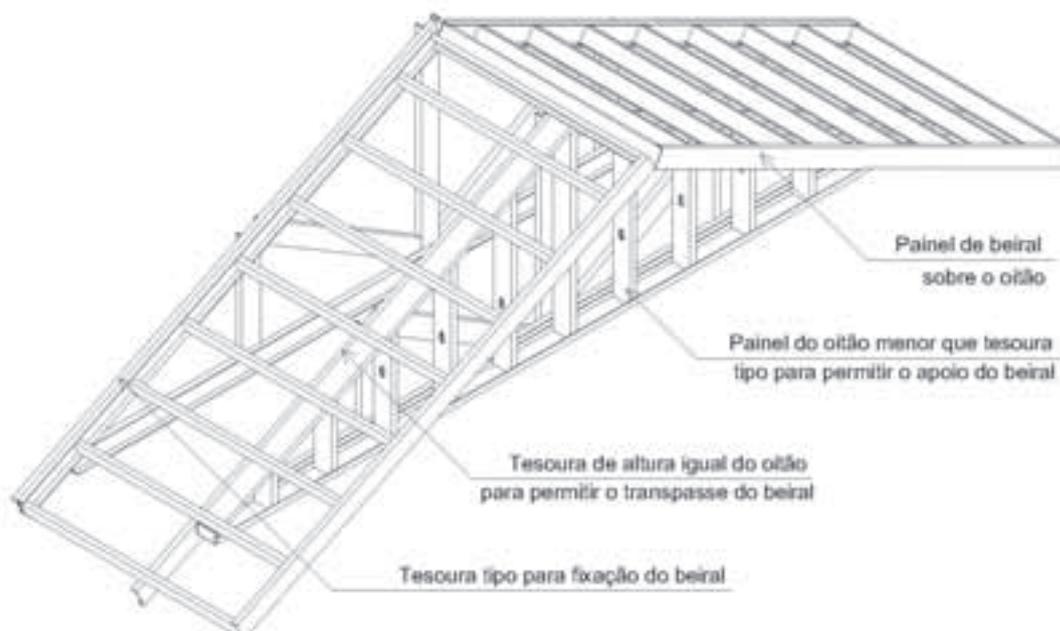


Figura 5.20 - Painel de beiral

Para poder unir o beiral à tesoura, deverão ser reforçados os banzos superiores da mesma com um perfil U formando uma seção caixa, onde possa ser fixado o painel de beiral, como mostra a Figura 5.21:

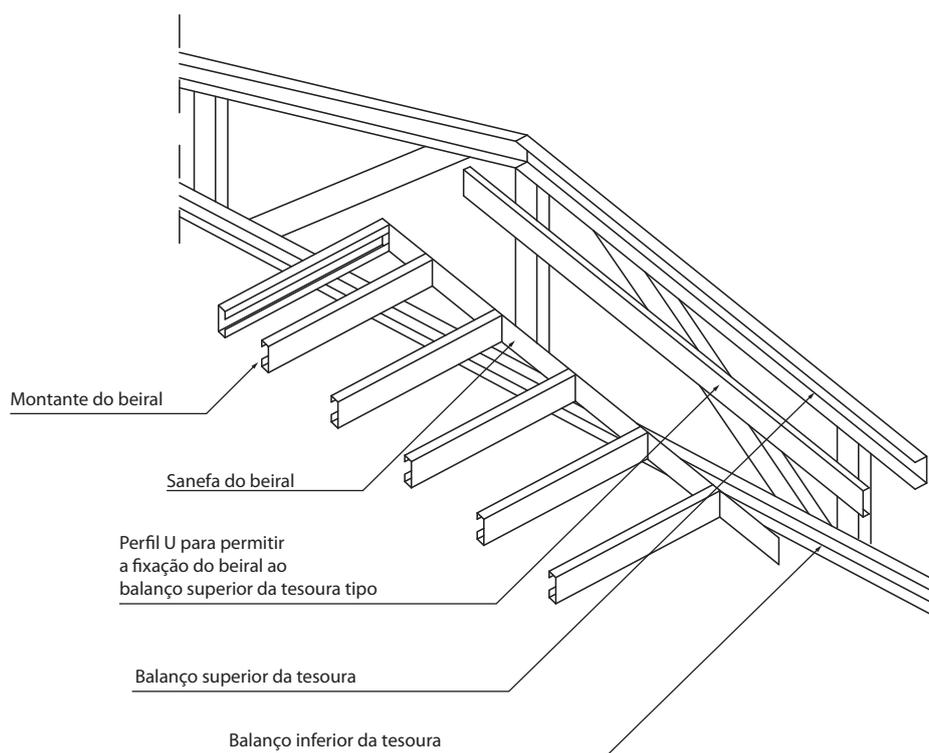


Figura 5.21 - Detalhe de fixação de painel de beiral

Em alguns casos, pode se colocar, junto com o painel do oitão, uma tesoura de mesma altura a fim de permitir uma superfície para aparafusar as placas de forro e a fixação dos contraventamentos até o extremo da estrutura.

Já que a alma dos perfis do beiral deve coincidir com a alma dos montantes que servem de apoio, a modulação do painel de beiral dependerá do ângulo de inclinação do telhado.

O painel de beiral em balanço só é adotado quando houver uma pequena projeção do beiral e se utilizar o diafragma rígido na cobertura do telhado. O painel do beiral é fixado ao oitão que tem a mesma altura das tesouras (Figura 5.22).

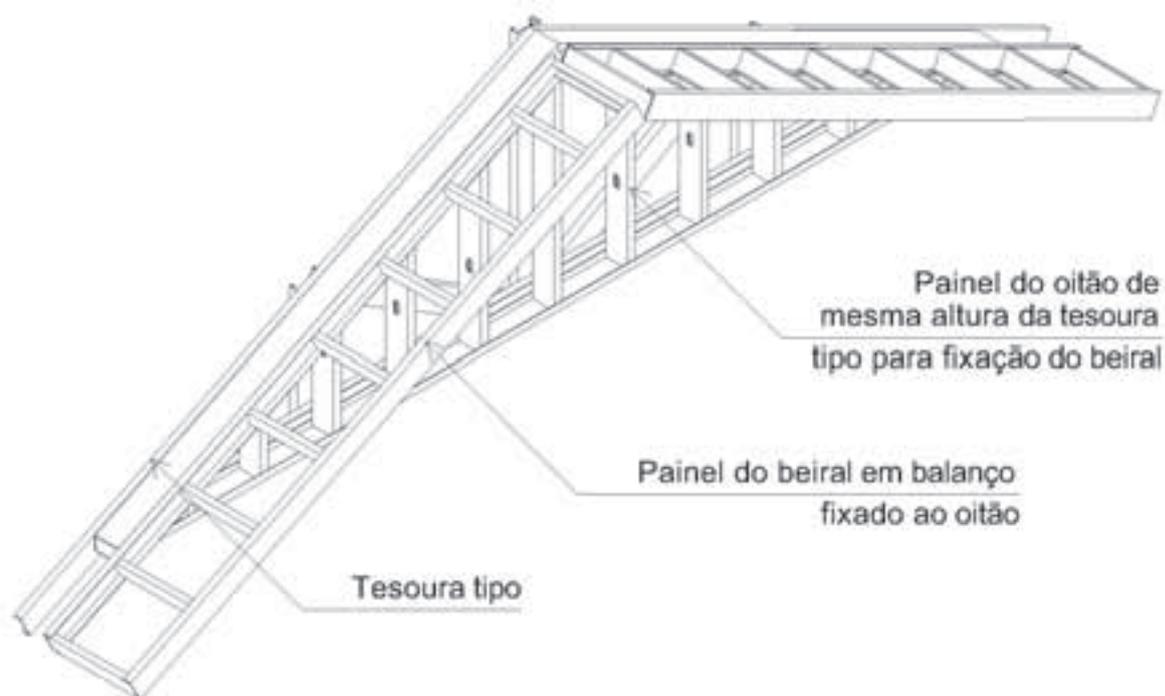


Figura 5.22 - Painel de beiral em balanço

A modulação desse tipo de beiral não deve necessariamente coincidir com a do painel do oitão onde está fixado. A flexão do balanço é em parte absorvida pelas placas do diafragma, que estarão fixadas tanto aos banzos superiores das tesouras como ao painel do beiral.

Para telhados de quatro águas ou com interseção de planos inclinados (Foto 5.5), há basicamente três formas de execução descritas no Construcción com Acero Liviano - Manual de Procedimiento:

1. Por meio de vigas e caibros, segundo o método apresentado anteriormente para telhados estruturados com caibros;
2. Painéis de telhado, onde são executados painéis para formar a volumetria do telhado, conforme mostra a Figura 5.23. A interseção desses painéis inclinados se dá por meio de espigões compostos de perfis U e Ue, conforme foi descrito para telhados estruturados por caibros.



Foto 5.5 - Telhado com interseção de vários planos (Fonte: <http://www.aegismetallframing.com>)

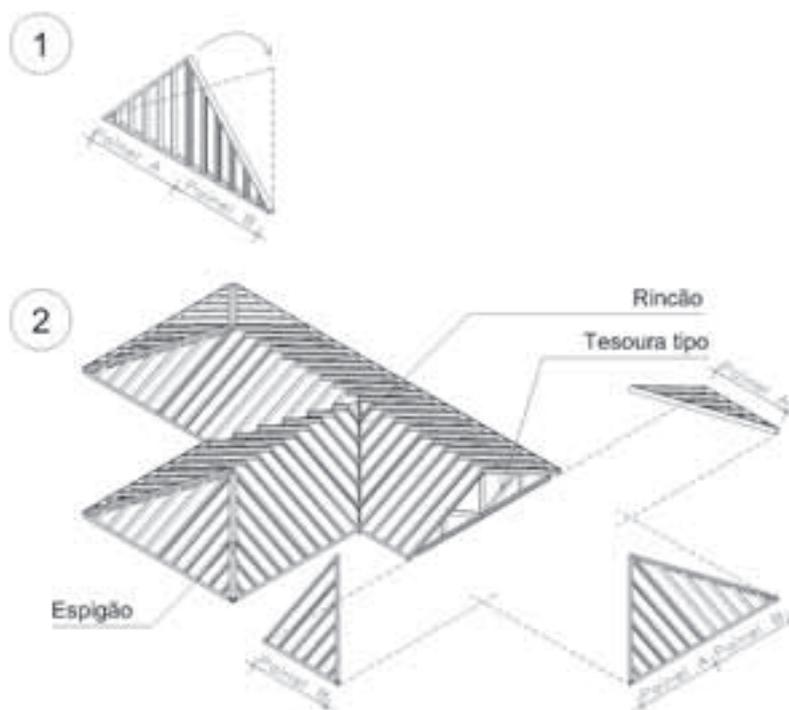


Figura 5.23 - Método para construção de telhados de quatro águas

3. Por meio de tesouras auxiliares. A partir da tesoura tipo, forma-se uma sequência de tesouras auxiliares de formato trapezoidal, com alturas correspondentes à sua posição na inclinação do telhado e que apoiarão as terças, como mostra a Figura 5.24:

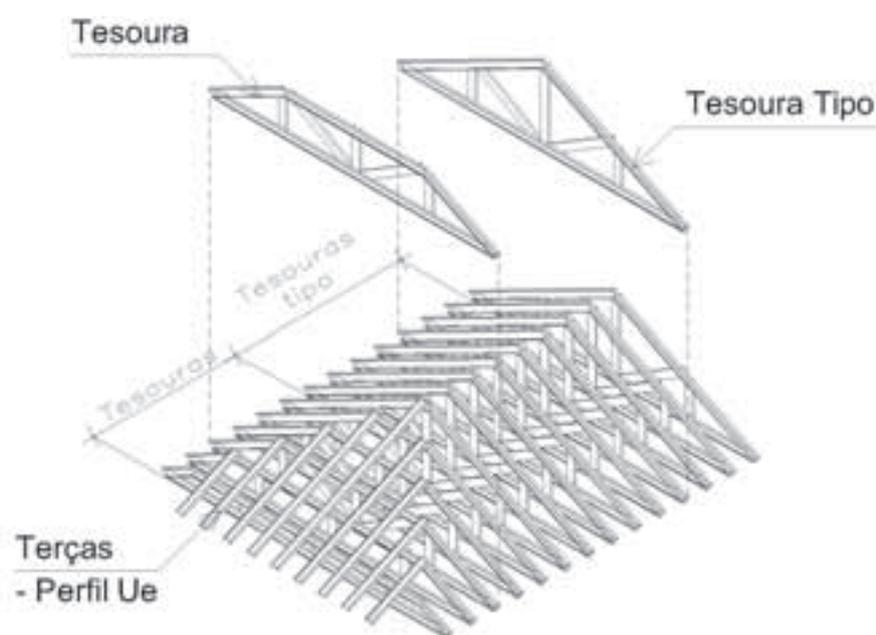


Figura 5.24 - Tesouras auxiliares

Há ainda outro método descrito por Waite (2000), onde são usadas tesouras de meia-água que, fixadas perpendicularmente aos pendurais das tesouras das extremidades, junto com os caibros, darão forma à inclinação do telhado.

Ainda segundo Waite, as tesouras das extremidades do telhado de quatro águas devem ser reforçadas, pois assumem mais carregamentos que as outras tesouras que compõem o telhado. A tesoura-mestra é composta por duas tesouras tipos aparafusadas juntas.

50.3.1. ESTABILIZAÇÃO DA COBERTURA ESTRUTURADA COM TESOURAS

De acordo com o documento Design Guide for Cold-Formed Steel Trusses, o contraventamento inadequado é a razão para a maioria dos colapsos do sistema de tesouras durante a construção. O contraventamento apropriadamente instalado é vital para a segurança e qualidade da estrutura do telhado durante a montagem ou sua vida útil.

A função do contraventamento é fazer com que as tesouras do telhado atuem juntas como uma unidade para resistir às solicitações aplicadas à estrutura, uma vez que, isoladas, as tesouras são instáveis lateralmente e tendem a girar em torno do eixo definido pela linha de seus apoios.

A estabilização da estrutura de cobertura é dada por:

a) Contraventamento lateral

Compostos por perfis U e Ue que, fixados perpendicularmente às tesouras, além de reduzirem o comprimento de flambagem dos banzos superiores (Figura 5.25) e inferiores, servem para transferir a ação do vento para as tesouras e contraventamentos verticais.

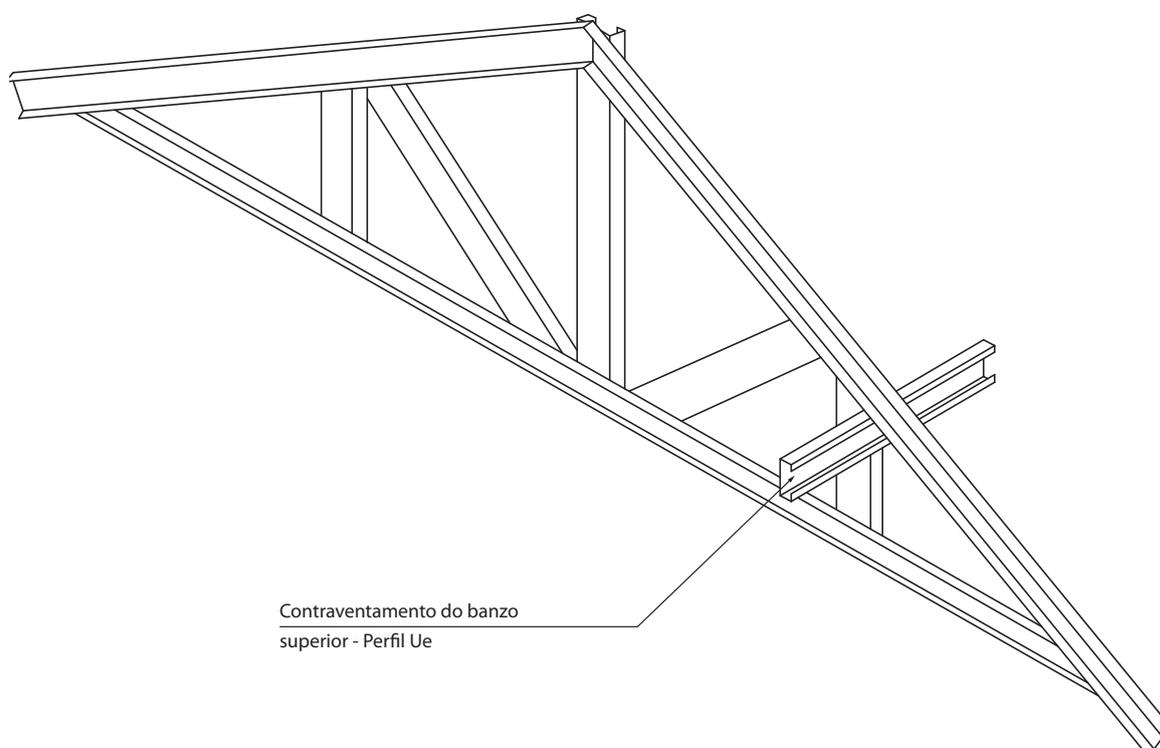


Figura 5.25 - Contraventamento lateral do banzo superior

b) Contraventamento vertical ou em “X”

Estrutura plana vertical formada por perfis Ue cruzados, dispostos perpendicularmente ao plano das tesouras, travando-as e impedindo sua rotação e deslocamento, principalmente contra a ação do vento (Figura 5.26).

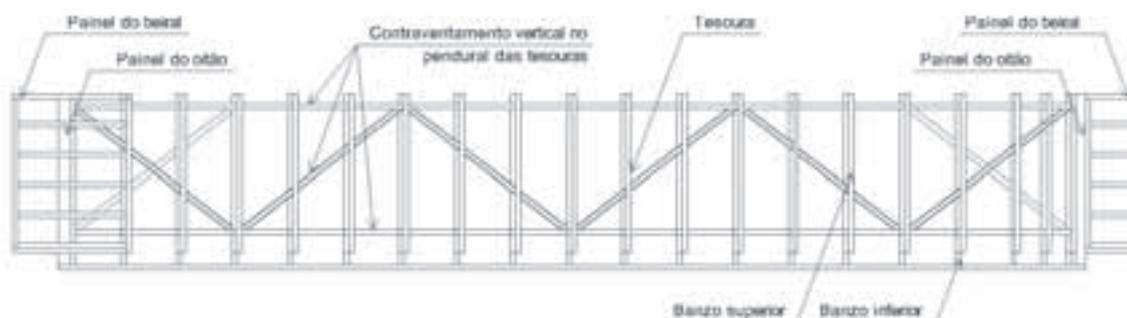


Figura 5.26 - Vista lateral de estrutura de telhado mostrando o contraventamento em “X” do sistema de tesouras

51. FECHAMENTO VERTICAL

51.1. PLACAS CIMENTÍCIAS IMPERMEABILIZADAS

O fechamento vertical de uma edificação é composto pelas paredes externas e internas. No steel framing, os componentes de fechamento são leves, complementando a estrutura que já é dimensionada para suportar menores cargas com as vedações. A **Placa Cimentícia Impermeabilizada** da **Brasilit** é o componente ideal para esse fechamento, pois é fixada externamente à estrutura como uma “pele”, e já contém em si as características de acabamento final do fechamento, podendo receber massa texturizada ou revestimentos diretamente, coerentes com a construção “seca”.



Foto 6.1 - Fechamento vertical com **Placas Cimentícias Impermeabilizadas Brasilit** 10 mm (Fonte: Wall Tech)

Para mais informações sobre fechamentos com **Placa Cimentícia Impermeabilizada Brasilit**, consulte o primeiro módulo deste Guia de Sistemas, exclusivo sobre as características e aplicações desse produto.

51.2. GESSO ACARTONADO

As placas ou chapas de gesso acartonado constituem o fechamento vertical da face interna da maioria dos painéis estruturais e não estruturais que constituem o invólucro da edificação em steel framing, e também o fechamento das divisórias internas.



Foto 6.5 - Fechamento interno em gesso acartonado (Fonte: Placo)



Foto 6.6 - Os três tipos de placas de gesso acartonado oferecidos no mercado (Fonte: Placo)

Como foi mencionado no capítulo 3, os painéis internos, quando não são estruturais, podem ser construídos empregando o sistema drywall, que também é constituído de perfis U e Ue de aço galvanizado, porém de menores dimensões, uma vez que apenas suportam o peso dos fechamentos e revestimentos, e de peças suspensas fixadas em sua estrutura, como armários, bancadas, quadros etc.

51.2.1. CARACTERÍSTICAS DAS PLACAS DE GESSO ACARTONADO

A vedação de gesso acartonado é um tipo de vedação vertical utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, fixa, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico e constituído usualmente por uma estrutura de perfis metálicos e fechamento de chapas de gesso acartonado (Sabbatini, 1998; Holanda, 2003).

As chapas de gesso acartonado são vedações leves, pois não possuem função estrutural e sua densidade superficial varia de 6,5 kg/m² a 14 kg/m² dependendo de sua espessura (Abragesso, 2004).

As placas de gesso acartonado são fabricadas industrialmente e compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidos em ambos os lados com lâminas de cartão, que conferem ao gesso resistência à tração e flexão.

Esse sistema permite derivações e composições de acordo com as necessidades de resistência à umidade e fogo, isolamento acústico ou fixação em grandes vãos (Krüger, 2000).

As dimensões nominais e tolerâncias são especificadas por normas e, de forma geral, as placas ou chapas são comercializadas com largura de 1,20 m e comprimentos que variam de 1,80 m a 3,60 m, de acordo com o fabricante, com espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm.

No mercado nacional, são oferecidos três tipos de placa:

- A Placa Standard (ST), para aplicação em paredes destinadas a áreas secas;
- A Placa Resistente à Umidade (RU), também conhecida como placa verde, para paredes destinadas a ambientes sujeitos à ação da umidade, por tempo limitado de forma intermitente;
- A Placa Resistente ao Fogo (RF), conhecida como placa rosa, para aplicação em áreas secas, em paredes com exigências especiais de resistência ao fogo.

51.2.2. PERFIS DE AÇO PARA SISTEMAS DRYWALL

Os perfis de aço galvanizado são fabricados pelo mesmo processo de conformação dos perfis para LSF, porém a espessura das chapas é menor, já que os perfis não têm função estrutural na edificação.

Como nos painéis em Light Steel Framing, as divisórias em drywall são compostas por guias superiores, inferiores e montantes verticais, a fim de possibilitar uma estrutura para fixação das chapas.

O espaçamento entre os montantes ou modulação, assim como nos painéis do sistema Light Steel Framing, pode ser de 400 ou 600 mm, de acordo com as solicitações exercidas pelas placas de fechamento, revestimentos e peças suspensas fixadas ao painel. A modulação funciona como ferramenta para a racionalização do sistema de fechamento, otimizando o uso das chapas, aumentando o nível de industrialização da construção, uma vez que diminui os desperdícios com cortes e adaptações, e aumenta a velocidade de execução.



Foto 6.7 - Isolamento termoacústico (Fonte: Isover)

51.3. ASPECTOS DE PROJETO E EXECUÇÃO

Antes de iniciar a montagem do sistema de fechamento interno, é importante verificar a compatibilização dos projetos entre si. Devem ser verificadas também as seguintes condições:

- Todo o fechamento vertical externo já deve estar instalado e as juntas, tratadas; lajes de piso e telhado devem estar terminadas.
- Atividades que utilizaram água devem ter sido finalizadas.
- Os períodos de cura devem estar vencidos, como no caso de lajes úmidas e fundações tipo radier.
- As lajes e fundações devem estar niveladas e preferencialmente acabadas.
- Os ambientes devem estar protegidos da entrada de chuva e umidade excessiva.
- As saídas das instalações hidráulicas e elétricas devem estar devidamente posicionadas e as prumadas, já prontas, evitando-se grandes rasgos nos perfis metálicos.
- Para a fixação dos perfis para drywall, verifique se o elemento de fixação é compatível com a base de apoio.

Anotações

Tabela 6.2 - Qualificação do isolamento acústico. Fonte: Gerges (1992) apud Sales (2001)

Quantificação do isolamento	Perda de transmissão (PT)	Condições de audição
Pobre	< 30 dB	Compreende-se a conversação normal facilmente através da parede.
Regular	30 a 35 dB	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não se entende bem a conversação normal.
Bom	35 a 40 dB	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não é facilmente inteligível.
Muito bom	40 a 45 dB	A palavra normal é inaudível e em voz alta é muito atenuada, sem compreensão.
Excelente	> 45 dB	Ouvm-se muito fracamente os sons muito altos.

Tabela 6.4 - Índice de Redução Acústica (Rw) da lâ de vidro. Fonte: Isover - Saint Gobain, 2005

	Parede simples	Parede dupla	Parede simples	Parede dupla	Parede simples	Parede dupla
Espessura da lâ de vidro (mm)	50	50	75	75	100	100
RW (dB)	43	50	47	55	52	58

51.4. ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO

O desempenho termoacústico de uma edificação é determinado pela sua capacidade de proporcionar condições de qualidade ambiental adequadas ao desenvolvimento das atividades para as quais ela foi projetada. Esse desempenho é influenciado por uma série de fatores. Dentre estes, podemos citar a localização e posicionamento do edifício e suas dependências, os tipos de vedações e coberturas, seus revestimentos e cores, tipos de esquadrias, tamanho e posicionamento das aberturas etc.

O isolamento termoacústico é uma forma de controlar a qualidade do conforto dentro de um ambiente, de modo que as condições externas não influenciem as internas, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas ou ganhos de calor para meio externo ou contíguo.

As vedações verticais têm papel fundamental no isolamento termoacústico, pois constituem as barreiras físicas entre os ambientes e o exterior.

Tradicionalmente, os princípios de isolamento consideram que materiais de grande massa ou densidade são melhores isolantes. Porém, é errado pensar que estruturas e vedações mais leves, que têm conseqüentemente uma menor massa para isolamento dos ambientes, podem levar a condições de conforto não satisfatórias.

O conceito de lei de massa não pode ser aplicado às construções com LSF. Os princípios de isolamento termoacústico em LSF baseiam-se em conceitos mais atuais de isolamento multicamada, que consiste em combinar placas leves de fechamento afastadas, formando um espaço entre os mesmos, preenchido por material isolante (lã de vidro Isover). Nesse aspecto, diversas combinações podem ser feitas a fim de aumentar o desempenho do sistema, através da colocação de mais camadas de placas ou aumentando a espessura da lâ de vidro.

52. LIGAÇÕES E MONTAGEM

52.1. LIGAÇÕES

Existe uma ampla variedade de conexões e ligações para estruturas de aço e seus componentes, embora nem todas sejam tão utilizadas. Apesar da importância das ligações, em muitos casos não se dá a necessária atenção ao assunto, o que pode comprometer o desempenho da estrutura e encarecer os custos da obra.

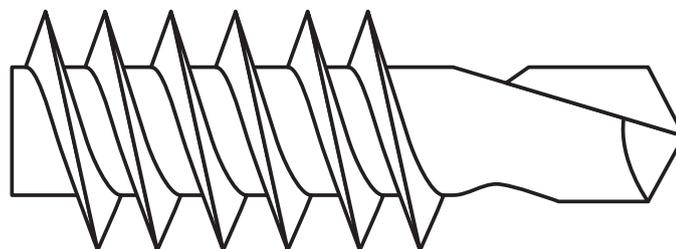


Figura 7.1 - Ponta broca

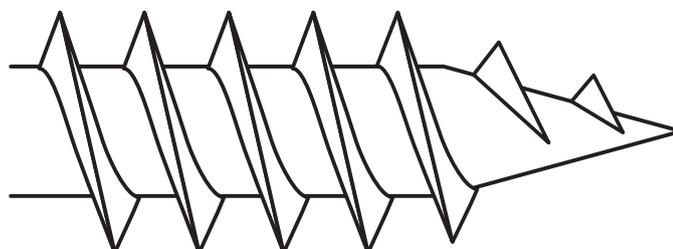


Figura 7.2 - Ponta agulha

Segundo Elhajj (2004), a escolha de um tipo específico de ligação ou fixação depende dos seguintes fatores:

- Condições de carregamento;
- Tipo e espessura dos materiais conectados;
- Resistência necessária da conexão;
- Configuração do material;
- Disponibilidade de ferramentas e fixações;
- Local de montagem, se no canteiro ou em uma fábrica ou oficina;
- Custo;
- Experiência de mão de obra;
- Normalização.

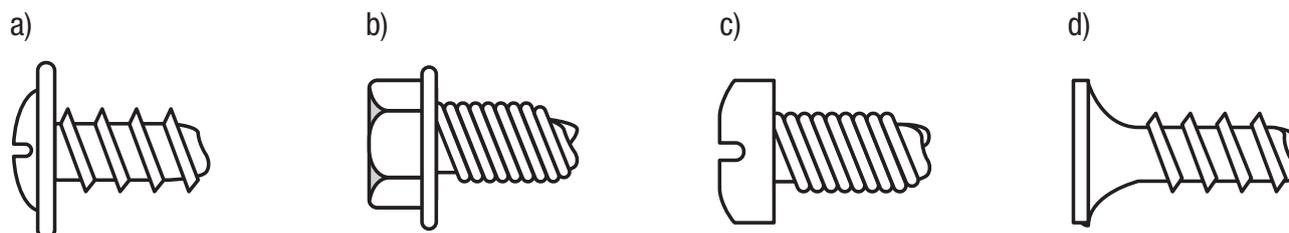


Figura 7.3 - Tipos de cabeça de parafusos mais utilizados em ligações com LSF:
a) cabeça lenticular; b) sextavada; c) painel e d) trombeta.

52.1.1. PARAFUSOS

Os parafusos autoatarraxantes e autoperfurantes são os tipos de conexão mais utilizados em construções com Light Steel Framing no Brasil, portanto, neste capítulo serão abordadas as ligações dessa natureza e suas aplicações. Existe no mercado uma série de tipos de parafusos para cada ligação específica (metal/metal, chapa/metal), possibilitando uma fixação de fácil execução tanto no canteiro como na pré-fabricação de componentes. Outro aspecto importante é que a indústria vem sempre desenvolvendo processos para aumentar a durabilidade e o desempenho dos parafusos, portanto, eles são elementos extremamente confiáveis do sistema. Os parafusos utilizados em LSF são em aço carbono com tratamento cementado e temperado, e recobertos com uma proteção zinco-eletrolítica para evitar a corrosão e manter características similares à estrutura galvanizada.

Os parafusos autoatarraxantes apresentam dois tipos de ponta: ponta broca (Figura 7.1) e ponta agulha (Figura 7.2). A espessura da chapa de aço a ser perfurada é que define o tipo de ponta a ser utilizada.

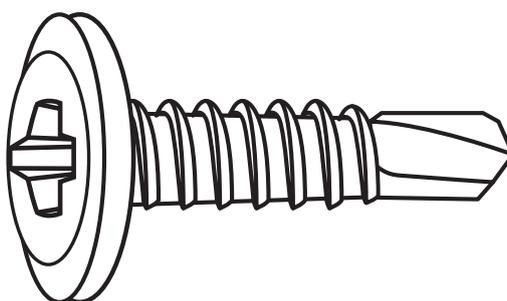


Figura 7.4 - Parafuso cabeça lenticular e ponta broca (Fonte: Ciser Parafusos e Porcas)

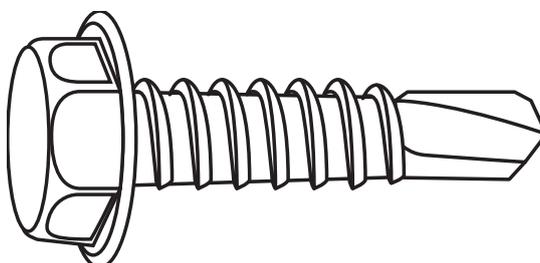


Figura 7.5 - Parafuso cabeça sextavada e ponta broca (Fonte: Ciser Parafusos e Porcas)

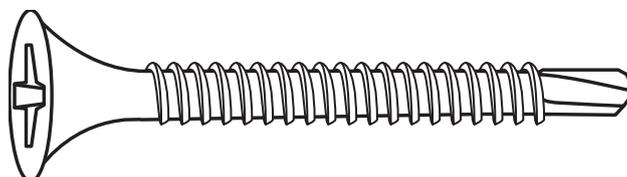


Figura 7.6 - Parafuso cabeça trombeta e ponta broca (Fonte: Ciser Parafusos e Porcas)

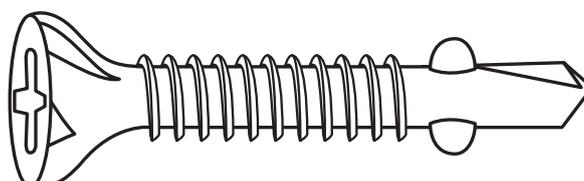


Figura 7.7 - Parafuso cabeça trombeta e ponta broca com asas (Fonte: Ciser Parafusos e Porcas)



Foto 7.1 - Parafusadeira (Fonte: Construtora Sequência)

Parafusos com ponta agulha perfuram chapas de aço com espessura máxima de 0,84 mm (Elhadj, 2004) e são recomendados para uso em perfis de aço não estruturais como os usados em drywall.

Os parafusos com ponta broca são utilizados em chapas de aço com espessura mínima de 0,84 mm (Elhadj, 2004). São muito empregados quando há a conexão de várias camadas de materiais e são os mais recomendados nas ligações de perfis estruturais.

A cabeça do parafuso define o tipo de material a ser fixado. Os parafusos com cabeça tipo lentilha, sextavada e panela são empregados para a fixação de perfis de aço entre si (ligação metal/metal). Já os parafusos com cabeça tipo trombeta servem para a fixação de placas de fechamento nos perfis de aço (ligação chapa/metal) (Figura 7.3).

Normalmente, as fendas são do tipo Phillips nº 2, exceto em parafusos sextavados, que não possuem fenda.

52.1.2. APLICAÇÕES

A seguir, os tipos de parafusos e suas aplicações em construções com o sistema LSF:

- Parafuso cabeça lentilha e ponta broca (Figura 7.4): normalmente utilizado nas ligações tipo metal/metal, ou seja, entre perfis e em fitas de aço galvanizado. Sua cabeça larga e baixa permite fixar firmemente as chapas de aço sem que estas se rasguem e sem causar abaulamentos nas placas de fechamento. É principalmente utilizado na ligação entre montantes e guias.
- Parafuso cabeça sextavada e ponta broca (Figura 7.5): também conhecido como parafuso estrutural, é utilizado na ligação entre painéis, de perfis em tesouras, enrijecedores de alma em vigas de piso e nas peças de apoio das tesouras. O perfil de sua cabeça impede que seja utilizado onde uma placa é posteriormente colocada.
- Parafuso cabeça trombeta e ponta broca (Figura 7.6): é utilizado na fixação de placas de gesso e **Placas Cimentícias**. Sua cabeça permite a total penetração no substrato, ficando rente à superfície. Disponível em diversos comprimentos dependendo da quantidade de camadas de chapas a serem fixadas.
- Parafuso cabeça trombeta e ponta broca com asas (Figura 7.7): usado na fixação de **Placas Cimentícias**. A cabeça tipo trombeta permite a total penetração no substrato. As asas, que se encontram entre a ponta e a rosca, proporcionam uma perfuração de maior diâmetro na placa, não permitindo que os filamentos do material que a compõem obstruam a perfuração. Essas asas se desprendem quando fazem contato com o perfil de aço onde se fixa a placa.

A parafusadeira é uma das ferramentas mais utilizadas em construções com LSF, pois executa as fixações por meio de parafusos nas ligações entre diversos componentes do sistema (Foto 7.1). O tipo da cabeça do parafuso e as fendas da mesma determinam qual tipo de boquilha é usado na parafusadeira para permitir sua fixação. Nas construções em LSF, basicamente se usam bits de # 2 e # 3 para os parafusos com fenda Phillips e capuz para cabeças sextavadas.

53. DIRETRIZES DE PROJETO

53.1. INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Para que seja possível explorar o potencial do Light Steel Framing como um sistema construtivo industrializado, é necessário que o arquiteto/engenheiro, além de dominar a tecnologia, incorpore ao projeto arquitetônico as ferramentas indispensáveis ao processo de industrialização da construção. Essas ferramentas proporcionam uma maior eficiência e produtividade na execução da obra, resultando em construções de qualidade, com baixo potencial de patologias e, conseqüentemente, uma maior satisfação por parte do usuário final.

O processo de industrialização da construção se inicia na concepção do projeto arquitetônico. É nessa etapa que as decisões tomadas representam mais de 70% dos custos da construção (Cambiaghi, 1997). Ou, ainda, segundo Meseguer (1991), o projeto é responsável, em média, por 40% a 45% das “falhas de serviço” em edifícios.

Por isso, é fundamental que o projeto seja pensado em conformidade com todos os seus condicionantes, pois sistemas industrializados são incompatíveis com improvisações no canteiro de obras, e a reparação dos erros pode acarretar em prejuízos tanto financeiros como de qualidade do produto final.

A industrialização está essencialmente relacionada aos conceitos de organização, repetição e padronização do produto e mecanização dos meios de produção (Bruna, 1976). Podemos definir como industrial: “O método que, entre várias modalidades de produção, é baseado essencialmente em processos organizados de natureza repetitiva, e nos quais a variabilidade incontrollável e causal de cada fase de trabalho, que caracteriza as ações artesanais, é substituída por graus predeterminados de uniformidade e continuidade executiva, característica das modalidades operacionais parcial ou totalmente mecanizadas” (Ciribini, 1958, apud Rosso, 1980).

Porém, a indústria da construção civil tradicional difere em vários aspectos da indústria de transformação e, como coloca Meseguer (1991), características peculiares da construção, tanto da natureza do processo de produção como do próprio mercado, dificultam a transposição de várias ferramentas da produção industrial para o seu ambiente, entre elas:

1. A construção civil é uma indústria de caráter nômade.
2. Seus produtos são únicos e não seriados.
3. Sua produção é centralizada, não se aplicando conceitos de produção em linha.
4. Sua produção é realizada sob intempéries.
5. Utiliza mão de obra intensiva, com pouca qualificação e com alta rotatividade.
6. Possui grande grau de variabilidade dos produtos.
7. Possui pouca especificação técnica.
8. Seu produto geralmente é único na vida do usuário.
9. Possui baixo grau de precisão, se comparado com as demais indústrias.

Contudo, isso não inviabiliza a adoção dos conceitos da indústria na construção civil. Como afirma Teodoro Rosso (1980): “Quando o produto é único e é realizado num processo sui generis, não repetitivo (one-off), não temos condições de aplicar séries de produção, mas a mecanização e outros instrumentos de industrialização são, todavia, válidos. Entretanto quase todos os produtos de processos one-off podem ser fracionados em partes ou componentes intermediários a serem fabricados por indústrias subsidiárias, facultando em geral para essas subsidiárias a produção de séries e formação de estoques. O processo final resulta, assim, apenas em operações de montagem, ajustagem e acabamento”.

Métodos apropriados aplicados desde a concepção do projeto e calcados no gerenciamento do processo de produção/construção levarão à industrialização da construção civil.

O sistema Light Steel Framing apresenta dois níveis de produção de edificações:

1. Produção de uma edificação através da montagem da estrutura “in loco” e da instalação posterior dos demais subsistemas, como fechamentos, elétrico-hidráulico, esquadrias, revestimentos, entre outros. Ou seja, a edificação é subdividida em uma série de componentes elementares que se combinam, e a execução é dada em uma sucessão de etapas ocorridas no canteiro. Nesse nível, vários componentes podem ser industrializados, porém alguns processos ainda acontecem de forma convencional.

2. Sistemas modulares pré-fabricados onde os módulos ou unidades produzidos pela indústria são transportados ao local da obra e podem vir com todos os subsistemas já instalados. Essas unidades podem constituir toda a edificação ou apenas parte dela, como ocorre com os banheiros pré-fabricados. Quanto maior o nível de industrialização no processo de construção dessas edificações, menor a quantidade de atividades no canteiro, resumindo-as à montagem e interligação das unidades, formando um sistema estrutural único. O Japão possui uma indústria altamente desenvolvida, onde edifícios e casas residenciais são construídos a partir de unidades modulares, que podem inclusive ser personalizadas através de opções de catálogo oferecidas pela indústria aos clientes.

Somente o uso de produtos provenientes da indústria não torna a construção industrializada nem significa o sucesso do empreendimento. Deve-se, antes de tudo, conceber o projeto para o sistema construtivo proposto, incorporando todas as suas propriedades, especificando e compatibilizando os seus subsistemas e componentes, e antevendo o seu processo de construção. É a filosofia de “construir no papel”.

Não é viável conceber determinado projeto usando, por exemplo, a lógica do concreto armado e depois simplesmente construí-lo utilizando o sistema LSF ou qualquer outro sistema estruturado em aço. Os resultados serão sempre insatisfatórios. A esse respeito, Coelho (2004) orientou os arquitetos:

“Utilizar o aço como elemento de construção transcende a simples substituição de um material por outro. Dentre outros aspectos, é necessário:

- a) Repensar os parâmetros tradicionais de projeto, item em que são exemplos o módulo básico vinculado à produção industrial da estrutura e os vãos compatíveis com as deformações admissíveis dos demais materiais;
- b) Estudar e compreender as propriedades e características do aço e dos materiais complementares;
- c) Definir antecipadamente os subsistemas que, junto com a estrutura, permitirão manter o grau de industrialização da construção;
- d) Incorporar à arquitetura detalhes construtivos eficientes para as interfaces entre a estrutura e as vedações. Entre outros”.

A indústria da construção tem apostado na racionalização como forma de tornar mais eficientes os processos de produção de edifícios. Na falta de sistemas construtivos totalmente industrializados, racionalizar a construção significa agir contra os desperdícios de materiais e mão de obra e utilizar mais eficientemente os recursos financeiros. Em sentido mais amplo é, portanto, a aplicação de princípios de planejamento, organização e gestão, visando eliminar a casualidade nas decisões e incrementar a produtividade do processo (Rosso, 1980).

O processo de racionalização começa ainda na fase de concepção, na análise e especificação dos componentes, na compatibilização dos subsistemas, no detalhamento, continua no processo de construção e, posteriormente, de utilização, com a observação, registro e interpretação do comportamento do produto, do seu desempenho no uso para, através da retroação, otimizar sua qualidade.

Os recursos ou ações a serem aplicados, que promovem a racionalização no processo de projeto, são:

- Construtibilidade, como um critério que deve incluir a facilidade de construção e execução das atividades no canteiro, bem como a fabricação e transporte dos componentes;
- Planejamento de todas as etapas do processo, desde a definição do produto, projetos, suprimentos, execução, até a entrega da obra;

- Uso da coordenação modular e dimensional;
- Associação da estrutura de aço a sistemas complementares compatíveis;
- Formação de equipes multidisciplinares, incluindo a participação de agentes da produção (construtoras ou montadoras), para o desenvolvimento simultâneo dos projetos;
- Coordenação e compatibilização de projetos antes da execução;
- Detalhamento técnico;
- Antecipação das decisões;
- Elaboração de projeto para produção, definindo os detalhes da execução e a sucessão da forma de trabalho;
- Existência de uma visão sistêmica comum a todos os participantes do processo.

A indústria da construção divide-se em duas partes: a da edificação propriamente dita e a de materiais de construção, subsidiária da primeira. Uma das finalidades da racionalização é integrar as duas indústrias. Para que isso ocorra, devem-se formular princípios comuns que estabeleçam uma disciplina conceitual e pragmática que permita transformar os materiais de construção em componentes construtivos de catálogo. Uma condição fundamental é a adoção do sistema de coordenação modular, como base para a normalização dos componentes construtivos.

53.2. COORDENAÇÃO MODULAR

O objetivo da coordenação modular é eliminar a fabricação, modificação ou adaptação de peças em obra, reduzindo o trabalho de montagem das unidades em seus correspondentes subsistemas e componentes funcionais. Para isso, a indústria deve disponibilizar os seus produtos dimensionados como múltiplos de um único módulo, considerado base dos elementos constituintes da edificação a ser construída. A adoção de um sistema de coordenação modular é fundamental para a normalização dos elementos de construção e é uma condição essencial para industrializar sua produção.

O Brasil adotou a coordenação modular na construção civil através da norma ABNT NBR-5706, 1977, e

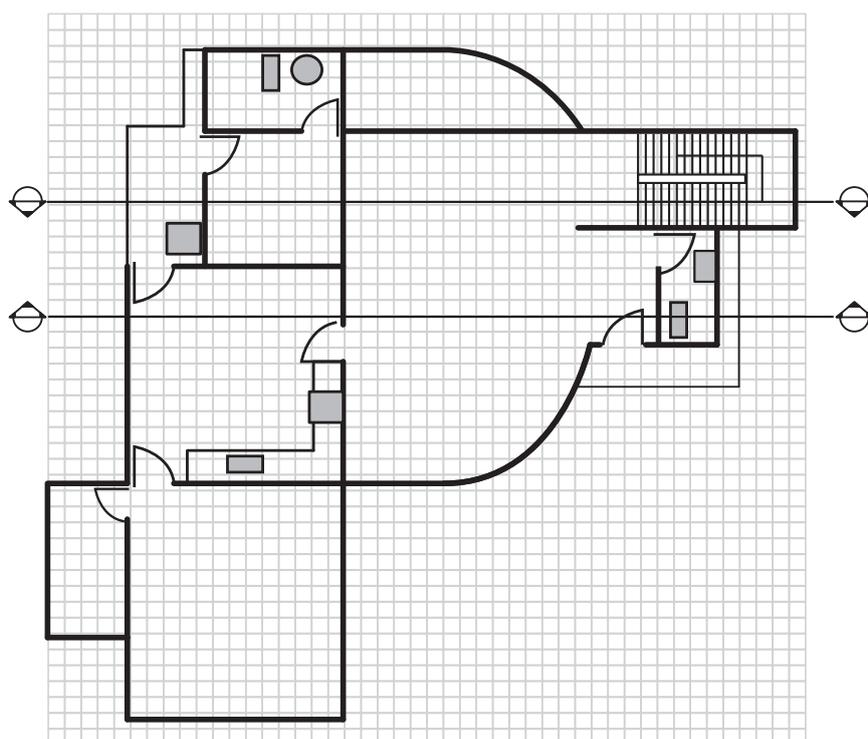


Figura 8.1 - Uso de malhas geométricas modulares para projetos de arquitetura em LSF

estabeleceu o módulo básico (M) com um decímetro, ou seja, 10 cm. O módulo básico desempenha três funções essenciais:

1. É o denominador comum de todas as medidas ordenadas.
2. É o incremento unitário de toda e qualquer dimensão modular a fim de que a soma ou a diferença de duas dimensões modulares seja também modular.
3. É um fator numérico, expresso em unidades do sistema de medidas adotado ou a razão de uma progressão.

A metodologia básica para a aplicação da coordenação modular na construção civil é conseguida através da integração dos subsistemas e componentes de uma edificação a uma malha modular que permita a coordenação de todas as informações do projeto.

53.3. MALHAS MODULARES

O uso de malhas ou reticulados, planos ou espaciais, serve de base tanto para a estrutura principal como para os outros componentes e subsistemas que também obedecem a um padrão de coordenação modular. Seu objetivo é relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares.

As malhas ou reticulados possibilitam posicionar e inter-relacionar os elementos estruturais, as vedações, esquadrias, instalações e tantos outros componentes que obedecem a uma disciplina modular, permitindo um melhor aproveitamento dos materiais, gerando um mínimo de cortes e desperdícios. E funcionam como elo de intercâmbio facilitador entre a coordenação funcional, volumétrica e, principalmente, estrutural da edificação. É sobre ela que serão lançadas as concepções estruturais, que guardarão relações de proporção com os outros elementos do edifício (Firmo, 2003).

O sistema de referência de uma edificação deve ser constituído por um conjunto de planos, linhas e pontos introduzidos durante o processo de projeto, com o fim de facilitar o trabalho em cada etapa da edificação. Essencialmente se trata de uma organização geométrica em que todas as partes estão inter-relacionadas. A base é o reticulado modular de referência que pode ser plano ou espacial, onde são posicionados a estrutura, as vedações, as esquadrias e outros equipamentos, isolados ou em conjunto.

Basicamente, a distância entre duas linhas do reticulado ou de dois planos do reticulado espacial deve ser o módulo básico (10 cm) para que, a partir dele, todas as outras medidas possam ser correlacionadas. Porém, os reticulados ou malhas podem usar como base a modulação da estrutura, contanto que sejam múltiplos ou submúltiplos do módulo (Figura 8.1).

Segundo Rosso (1976), na prática do projeto modular, é aconselhável proceder à consideração dos detalhes logo após o primeiro esboço. Isso decorre da consideração de que o desenho livre das partes do edifício, em função de uma livre execução na obra, não é mais possível, pois todos estão sujeitos a uma disciplina comum. Porém, é um engano supor que projetos concebidos a partir de malhas e componentes modulares gerem uma arquitetura plasticamente pobre e repetitiva. A infinidade de combinações e arranjos permite uma grande flexibilidade, nas mais variadas linguagens arquitetônicas. A grande vantagem é que os critérios técnicos são claramente definidos, já que, para garantir a qualidade de uma edificação estruturada em aço, devem-se considerar a tecnologia empregada e a qualidade e compatibilidade dos materiais utilizados.

Franco (1992) afirma que, ao se estabelecer um sistema de coordenação que conjugue as características dimensionais dos materiais e componentes constituintes do sistema e o processo de produção, pretendem-se alcançar os seguintes benefícios:

- Simplificação da atividade de elaboração do projeto;
- Padronização de materiais e componentes;
- Possibilidade de normalização, tipificação, substituição e composição entre componentes padronizados;
- Diminuição dos problemas de interface entre componentes, elementos e subsistemas;

- Facilidade na utilização de técnicas pré-definidas, facilitando inclusive o controle da produção;
- Redução dos desperdícios com adaptações;
- Maior precisão dimensional;
- Diminuição de erros da mão de obra, com conseqüente aumento da qualidade e da produtividade.

53.4. PROJETO PARA PRODUÇÃO

Para Barros (2003), o atual processo de projeto, que enfatiza a definição do produto sem levar em conta as necessidades de produção, pouco contribui para o avanço tecnológico nos canteiros de obra.

No processo construtivo tradicional, os projetos executivos que chegam ao canteiro geralmente informam apenas as especificações do produto e o dimensionamento necessário, indicando as formas finais do edifício no caso do projeto arquitetônico, ou as características técnicas dos subsistemas, sem contribuir para o modo como as operações devem se suceder. A falta de compatibilização entre subsistemas é comum, resultando em problemas que, na maioria das vezes, são resolvidos pelo próprio pessoal de obra. Assim, frequentemente, as decisões de como construir são tomadas no próprio canteiro.

Melhado (1994) fornece um conceito mais abrangente de projeto quando afirma que o projeto de edifícios deve extrapolar a visão do produto ou da sua função, devendo ser encarado também sob a ótica do processo da construção. O projeto deve incluir, além das especificações do produto, também as especificações dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para executar o seu processo de construção.

Assim, como conclui Taniguti (1999), para evoluir no processo de produção de edifícios, é necessário melhorar o processo de elaboração do projeto, considerando simultaneamente os vários subsistemas, bem como o conteúdo do projeto, o qual, além da forma do produto, deve apresentar também o aspecto de como produzir.

Quando a indústria da construção trabalha com sistemas construtivos racionalizados e/ou industrializados, é essencial que o projeto, além de focar o produto, contemple também o modo de produção, para que realmente possa se explorar o potencial produtivo e se atingir os resultados esperados.

O projeto para a produção é definido por Melhado (1994) como um conjunto de elementos de projeto elaborado de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de:

- Disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço;
- Uso de equipamentos;
- Arranjo e evolução do canteiro;
- Dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

O papel essencial do projeto para a produção é o de encontrar soluções construtivas para determinado projeto, concebido para uma certa tecnologia, inserindo as condicionantes de racionalização e construtibilidade, a fim de dar suporte a atividade de execução, através de um processo de produção seriado e definido, permitindo o seu controle, garantindo a qualidade desejada para o produto e redução dos custos e desperdícios.

O projeto para produção não deve ser confundido com o projeto de um subsistema da edificação, não é apenas o detalhamento genérico que viabiliza as operações no canteiro.

Como se sabe, o processo de produção de edifícios é uma atividade multidisciplinar que envolve a participação de diferentes profissionais e projetistas, o que significa a necessidade de uma maior integração entre as diversas disciplinas de projeto (arquitetura, estrutura, instalações, vedações, fundações etc.), bem como entre essas disciplinas e as atividades da produção.

O elemento de ligação entre essas diversas disciplinas é a coordenação de projetos, que é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto, voltada à integração dos requisitos e das decisões de

projeto. A coordenação deve ser exercida durante todo o processo de projeto, e tem como objetivo facilitar a interatividade entre os diversos membros e equipes, a fim de melhorar a qualidade dos projetos a serem desenvolvidos e promover sua compatibilização.

A coordenação de projetos pode ser exercida por uma equipe da própria construtora, pelo escritório de arquitetura ou por um profissional ou empresa especializada.

A coordenação de projetos não vai resolver por si só todas as incongruências e não conformidades existentes entre os projetos. Deve existir em comum, entre todos os agentes participantes, uma visão sistêmica do processo de produção e do produto/edificação, resultando em um todo harmônico e integrado. Novaes (1996) apud Silva (2003) afirma que essa condição só será alcançada a partir da “adoção de uma visão sistêmica do comportamento dos subsistemas de um edifício, através da elaboração dos projetos para cada subsistema, e seus componentes, compatibilizada com as dos demais, em respeito às necessidades particulares de cada um e globais do edifício, visto como um organismo em funcionamento”.

53.5. DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ARQUITETURA

A seguir, serão apresentados alguns requisitos para a elaboração de projetos de arquitetura em LSF. O objetivo é orientar os profissionais em aspectos essenciais para garantir edificações mais eficientes, resultado de concepções planejadas e adequadas ao sistema LSF, e também para permitir a racionalização do processo construtivo.

53.5.1. ESTUDO PRELIMINAR

É importante, desde a concepção do projeto, se pensar na forma de produzir ou construir. Portanto, já no estudo preliminar, devem ser considerados os conceitos e condicionantes estruturais.

O uso de malhas ou reticulados modulares planos e espaciais permite relacionar, em um primeiro momento, a modulação da estrutura e os painéis de fechamento. O reticulado modular de referência deve considerar o módulo básico de 10 cm, uma vez que é a partir dele que se referenciam as dimensões dos componentes. Porém, malhas de maiores dimensões devem ser utilizadas para o projeto a fim de facilitar a criação e o desenho, contanto que sejam múltiplos do módulo fundamental. Para projetos com LSF, pode ser empregada uma malha ou reticulado plano de 1200 mm x 1200 mm, uma vez que, no estudo preliminar, o arquiteto não tem ainda a informação precisa se a modulação estrutural será de 400 ou 600 mm. Portanto, quando se usa essa malha múltipla tanto de 400 como 600 mm, permite-se que posteriormente o projeto seja adequado a qualquer das opções determinadas pelo projeto estrutural. Também essa modulação de malha possibilita que desde os primeiros esboços se considere a otimização no uso das placas de fechamento, uma vez que a maioria desses componentes utiliza essa dimensão.

Deve-se conceber um projeto coerente com o estágio tecnológico da construtora, ou seja, os métodos de construção e montagem adotados pela empresa devem refletir na complexidade e escolha de componentes da edificação.

53.5.2. ANTEPROJETO

Nessa etapa, é essencial dominar o uso dos materiais e componentes que fazem parte da construção, para uma melhor especificação e integração desses materiais, de acordo com a situação.

É preciso atentar para o uso a que se destina o edifício e o clima local a fim de considerar o padrão de acabamento e os critérios de desempenho termoacústico, uma vez que várias configurações são possíveis no projeto de vedações. Essas condições são determinantes na escolha dos componentes de fechamento vertical e tipo de laje.

Especificar o tipo de revestimento e acabamento, para que seu peso próprio seja considerado no projeto estrutural. Nessa etapa, anteprojeto de estrutura, fundações e instalações devem ser desenvolvidos simultaneamente, e as interferências entre os subsistemas já devem ser consideradas.

Compatibilizar o projeto arquitetônico com as dimensões dos componentes de fechamento a fim de otimizar a modulação horizontal e vertical dos mesmos.

Especificar esquadrias, formas de fixação e as folgas necessárias para tal, compatibilizar a paginação dos componentes de fechamento com as aberturas de esquadrias. Otimizar a dimensão e localização das aberturas com a localização dos montantes considerando a modulação.

Proporcionar estanqueidade ao ar e água da estrutura através de componentes de impermeabilização e fechamento. Ou seja, os perfis galvanizados nunca devem estar aparentes.

Definir a viabilidade de concentrar as passagens das prumadas em “shafts”, visando menor interferência com a execução das vedações e estruturas.

Definir o uso e tipo de sistema de água quente, ar-condicionado e calefação.

Sempre que possível lançar o layout das peças fixadas aos painéis dos ambientes para prever a colocação de reforços.

53.5.3. PROJETO EXECUTIVO E DETALHAMENTO

Essa fase é caracterizada pelo processo de compatibilização entre subsistemas e elaboração dos projetos executivos e de detalhamento, considerando as peculiaridades do sistema construtivo, e o nível de racionalização do processo. Portanto, os projetos executivos de arquitetura diferem dos projetos para construções convencionais que abordam e fornecem informações de forma genérica. Quanto mais preciso e detalhado o projeto, maior o desempenho e qualidade na montagem da edificação.

Apesar de não ser comum o dimensionamento dos projetos arquitetônicos em milímetros, a precisão milimétrica deve ser considerada, uma vez que a estrutura de aço proporciona um sistema construtivo muito preciso e todos os demais componentes devem acompanhar esse pré-requisito. Portanto, apesar de não ser condição essencial que as cotas do projeto executivo sejam apresentadas em milímetros, todo o projeto deve ser pensado nessa grandeza, e o detalhamento, principalmente da interface entre subsistemas, deve preferencialmente ser apresentado nessa escala.

Esse procedimento se mostra particularmente importante quando no detalhamento das interfaces. Consideramos que mesmo que os componentes elementares da construção sejam fabricados segundo os critérios de coordenação modular, todo material está sujeito a variações de milímetros que decorrem de erros de fabricação e de posição, ou de dilatações e contrações diferentes devido à natureza de cada um. Portanto, esses aspectos devem ser apreciados a fim de se evitar patologias posteriores.

A elaboração do projeto executivo está inicialmente atrelada à compatibilização do projeto estrutural com o arquitetônico. Posteriormente, devem-se compatibilizar esses projetos com o de instalações, identificando, analisando e solucionando as interferências.

Elaborar projetos de vedações internas e externas atendendo ao projeto estrutural, já que é na estrutura que os componentes são fixados, compatibilizando e integrando com os outros subsistemas. A paginação dos componentes de fechamento deve otimizar a modulação vertical e horizontal, ser compatível com as aberturas e, quando necessário, com seu uso como diafragma rígido. Quando os componentes de fechamento não desempenharem a função estrutural, identificar e solucionar sua interferência com o uso de contraventamentos.

Especificar e detalhar o tipo de juntas de união (aparente ou invisível) de dessolidarização e movimentação das placas de fechamento, incorporando sempre que necessário esses detalhes ao projeto de arquitetura. É importante considerar também a deformabilidade da estrutura e as variações higrótérmicas dos materiais no detalhamento das juntas.

Identificar e solucionar a interferência de pontos hidráulicos de pias, vasos sanitários, chuveiros, tanques e outros, com a posição dos elementos estruturais, principalmente contraventamentos e montantes.

Especificar e detalhar o tipo de revestimento de áreas molháveis e o uso de materiais como piso box e outros.

Detalhar a interface painéis/esquadrias, caracterizando o tipo de material (alumínio, madeira, aço, PVC etc.), o modo de fixação, componentes de proteção dessas aberturas, tais como peitoris, pingadeiras e alisares.

54. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

NBR-10152: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

NBR-6355: Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização. Rio de Janeiro, 2003.

NBR-5706: Coordenação modular da construção. Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BLOCOS E CHAPAS DE GESSO - Abragesso. Manual de montagem de sistemas drywall. São Paulo: Pini, 2004.

BARROS, M. M. 8.; SABBATINI, F. H. Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo: EPUSP, 2003. 24 p. (Boletim técnico BT/PCC/172).

BATEMAN, B. W. Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction. Texas: Department of construction science of A&M University, College Station, 1998.

BAUERMANN, M. Uma investigação sobre o processo de projeto em edifícios de andares múltiplos em aço. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2002.

BRASILIT. Sistema construtivo com **Placas Cimentícias** - paredes internas e externas: catálogo. São Paulo, 2010.

BROCKENBROUGH, R. L. & ASSOCIATES. Shear wail design guide. Washington: American Iron and Steel Institute (AISI), 1998.

BRUNA, P. J. V. Arquitetura, industrialização e desenvolvimento. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1976.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aços revestidos (steel framing) - Requisitos e Condições Mínimos para Financiamento pela Caixa. Disponível em: http://www.cbca-ibs.org.br/biblioteca_manuais_caixa.asp. Acesso em: fev. 2004.

CAMBIAGHI, H. Projeto frente às novas tecnologias. Disponível em <http://www.asbea.org.br/midia/artigos/cambiaghilprojtech>. Acesso em: abr. 2005.

CARDÃO, Celso. Técnica da Construção Vol. 2. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1964.

CIOCCHI, Luiz. Revestimento em régua paralelas. Revista Techné, São Paulo, nº 76, p. 54-56, jul. 2003.

CIRIBINI, G. Architettura e indústria, lineamenti di técnica della produzione edilizia. Milano: Ed. Tamburini, 1958.

COELHO, R. A. Sistema construtivo integrado em estrutura metálica. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

COELHO, R. A. Interpretando a psicologia e a personalidade de cada material. Revista Mais Arquitetura. São Paulo, nº 58, p. 72. abr. 2004.

CONSTRUTORA SEQUÊNCIA. Portfólio de Obras. Disponível em: http://www.construtoorasequencia.com.br/portfolio_obrassteel.htm. Acesso entre set. 2003 e mar. 2005.

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

- CRASTO, R. C. M. Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados - Light Steel Framing. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.
- DAVIES, J. Michael. Light gauge steel framing systems for low-rise construction. In: encontro nacional de construção metálica e mista, 2. Anais ... 1999, Coimbra.
- DIAS, Luís Andrade de Mattos. Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem. São Paulo: Zigurate Editora, 1997.
- DIAS, Luís Andrade de Mattos. Aço e arquitetura: estudo de edificações no Brasil. São Paulo: Zigurate Editora, 2001.
- ELHAJJ, Nader R.; CRANDELL, Jay. Horizontal diaphragm values for cold-formed steel framing. Upper Marlboro, MO: National Association of Home Builders (NAHB), 1999.
- ELHAJJ Nader; BIELAT, Kevin. Prescriptive method for residential cold-formed steel framing. USA: North American steel framing Alliance (NASFA), 2000.
- ELHAJJ, Nader. Fastening of light frame steel housing: an international perspective. Upper Marlboro, MO: National Association of Home Builders (NAHB), 2004.
- Residential steel framing: fire and acoustic details. Upper Marlboro, MO: National Association of Home Builders (NAHB), 2002.
- FRECHETTE, Leon A. Building smarter with alternative materiais. Disponível em: <http://www.build-smarter.com>. Acesso em: out. 2004.
- FIRMO, C. Estruturas tubulares enrijecidas por superfícies de dupla curvatura (hiperbólica). Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2003.
- FRANCO, L. S. Aplicação de Diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- GARNER, Chad J. Guia do construtor em steel framing. Tradução de Sidnei Palatnik. Disponível em: <http://www.cbca-ibs.org.br/>. Acesso em: mar. 2004.
- GERGES, Samir N. Y. Ruído: fundamentos e controle. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.
- GÓMEZ, G. O. Acústica aplicada a la Construcción: El Ruido. Santiago de Cuba: Ed. ISPJAM, 1988.
- GRUBB, P. J.; LAWSON, R. M. Building design using cold formed steel sections: construction detailing and practice. Berkshire: Steel Construction Institute (SCI) Publication, 1997.
- HOLANDA, E. P. Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: diretrizes para o treinamento da mão de obra. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Sistema Lafarge Gypsum: paredes de chapas de gesso acartonado. São Paulo: Divisão de Engenharia-Civil, 2002. (Referência técnica n° 17)
- INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUTE. Inovações em aço: construções residenciais em todo o mundo. Bruxelas: International Iron and Steel Institute, 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 1006: Building construction - Modular coordination: Basic Module. Londres, 1983.

ISO 6241: Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered. Londres, 1984.

KINSLER, L. E.; FREY, A. R.; COPPENS, A. B.; SANDERS, J.v. Fundamentals of Acoustics. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.

KRÜGER, P. von. Análise de Painéis de Vedação nas edificações em estrutura metálica. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.

LABOUBE, Roger. Design guide for coldformed steel trusses. Washington: American Iron and Steel Institute (AISI), 1995.

LOTURCO, Bruno. Chapas cimentícias são alternativa rápida para uso interno ou externo. Revista Técnica, São Paulo, nº 79, p. 62-66. PINI, out. 2003.

MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MESEGUER, A. G. Controle e garantia da qualidade na construção. Trad. Roberto Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho, Paul Roberto do Lago Helene, São Paulo, Sinduscon - SP/ Projeto/PW, 1991.

MICHAELIS. Dicionário Prático Inglês-Português/Português-Inglês. São Paulo: Melhoramentos, 1987.

MOLITERNO, Antonio. Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 2003.

NOVAES, C. C. Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais. 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

PEREIRA JUNIOR, Cleber José. Edifícios de Pequeno Porte Contraventados com Perfis de Chapa Fina de Aço. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

PETTERSON, Eduard. Arquitectura Minimalista. Barcelona: Atrium Group de Ediciones y Publicaciones, S. L., 2001.

PINTO, M. A. V. Avaliação térmica de edifícios em estrutura metálica. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.

RODRIGUES, F. C. Light Steel Framing - engenharia. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2005.

ROSSO, T. Racionalização da construção. São Paulo: Ed. FAU-USP, 1980.

ROSSO, T. Teoria e prática da coordenação modular. São Paulo: Ed. FAU-USP, 1976.

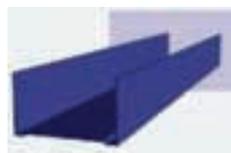
SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: Formulação e Aplicação de Metodologia. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SABBATINI, F. H. Formulação e Aplicação de uma Metodologia. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SABBATINI, F. H. O Processo de Produção das Vedações Leves de Gesso Acartonado. In: Seminário de Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios: Vedações Verticais, São Paulo. 1998. Anais ... São Paulo: PCC/ TGP, 1998, p. 67-94.

55. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E CÓDIGOS DOS PRODUTOS

Imagem	Código	Descrição
	281042005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 4 mm X 1,20 X 2,00 m
	281042405	Placa Cimentícia Impermeabilizada 4 mm X 1,20 X 2,40 m
	281043005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 4 mm X 1,20 X 3,00 m
	281062005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 6 mm X 1,20 X 2,00 m
	281062405	Placa Cimentícia Impermeabilizada 6 mm X 1,20 X 2,40 m
	281063005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 6 mm X 1,20 X 3,00 m
	281082005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 8 mm X 1,20 X 2,00 m
	281082405	Placa Cimentícia Impermeabilizada 8 mm X 1,20 X 2,40 m
	281083005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 8 mm X 1,20 X 3,00 m
	281102005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 10 mm X 1,20 X 2,00 m
	281102405	Placa Cimentícia Impermeabilizada 10 mm X 1,20 X 2,40 m
	281103005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 10 mm X 1,20 X 3,00 m
	281122405	Placa Cimentícia Impermeabilizada 12 mm X 1,20 X 2,40 m
	281123005	Placa Cimentícia Impermeabilizada 12 mm X 1,20 X 3,00 m
	282062005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 6 mm X 1,20 X 2,00 m
	282062405	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 6 mm X 1,20 X 2,40 m
	282063005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 6 mm X 1,20 X 3,00 m
	282082005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 8 mm X 1,20 X 2,00 m
	282082405	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 8 mm X 1,20 X 2,40 m
	282083005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 8mm X 1,20 X 3,00 m
282102005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 10 mm X 1,20 X 2,00 m	
282102405	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 10 mm X 1,20 X 2,40 m	
282103005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 10 mm X 1,20 X 3,00 m	
282122405	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 12 mm X 1,20 X 2,40 m	
282123005	Placa Cimentícia Impermeabilizada rebaixada 12 mm X 1,20 X 3,00 m Conforme procedimento na página 07	
	273030056	Primer para juntas invisíveis - balde 5 kg Conforme procedimento na página 32

	285005004	Cordão Delimitador para Juntas - rolo com 100 m Conforme procedimento na página 32
	273030036	Massa para Juntas Invisíveis - balde 5 kg Conforme procedimento na página 32
	273030046	Massa para Juntas Invisíveis - balde 15 kg Conforme procedimento na página 32
	273030015	Massa para Acabamento - balde 5 kg Conforme procedimento na página 32
	273999976	FibroTape 5,0 cm X 45,7 m
	273999986	FibroTape 10,1 cm X 45,7 m Conforme procedimento na página 32
	285000001	Parafuso Placa 4,2 X 32 mm com asas cx. 500 Conforme procedimento na página 25
	285001004	Parafuso Placa 4,2 X 32 mm sem asas cx. 500 Conforme procedimento na página 25
	285004004	Parafuso Metal / Metal 4,2 X 13 mm cx. 1.000 Conforme procedimento na página 150
	285003004	Guia de steel framing 0,95 mm X 90 mm X 3,00 m
	285003024	Guia de steel framing 0,95 mm X 140 mm X 3,00 m
	285003044	Guia de steel framing 0,95 mm X 200 mm X 3,00 m
	285003014	Montante de steel framing 0,95 mm X 90 mm X 3,00 m
	285003034	Montante de steel framing 0,95 mm X 140 mm X 3,00 m
	285003054	Montante de steel framing 0,95 mm X 200 mm X 3,00 m Conforme procedimento na página 94
	285040004	Barreira de água e vento Tyvek® HomeWrap® Conforme procedimento na página 36



www.brasilit.com.br

Rede de Vendas: 0800 11 6299

Março/2011 - Todas as informações e imagens contidas neste material são de propriedade da **Brasilit**.
As cores deste material são ilustrativas, podendo haver variações no processo de impressão.
Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida por quaisquer meios sem prévia autorização da **Brasilit**.
A **Brasilit** se reserva o direito de alterar as informações contidas neste guia sem prévio aviso, quando julgar necessário.