

	<p>Produto:</p> <p><b>Sistema construtivo modular “Casas Fischer” - painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido.</b></p> 	
<p>Avenida Unisinos, 950 Bairro Cristo Rei São Leopoldo/RS</p>	<p>Proponente <b>IRMÃOS FISCHER S/A</b> Endereço: Rod. Antônio Heil, Km 23, 5600 CEP: 88352-502 – Brusque – Santa Catarina Tel.: (47) 3251-2000 / (47)3350-1060 Home page: <a href="http://www.fischer.com.br">www.fischer.com.br</a> Email: <a href="mailto:fischer@fischer.com.br">fischer@fischer.com.br</a></p>	
<p><b><u>Emissão</u></b> Julho de 2025</p> <p><b><u>Validade</u></b> Junho de 2028</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA LACTEC, transferida para a ITA UNISINOS e a decisão dos Técnicos Especialistas, conforme Portaria nº 3.259 de 29 de dezembro de 2020, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a Coordenação Geral de Desenvolvimento Institucional – CGDI, resolveu conceder ao "Sistema construtivo modular Casas Fischer/Painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido" o Documento de Avaliação Técnica nº 038 B. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto e às condições expressas neste Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p><b>DATEC</b> <b>Nº 038B</b></p>
<p>Limites da avaliação técnica do produto – Sistema construtivo formado por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do produto em unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas;</li> <li>• Para a avaliação do produto, considerou-se como elementos inovadores as paredes externas, internas e a cobertura formadas por painéis pré-fabricados, estes constituídos por chapas delgadas de aço galvanizado preenchidas por PIR (poliisocianurato);</li> <li>• Os componentes e elementos convencionais não estão contemplados nessa avaliação, mas devem atender às normas técnicas correspondentes. Foi analisada apenas a influência destes no desempenho do produto na interface com as paredes (como por exemplo: fundação e sistema de piso);</li> <li>• O desempenho térmico foi avaliado para as 8 zonas bioclimáticas, constantes da ABNT NBR 15220-3, considerando uma unidade habitacional térrea isolada composta pelos painéis de paredes e cobertura descritos no item 1;</li> <li>• Os ensaios para a determinação do desempenho acústico foram realizados em campo e em laboratório (parede cega), seguindo os métodos prescritos na ABNT NBR 15575-4;</li> <li>• A estanqueidade à água foi avaliada por meio de ensaios laboratoriais, visitas às obras e análise de projetos considerando as interfaces entre painéis, painéis e fundação e interfaces dos painéis com esquadrias. A estanqueidade à água das esquadrias deve atender às normas técnicas existentes;</li> <li>• O comportamento das juntas entre painéis, das interfaces entre painéis e cobertura e das interfaces entre painéis e esquadrias deve ser objeto de monitoramento constante, em razão da limitação de se avaliar tal comportamento ao longo do tempo, principalmente com relação a</li> </ul>		

passagem de água. Os métodos de manutenções e formas de avaliação estão descritas no item 4.3.5.

## 1 Descrição do produto

Sistema construtivo modular desenvolvido e produzido pela Irmãos Fischer S/A, constituído por painéis de parede e telhado, destinado à construção de casas térreas isoladas (Figura 1 e Figura 2). Os painéis de parede, constituídos por duas chapas de aço galvalume pré-pintadas, preenchidas por poliisocianurato (PIR), possuem função estrutural e tem espessura de 60 mm. As chapas de aço são pré-pintadas de fábrica, não havendo necessidade de pintura após a montagem da casa.

O sistema de cobertura da casa é composto por estrutura metálica e painéis de telhado tipo sanduíche, constituídos por duas chapas de aço galvalume preenchidas por PIR, totalizando 30 mm para a menor espessura e 70 mm no trapézio, conforme Figura 3.

As instalações elétricas são embutidas nos painéis de parede e as instalações hidráulicas e sanitárias são externas e protegidas por shafts.



Figura 1- Projeto da casa.



Figura 2- Casa em construção.

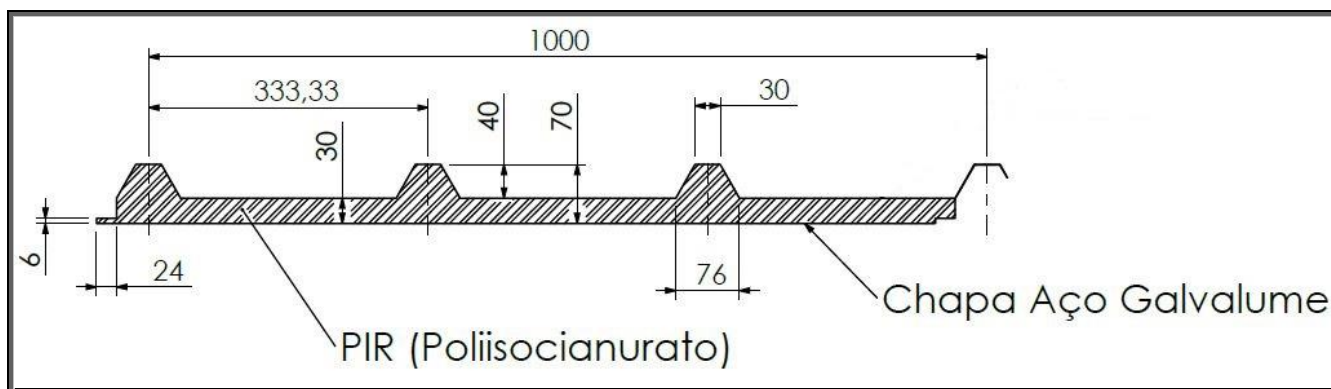


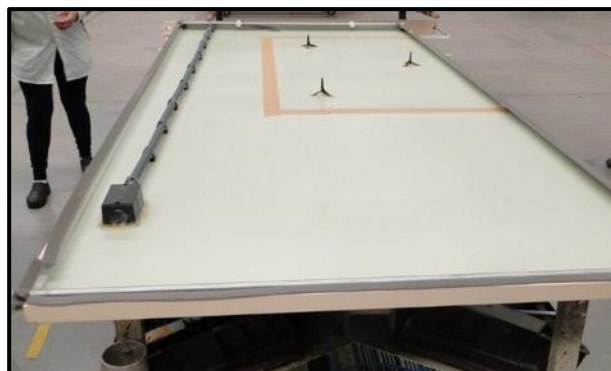
Figura 3- Seção transversal do painel de telhado (Dimensões em mm).

A produção dos painéis é realizada em ambiente industrial totalmente automatizado (etapas de corte, perfuração e dobra das chapas de aço), como ilustra a Figura 4, por meio de linhas produtivas de alta performance regidas pela ABNT NBR ISO 9001. Em etapa manual é realizado o posicionamento

de eletrodutos para instalação elétrica, tubos para passagem dos cabos tensores e demais componentes de acordo com o projeto, conforme mostra a Figura 5. Posteriormente é realizada a injeção de PIR no interior dos painéis.



**Figura 4- Linha de produção**



**Figura 5 - Instalação de componentes no painel.**

### **1.1. Condições e limitações de uso**

Não são permitidas sobrecargas às paredes além dos limites normais de utilização previstos no projeto, bem como aberturas de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou modificações do layout.

Para a execução de furações nos painéis, como instalação de ar condicionado, é necessário consultar o manual de uso, operação e manutenção, que apresenta condições e limitações para a realização dos trabalhos. A passagem de tubulação de gás é realizada durante o processo de construção, conforme especifica em detalhes o manual de montagem da casa modular Fischer.

As tubulações hidrossanitárias devem ser posicionadas externamente às paredes, em shafts conforme as especificações do projeto. Os cuidados na utilização constam do manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

O sistema construtivo somente pode ser utilizado em ambientes rurais e urbanos (classes de agressividade ambiental I e II, conforme ABNT NBR 6118 e Diretriz SiNAT n°10).

Tubulações elétricas são embutidas no processo de fabricação, e também posicionadas nos vãos entre painéis e cobertura (canaletas elétricas) destinados para este fim.

Todos os demais materiais de construção e sistemas prediais convencionais utilizados (fechaduras, pisos, tintas etc.), devem atender suas respectivas normas da ABNT. Dar preferência a empresas que participam de programas setoriais da qualidade (PSQ's).

Ampliações no sistema construtivo são permitidas desde que sigam as orientações apresentadas no item 4.3.9.

## **2 Diretriz para avaliação técnica**

A avaliação técnica foi realizada de acordo com a Diretriz SiNAT n° 010 - "Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido", de fevereiro de 2014.

### 3 Informações e dados técnicos

O protótipo utilizado para a homologação é constituído por 2 dormitórios, 1 banheiro e 1 sala/cozinha conjugada, totalizando 39,41 m<sup>2</sup>. A casa modular Fischer possui beiral de 600 mm em todo perímetro externo da cobertura, calçada externa em todo perímetro com 700 mm de largura e com inclinação mínima de 1% em direção oposta às paredes da edificação, com desnível mínimo de 50 mm em relação ao piso das bases de parede, conforme exemplifica a planta baixa exposta na Figura 6.

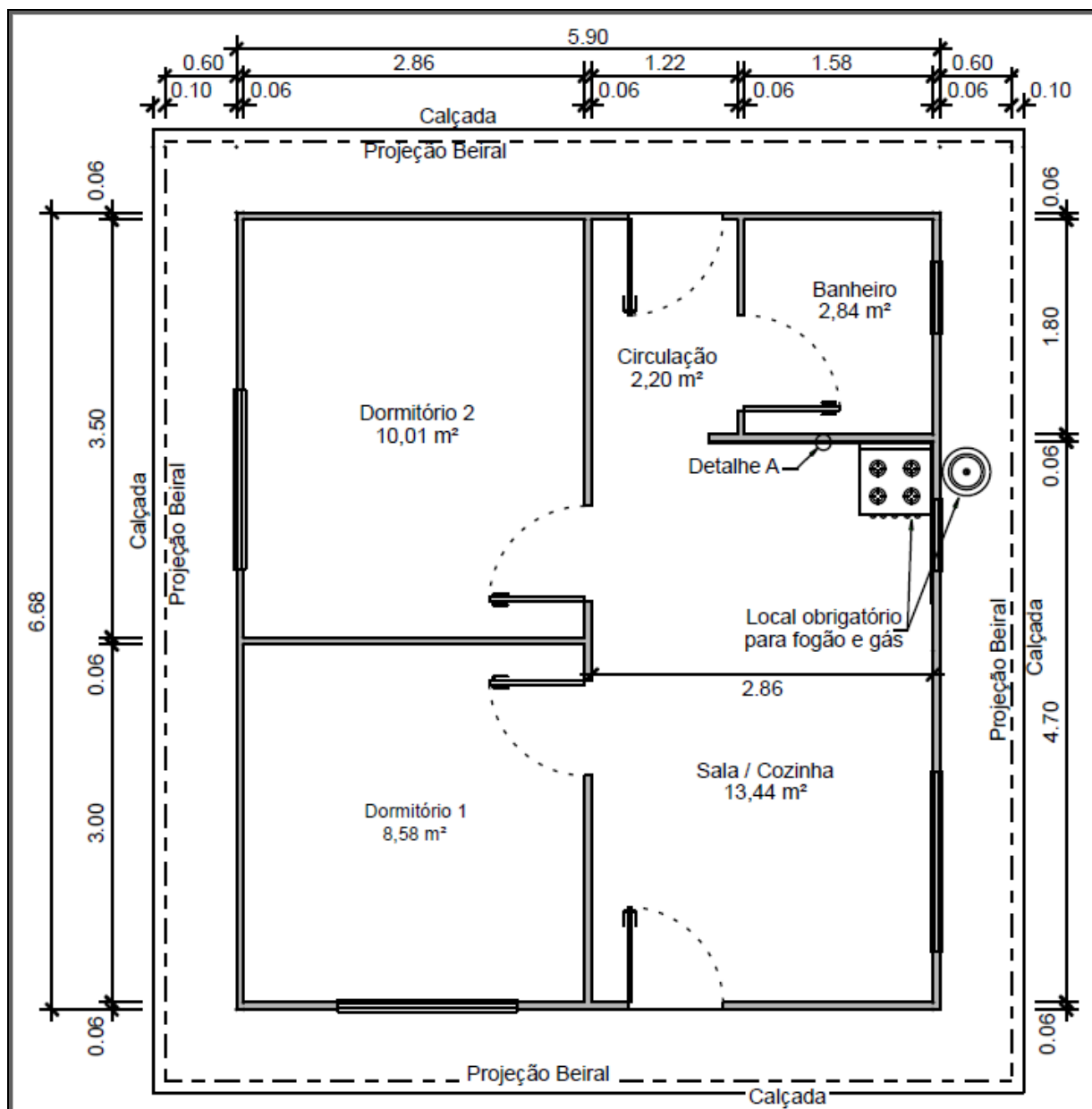


Figura 6 - Layout da residência (protótipo analisado).

#### 3.1 Principais componentes, elementos e interfaces

##### a) Painéis de parede:

Painéis sanduiche compostos por duas chapas de aço galvalume pré pintadas, com revestimento de proteção contra corrosão constituído em peso por 55% Al, 43,5% Zn e 1,5% Si, as chapas têm

espessura de 0,50 mm, sendo preenchidos por Poliisocianurato (PIR) com espessura de 59 mm, totalizando painéis de parede com 60 mm de espessura e aproximadamente 4,57 kg/m².

Existem três tipos básicos de painéis: módulo liso, módulo “L” e módulo “T” (Figura 7), que são unidos por encaixe macho/fêmea, contraventados por cabos de aço e fixados na fundação.

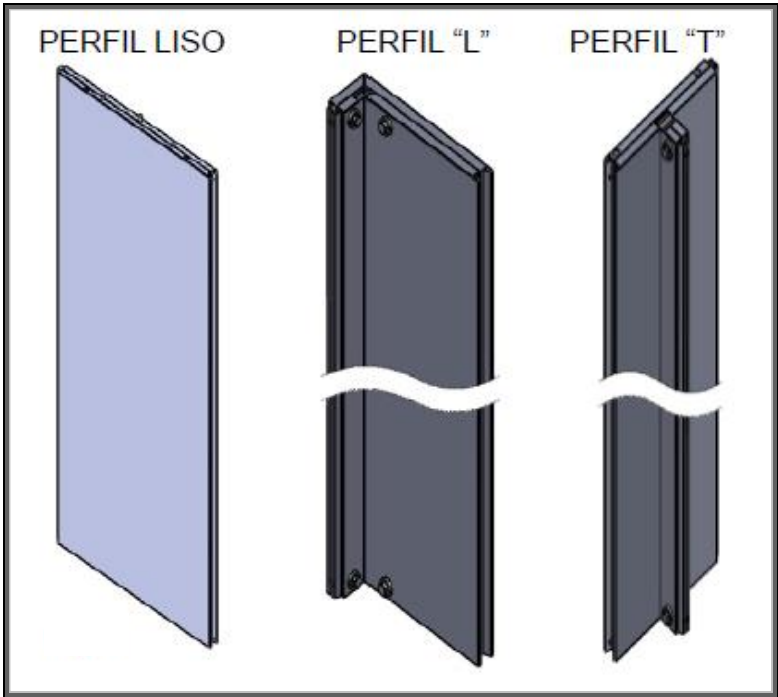


Figura 7- Tipos de painéis sanduíche (perfil liso / perfil “L” / perfil “T”).

Na Tabela 1 estão apresentadas as características dimensionais dos painéis utilizados no sistema construtivo em estudo.

Tabela 1 – Características dimensionais dos painéis

Tipo de painel	Identificação (painel)	Dimensões (largura x altura x espessura)
	A	(1,1 x 2,45 x 0,06) m
	B	(1,0 x 2,45 x 0,06) m
	C	(0,8 x 2,45 x 0,06) m
	D	(0,5 x 2,45 x 0,06) m
	E	(0,3 x 2,45 x 0,06) m
	L	Lado menor 0,14 m
		Lado maior 0,50 m
		Altura 2,45 m
		Espessura 0,06 m
	T	Aba central 0,08 m
		Lado externo 0,50 m
		Altura 2,45 m
		Espessura 0,06 m

Todos os painéis da casa saem devidamente acabados de fábrica, não havendo necessidade de nenhum acabamento após a montagem, somente a retirada da película plástica protetora das chapas

de aço. Para evitar danos devidos ao transporte e manuseio, sobre os pallets são posicionadas todas as peças embaladas individualmente e separadas por meio de dispositivos poliméricos auto encaixáveis, permitindo o empilhamento sem o contato painel x painel.

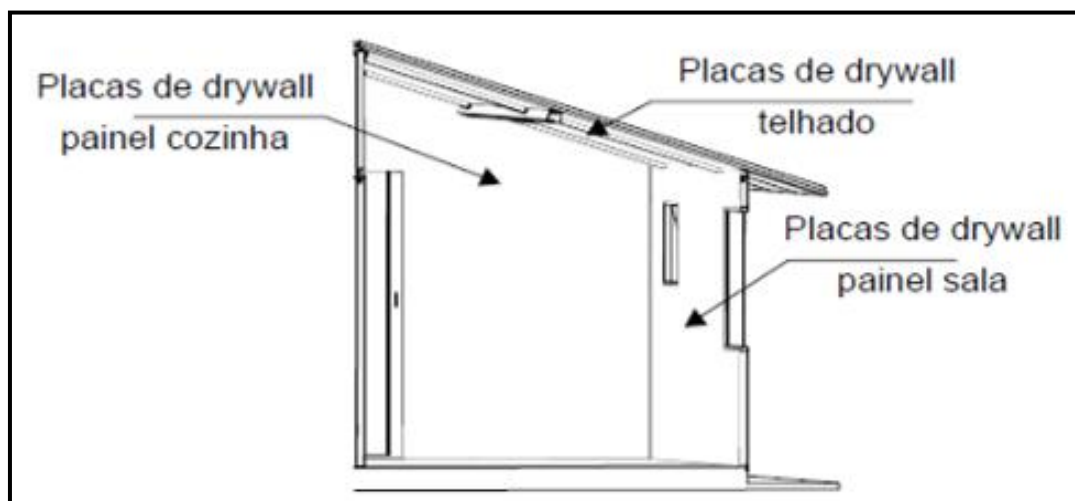
#### **b) Revestimento interno dos painéis da cozinha:**

As faces internas das paredes e da cobertura na área que delimita a cozinha, inclusive se esta for conjugada com a sala, são revestidas com chapas de gesso acartonado (Resistente ao fogo - RF). A Figura 8 ilustra esquematicamente a aplicação das chapas de gesso no protótipo em estudo (área da cozinha). Tal revestimento garante a resistência ao fogo mínima exigida para casas térreas isoladas. O revestimento é realizado por duas camadas de chapas de Drywall sobrepostas e com suas juntas desencontradas em ambos os sentidos, a fixação das chapas é feita com parafusos diretamente aos painéis de parede, como demonstra a Figura 9.

A primeira camada de placas é fixada tendo uma folga de 10 mm na parte inferior. Para esta fixação, é utilizado o parafuso cabeça trombeta ponta agulha 25 mm (Figura 11). Os pontos de fixação com os parafusos deverão respeitar o distanciamento tanto vertical quanto horizontal de 600 mm entre eles, com distância das bordas de 20 mm.

A segunda camada é posicionada de modo que as juntas fiquem desencontradas em relação a primeira (Figura 10), utilizando parafuso cabeça trombeta ponta agulha 35 mm para fixação (Figura 11), com espaçamento de 300 mm entre os parafusos na vertical e 600 mm na horizontal.

Após a fixação das duas camadas de placas, é realizado o tratamento entre juntas. Este tratamento é feito utilizando-se fita de papel microperfurado e massa para tratamento de juntas. O acabamento é realizado com aplicação de massa acrílica e após a regularização da superfície as paredes recebem acabamento em pintura acrílica (também pode ser realizado revestimento cerâmico conforme características de cada empreendimento).



**Figura 8 - Área da cozinha revestida com placas de Drywall**



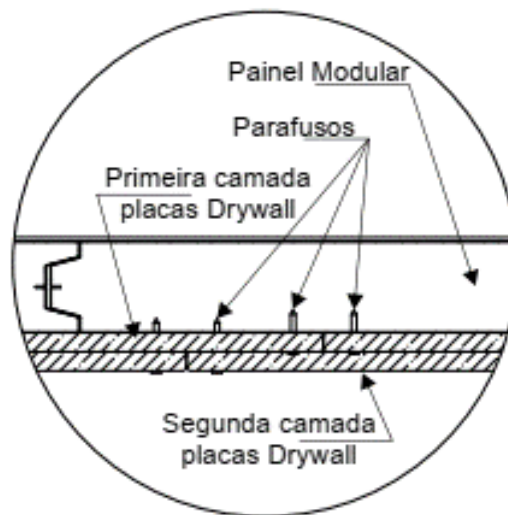


Figura 9 – Detalhe da fixação do revestimento duplo de Drywall

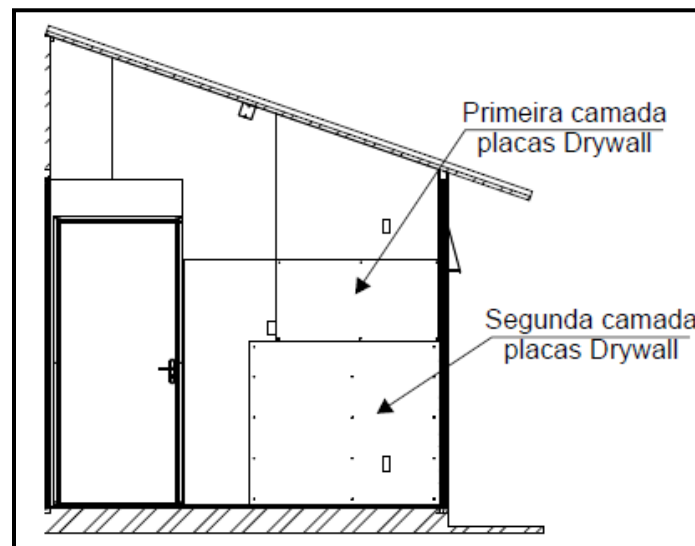


Figura 10 – Paginação das placas de Drywall

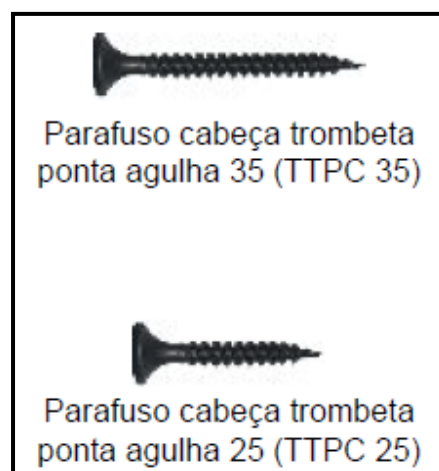


Figura 11 – Parafusos para fixação das chapas de drywall

**c) Revestimento da área molhada do banheiro:**

A área molhada do banheiro (box) é revestida por placas cerâmicas, do piso até o forro. É utilizado adesivo selante monocomponente para aplicação da cerâmica nos painéis modulares, distribuído em cordões longitudinais e transversais afastados com aproximadamente 80 mm entre si, conforme a Figura 12. O rejunte da cerâmica é executado de forma habitual com rejunte epóxi, conforme a Figura 13. O piso na área do banheiro tem um rebaixo de 20 mm em relação ao restante da casa e na área do box um rebaixo de 40 mm com inclinação em direção ao ralo.

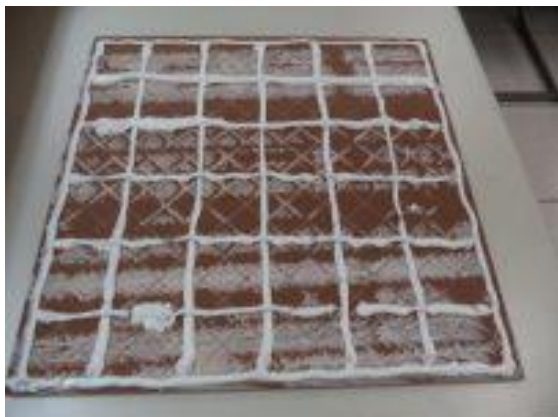


Figura 12- Aplicação de selante para assentamento de placa cerâmica.



Figura 13- Rejunte epóxi entre as cerâmicas.

**d) Fundação:**

O sistema construtivo precisa ser fixado sobre um elemento de fundação plano tipo Radier de concreto armado, fck 20 MPa, conforme dimensionamento e procedimentos definidos pelo proponente, adaptado ao local a ser executado.

**e) Fôrma para fundação:**

Fôrma metálica para a concretagem da fundação nas dimensões definidas pela Irmãos Fischer. Pela sua configuração, possibilita na fundação direta reentrâncias para o rebaixo do piso do banheiro e do box, além do encaixe para os painéis, conforme ilustra a Figura 14.

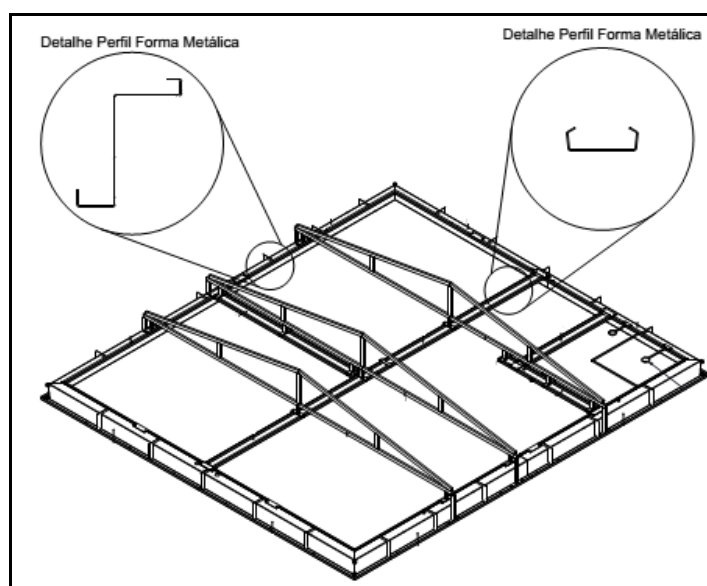


Figura 14- Fôrma de fundação.



#### f) Interface painel/painel:

Os sistemas de ligação entre os painéis são do tipo macho/fêmea, onde é inserida uma fita autoadesiva de espuma de polietileno para contribuir com a estanqueidade das juntas. Dentro de cada painel são inseridos dois tubos de aço galvanizados de diâmetro de  $\frac{1}{2}$ ", um superior e outro inferior, para permitir a passagem e proteger os cabos de aços tensores que amarram e enrijecem a parede. Uma das extremidades do tubo de aço tem seção reduzida para fora do painel, permitindo o encaixe dos painéis subsequentes. As figuras de 15 a 19 ilustram como é feito o encaixe entre os painéis:

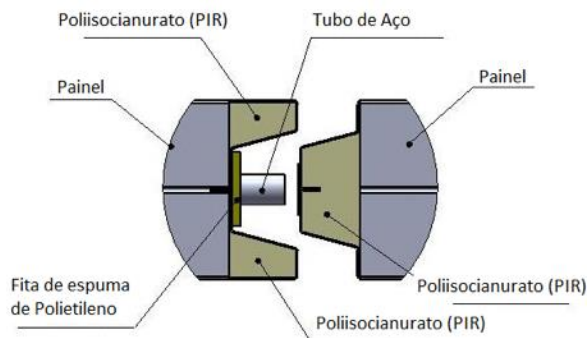


Figura 15– Detalhe da ligação macho fêmea - 1.

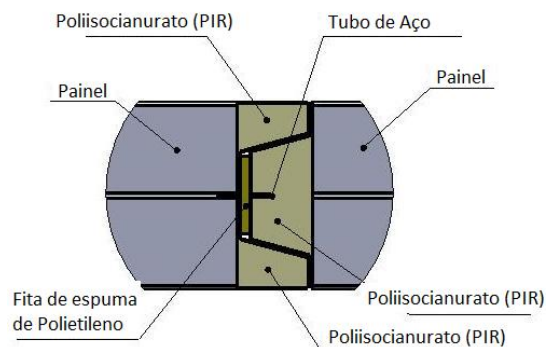


Figura 16– Detalhe da ligação macho fêmea - 2.

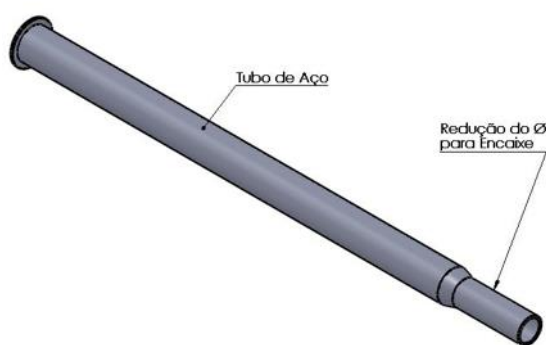


Figura 17– Tubo de aço.

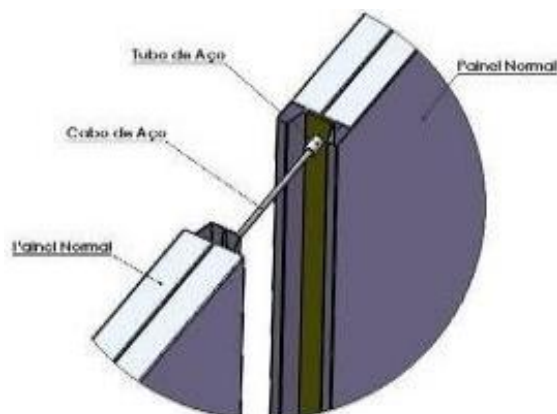


Figura 18– Sistema de ligação (painel).

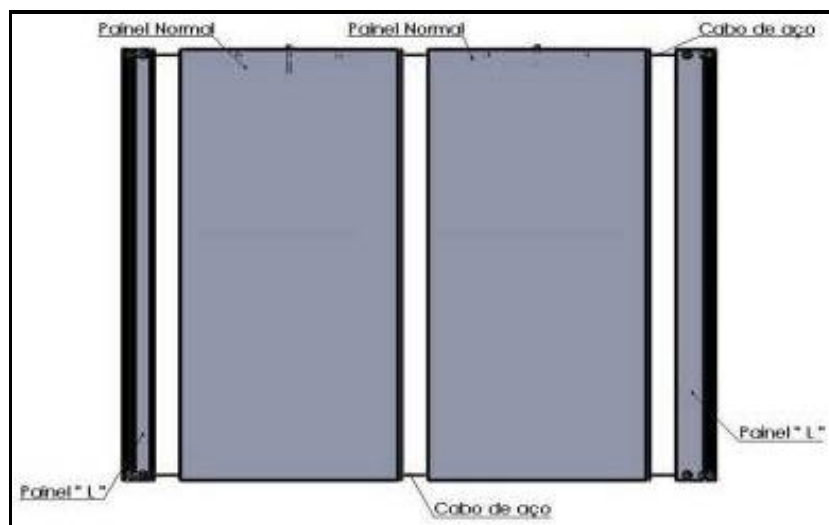
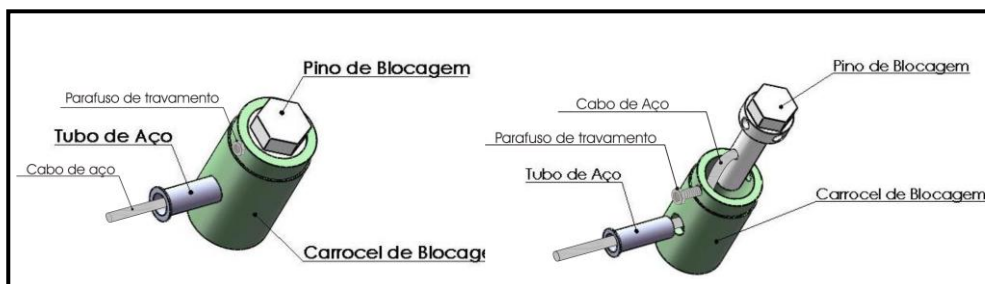


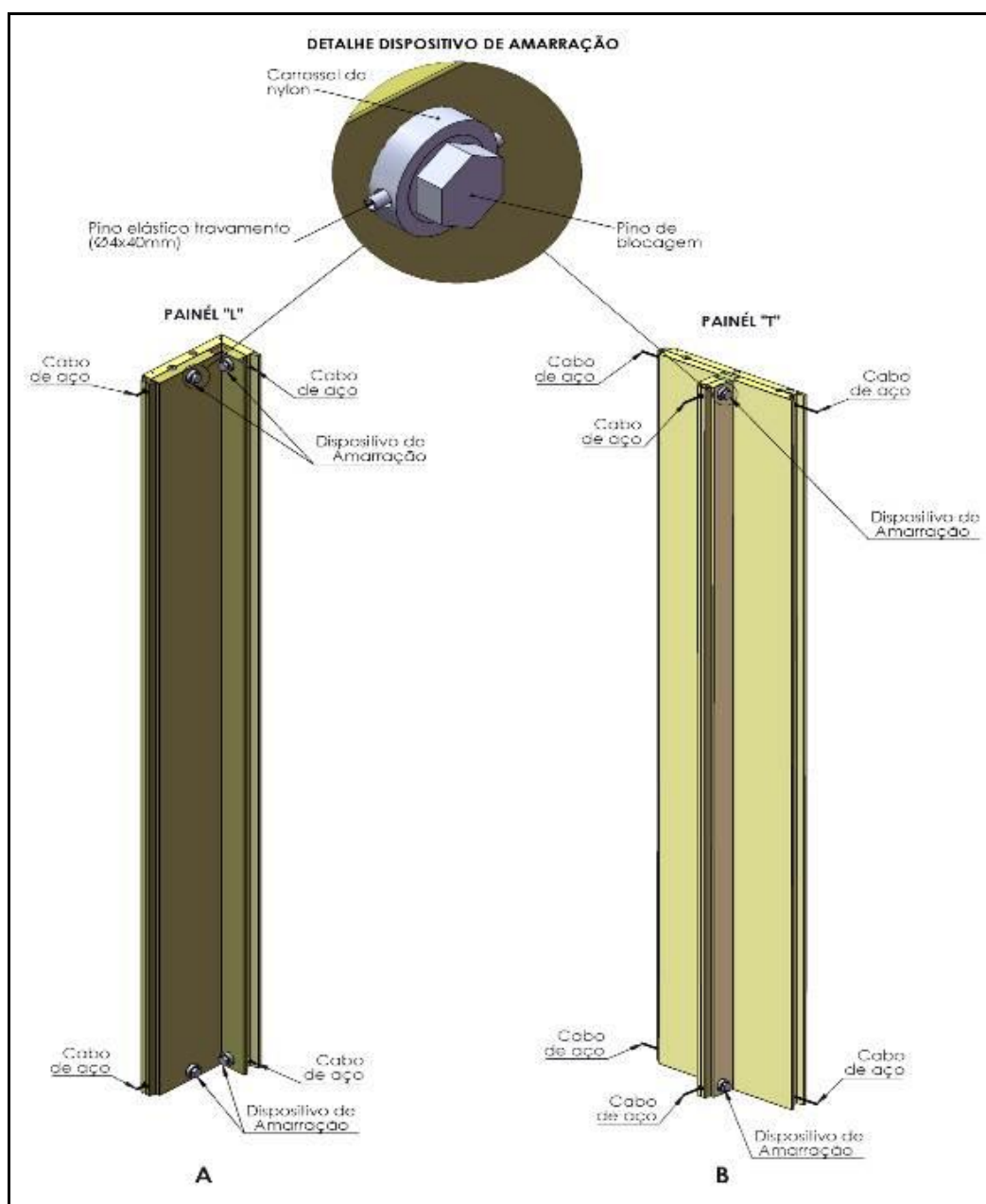
Figura 19 – Cabos de aço passando na parte inferior e superior do painel

**g) Blocação das paredes:**

O sistema de travamento das paredes é efetuado com auxílio de dispositivos de armação situados nas extremidades dos painéis de formato L ou T, que permitem o tracionamento do cabo. Os pinos são fabricados em aço com proteção anticorrosiva, o carrossel é de náilon e o parafuso de travamento feito em aço inoxidável. Os dispositivos de amarração estão ilustrados na Figura 20 e na Figura 21.



**Figura 20– Detalhes do dispositivo de amarração.**



**Figura 21 - Dispositivo de amarração nos painéis "L" e "T".**

#### h) Interface painel e fundação:

Para a fixação do painel à fundação é instalada uma calha orientativa em formato “U” de PVC, fixada na fundação por meio de parafusos autobrocantes, como ilustra a Figura 22.

Na parte interna é realizado acabamento com rodapé cerâmico. No lado externo da calha e sobre o rodapé cerâmico (interno) é aplicado um cordão de selante (de 4 a 5 mm de espessura), impedindo a percolação de água. Na parte externa é realizada a aplicação de selante de modo a preencher a interface com a base do painel inserida na calha de fundação, conforme mostram a Figura 23 e a Figura 24.

Em todo o perímetro interno da edificação, a base de parede é protegida por meio de rodapé cerâmico, instalado imediatamente acima do piso cerâmico, coincidindo com a parte superior da calha de fundação (ver Figura 23).

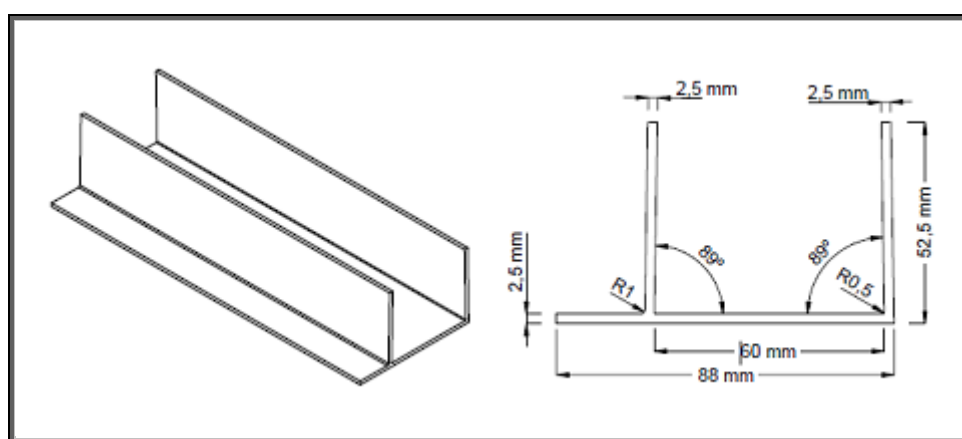


Figura 22– Calha “U” PVC e corte transversal com dimensões.

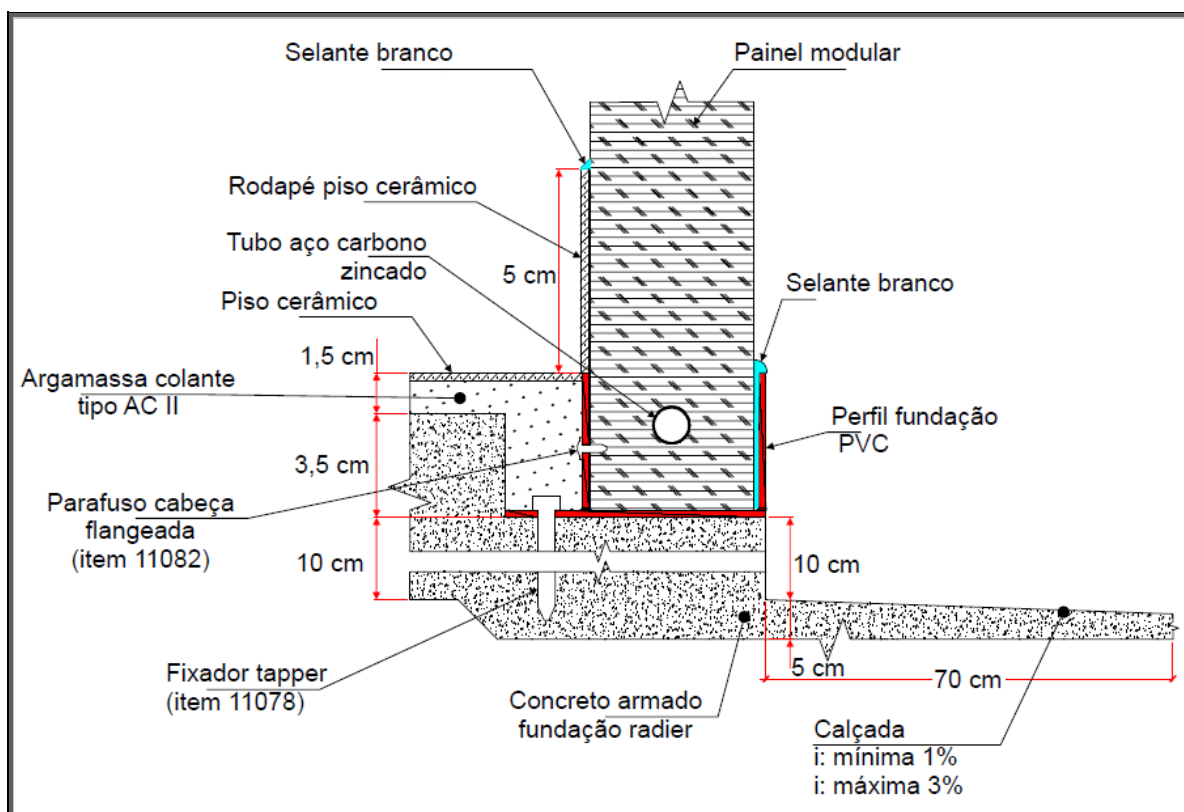


Figura 23 – Detalhe da base de parede.

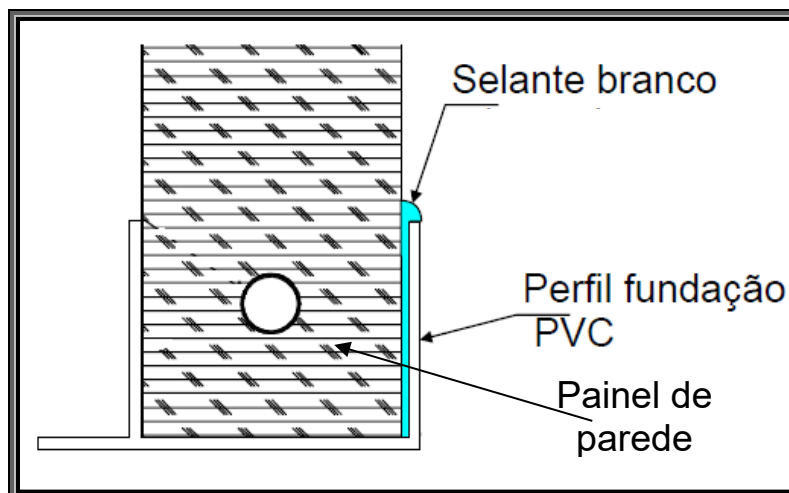


Figura 24 – Detalhe de aplicação de selante na face externa.

#### i) Soleiras do sistema:

São instaladas nas portas externas soleiras de aço inox de 0,6 mm de espessura, para proteção da calha “U” em PVC nas aberturas de vãos de portas externas. Nas figuras 25 e 26 estão apresentados os detalhes das soleiras.

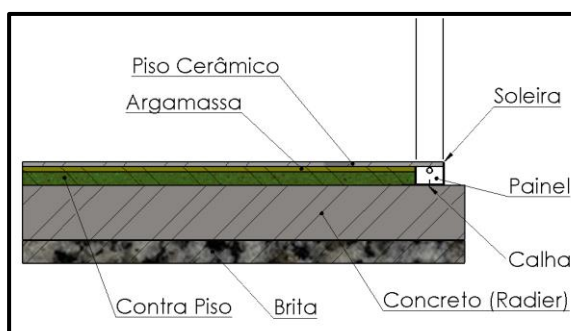


Figura 25– Detalhes das soleiras.



Figura 26– Soleira de aço inox, protegendo a calha “U” em PVC (área da porta)

#### j) Impermeabilização:

Na junta vertical de ligação entre painéis, é aplicada uma fita de espuma de polietileno autoadesiva, que proporciona a vedação e estanqueidade da ligação vertical painel/painel, conforme mostrado na Figura 27. A fita tem dimensões de (2450 por 25 mm) e espessura de 8 mm.

Nas junções entre painéis e entre painéis e perfil de fundação de áreas molhadas, e em todas as juntas externas é realizada impermeabilização adicional com aplicação de selante. As paredes das áreas molhadas (box) são revestidas por placas cerâmicas.

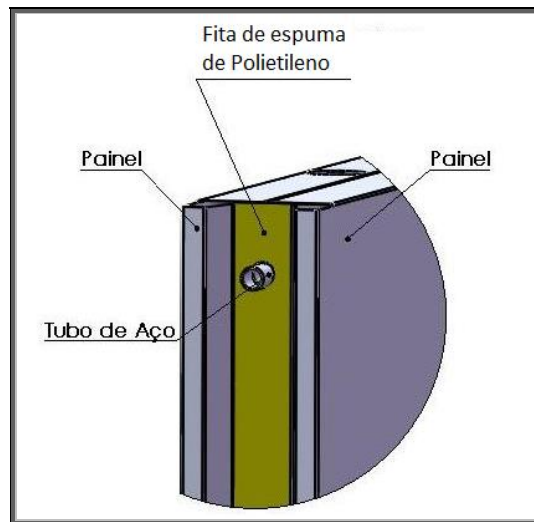


Figura 27- Posicionamento da fita autoadesiva de espuma de polietileno no painel.

#### k) Sistema de Cobertura:

O sistema de cobertura da casa (Figura 28), consiste em uma estrutura metálica em aço galvanizado pintado a pó, coberta por 16 telhas, do tipo sanduíche. As características das telhas são: aço galvalume de 0,50 mm de espessura na parte superior e inferior, preenchidas por PIR, conforme Figura 29.

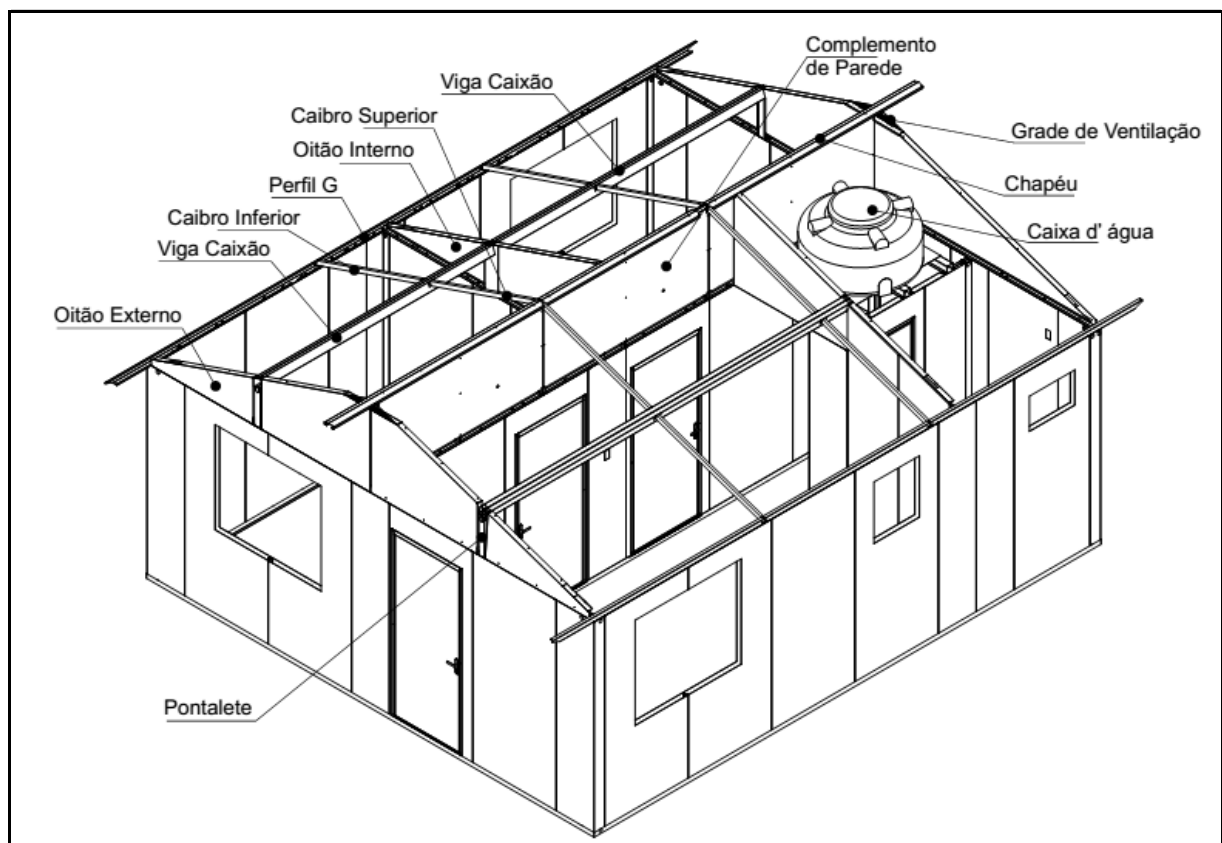


Figura 28 – Sistema de cobertura.

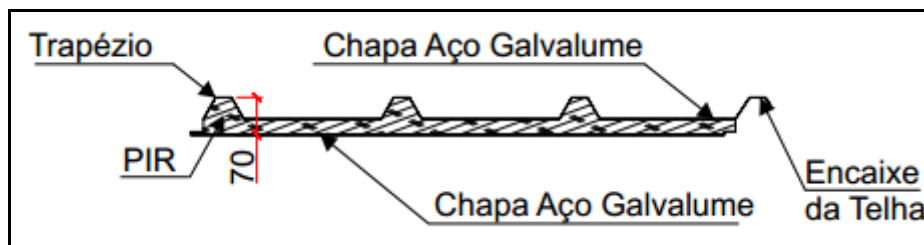


Figura 29 – Perfil da telha.

Sobre as paredes laterais são apoiados os perfis “G” (Figura 30) e sobre a parede central do protótipo é posicionado um perfil “chapéu” (Figura 31), nos quais são conectadas as telhas por meio de parafusos e arruelas. Também são utilizadas vigas caixão (Figura 32) para suporte médio das telhas de cobertura, que ficam apoiadas sobre pontaletes (Figura 33). Além dos perfis citados, também são utilizados caibros metálicos. O caibro superior (Figura 34) é fixado entre o complemento de parede central e a viga caixão. O caibro inferior (Figura 35) é fixado entre a viga caixão e a parede lateral, no perfil “G”.

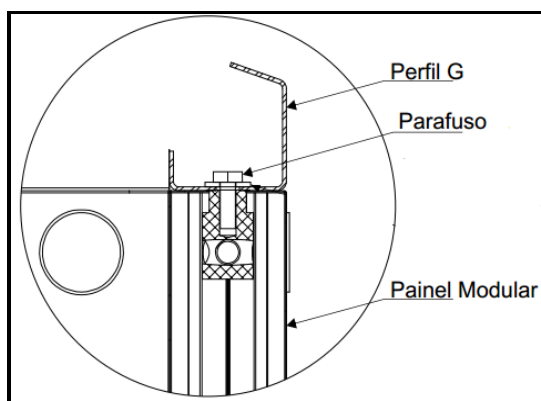


Figura 30 – Representação do perfil “G”

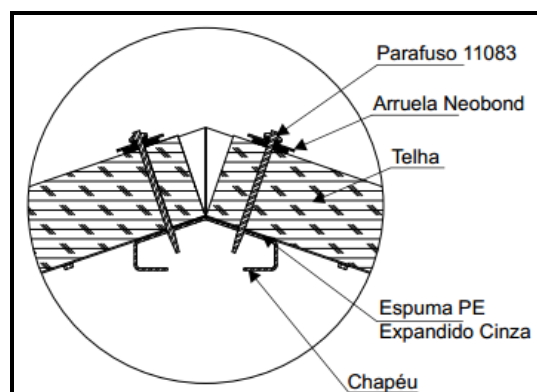


Figura 31- Representação do perfil chapéu

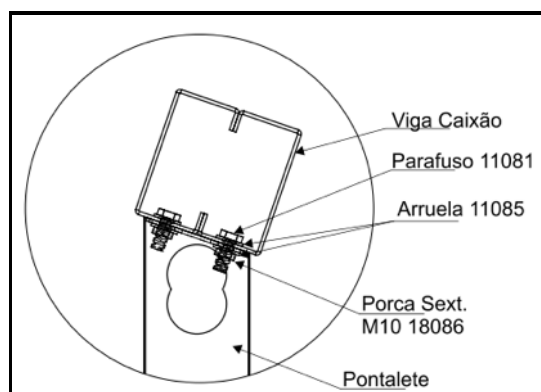


Figura 32 - Representação do perfil da viga caixão

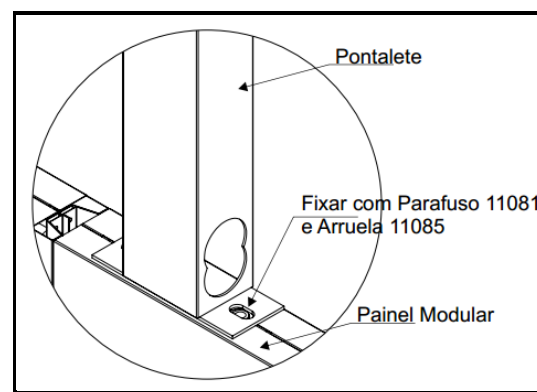


Figura 33- Representação da parte inferior do pontalete



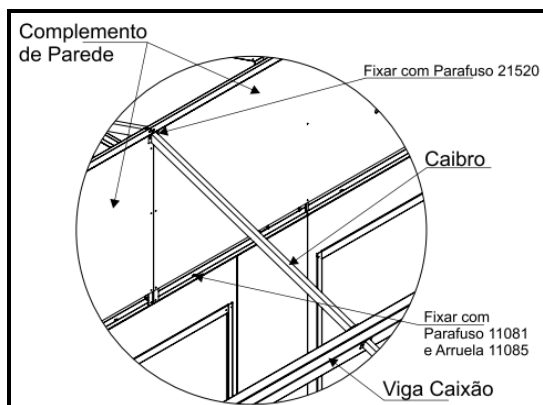


Figura 34 – Representação do caibro superior.

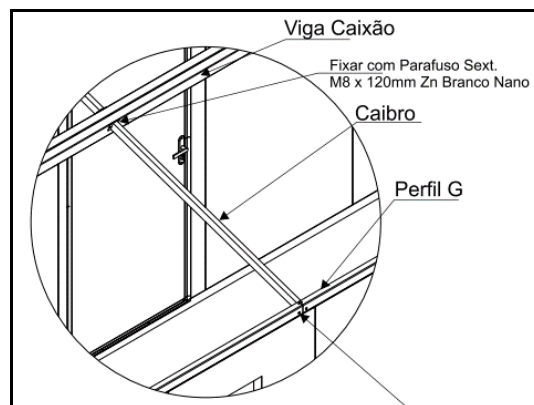


Figura 35 – Representação do caibro inferior.

As telhas autoportantes são fixadas nos perfis citados como ilustra a Figura 28 conformando uma inclinação de 19° e beirais de 600 mm. As cumeeiras são fixadas no encaixe das telhas no perfil central com um parafuso em cada trapézio da telha, como mostra a Figura 36 e a Figura 37. Para o fechamento entre as paredes e o telhado são utilizados oitões constituídos pela mesma tecnologia utilizada na construção dos painéis de parede. Deve-se aplicar a fita de espuma de polietileno autoadesiva no perímetro da cobertura sobre os perfis de fixação G, chapéu e oitões externos, garantindo a posterior vedação. Para o acabamento do telhado é aplicada tinta emborrachada branca nas extremidades das telhas, onde o PIR fica exposto (Figura 38) e são fixados rufos de arremate lateral em todas as bordas das telhas do sistema de cobertura, sendo que existem três tipos dependendo da configuração da borda da telha, conforme ilustram as de Figura 39 à Figura 41. Os rufos são fixados às telhas, utilizando parafusos, a uma distância mínima de 300 mm de espaçamento.

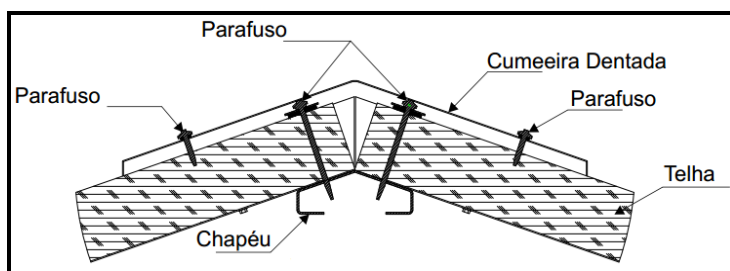


Figura 36 – Representação do perfil “chapéu” e da cumeeira

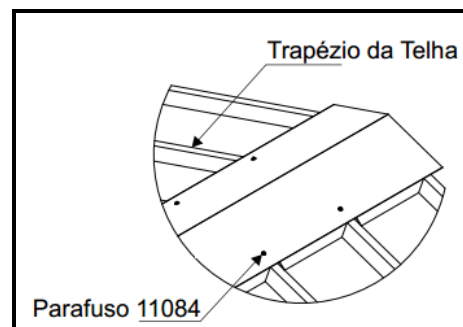


Figura 37 – Representação da cumeeira



Figura 38 – Local de aplicação da tinta emborrachada

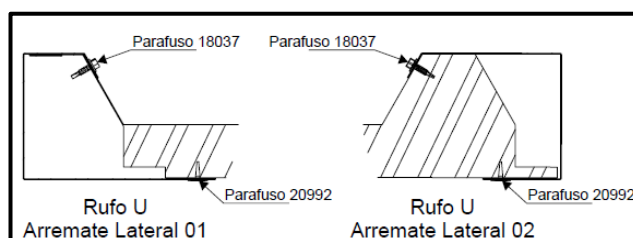


Figura 39- Tipo de rufos U de Arremate Lateral

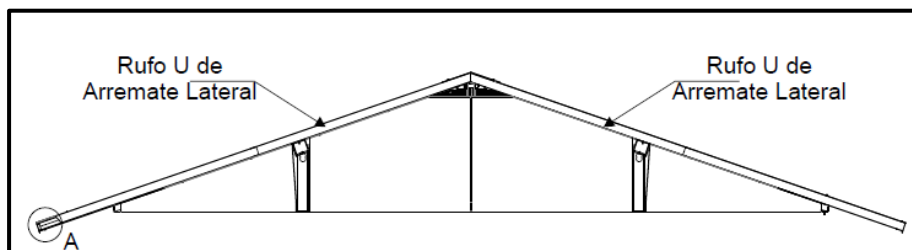


Figura 40- Rufo U de Arremate Lateral no telhado

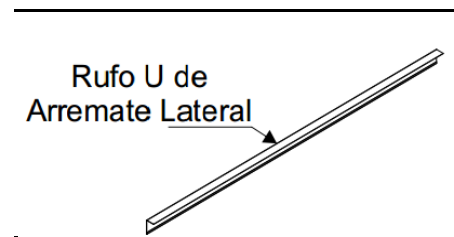


Figura 41- Rufo U de Arremate

### I) Esquadrias de alumínio e portas:

As esquadrias são incorporadas no painel de módulo liso, após realizar um corte em fábrica com as dimensões desejadas. A porta é constituída do mesmo material dos painéis, com perfis metálicos de acabamento e demais elementos (Figura 42).

A Casa Modular Fischer possui três tipos de janelas em alumínio: de correr com 2 folhas lisas (1,4 x 1,2 m) na sala e nos quartos (Figura 43), uma janela basculante ou maxim-ar de 1 folha (0,6 x 0,4 m) no banheiro (Figura 44) e uma janela basculante ou maxim-ar de 1 folha (0,6 x 0,7 m) na cozinha (Figura 45).

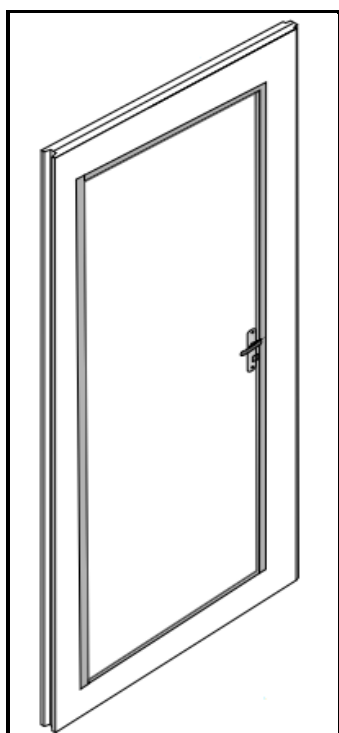
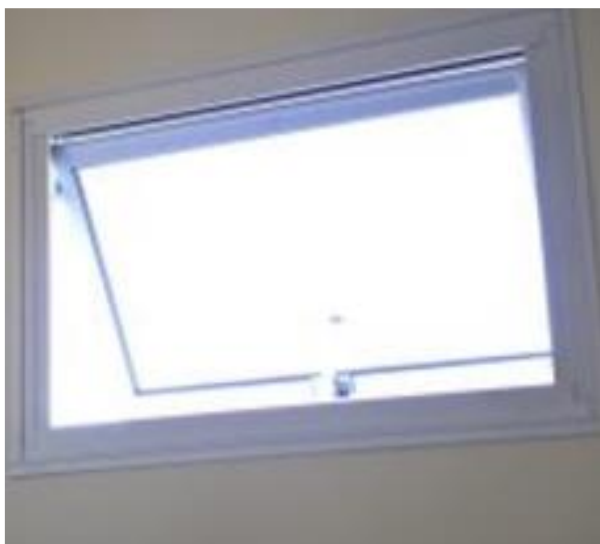


Figura 42– Representação da porta



Figura 43– Janela da sala e dos quartos



**Figura 44– Janela do banheiro**



**Figura 45 – Janela da cozinha**

**m) Detalhes de instalação das esquadrias:**

É aplicado adesivo selante monocomponente nos cantos dos cortes das janelas (Figura 46) e encaixado os contramarcos (Figura 47). Em seguida é aplicado selante na parte interna do batente do contramarco e posicionado o quadro da janela (Figuras 48 e 49). Para a fixação do quadro interno no contramarco, são utilizados parafusos espaçados a 250 mm da extremidade superior ou inferior, e para o contramarco superior, 80 mm de cada extremidade, conforme mostra a Figura 49. Posteriormente toda a extremidade externa da janela deve ser vedada com selante, conforme mostra a Figura 50.



**Figura 46 – Aplicação de selante no canto do recorte para a janela.**



**Figura 47 – Encaixe dos contramarcos.**



**Figura 48 – Aplicação de selante na parte interna do batente.**



**Figura 49 – Encaixe do quadro da janela.**



**Figura 50 – Fixação da janela com parafuso.**



**Figura 51 – Vedação com selante das extremidades da janela.**

#### **n) Instalações hidrossanitárias:**

As instalações hidrossanitárias de PVC soldável são posicionadas externas às paredes, no interior de shafts. O projeto de esgoto e água pluvial, assim como os materiais e componentes utilizados (tubos, conexões, registros, entre outros), obedecem às especificações e normas da ABNT específicas. A Casa Modular Fischer possui duas opções de caixa d'água, sendo de 500 L ou de 310 L em polietileno. Também pode ser instalado sobre o telhado um sistema de aquecimento solar com reservatório de volume nominal de 200 L conforme projeto, que contém as informações de fixações e vedações necessárias para a instalação. Na Figura 52 e na Figura 53 estão ilustrados os sistemas de abastecimento de água fria e de água quente.

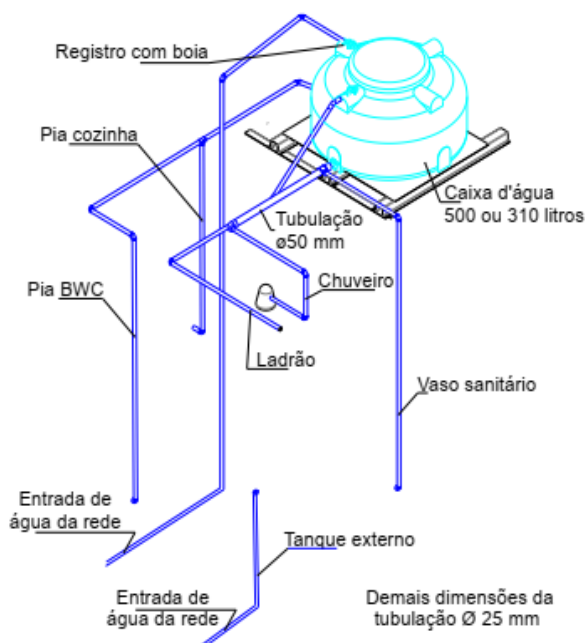


Figura 52 – Reservatório de água fria

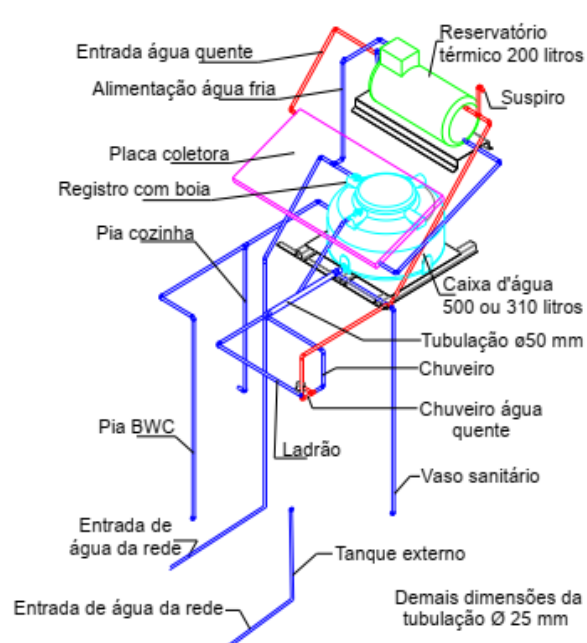


Figura 53 – Reservatório com opção de água quente

#### o) Canaletas hidráulicas:

As canaletas hidráulicas em PVC (shafts) permitem a fácil manutenção e são posicionadas na entrada de água para os ramais de utilização, tendo o formato de 'U', conforme Figura 54.

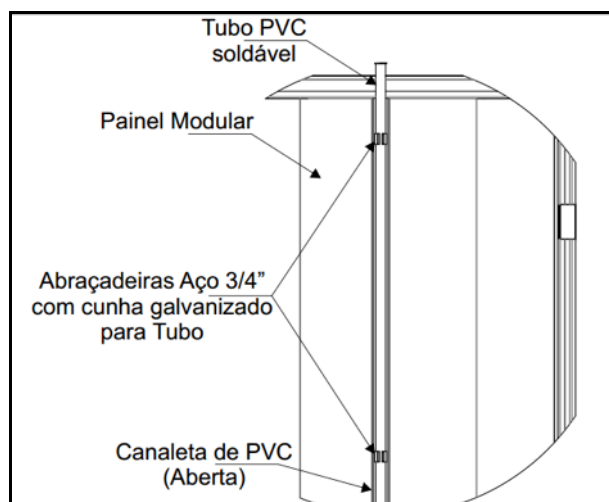


Figura 54 – Representação da canaleta hidráulicas.

#### p) Instalações elétricas:

A rede elétrica é prevista e instalada no interior dos painéis por meio de eletrodutos e caixas elétricas embutidas durante o processo de fabricação. As casas modulares possuem um dispositivo diferencial residual (DR), Figura 57, que tem a função de segurança de todos os circuitos elétricos contracorrentes de fuga.

Para as instalações elétricas, os conduítes (eletrodutos tipo corrugado) são embutidos nos painéis. Demais componentes como fiação, interruptores e tomadas, são inseridos posteriormente a montagem das edificações.

Para a fiação, é utilizado o conceito de “chicotes”, ou seja, os circuitos são pré-definidos e ramificados, sendo de fácil instalação no canteiro de obra. Todo o sistema é instalado por meio de canaletas elétricas existentes sob o complemento de parede e parte superior das paredes laterais, possibilitando a descida para os pontos de utilização nos painéis. Na interface entre o painel e a saída dos conduítes ou cabos, são instalados anéis de borracha, a fim de evitar o contato entre os mesmos, como ilustra a Figura 56 e a Figura 56.

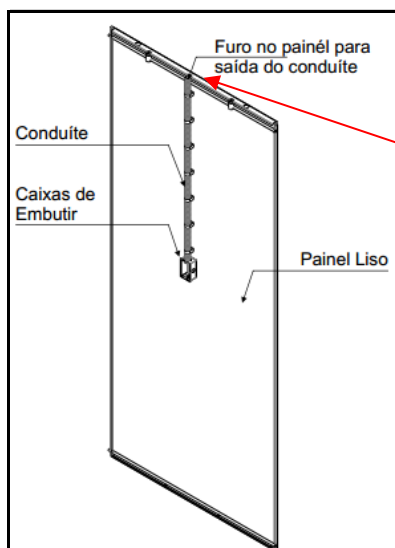


Figura 55 – Eletrodutos embutidos no painel

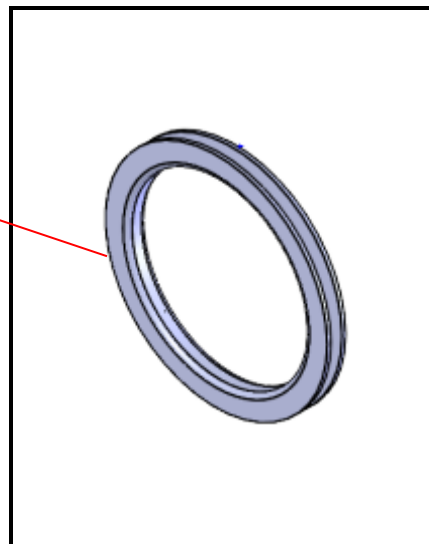


Figura 56 – Anéis de borracha

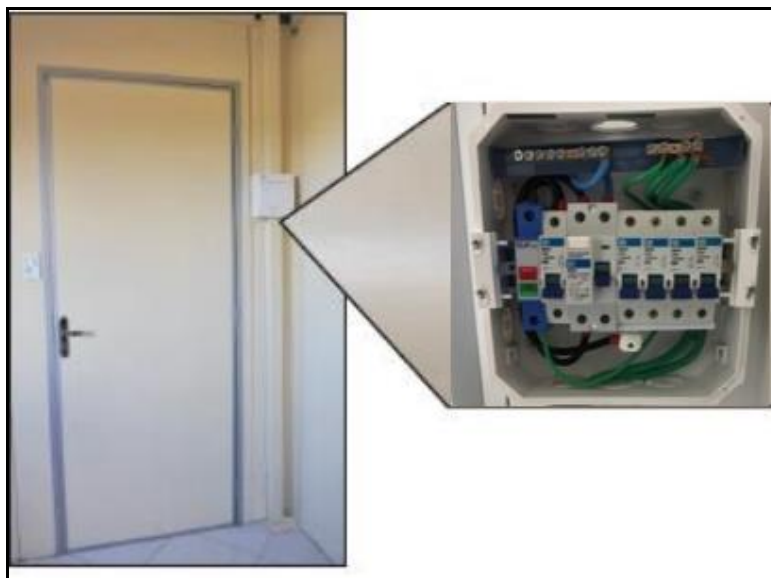


Figura 57 – Quadro de disjuntores

#### q) Canaletas elétricas:

As canaletas elétricas dão acabamento aos abrigos de passagem para os cabos, posicionados nos complementos de parede (parede central da casa), oitões e nas paredes laterais, possibilitando o acesso para a fácil manutenção, caso necessário. A Figura 58 e a Figura 59 ilustram a instalação dos acabamentos citados.



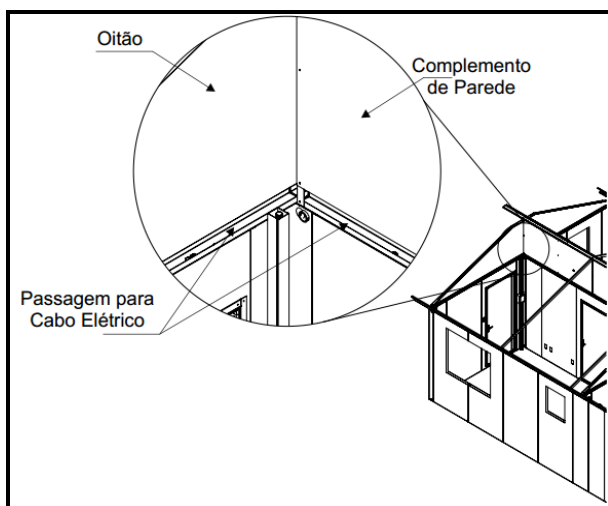


Figura 58 – Localização das canaletas elétricas.



Figura 59 – Vão para tubulação elétrica.

#### r) SPDA:

Para cada novo empreendimento é necessário um estudo realizado por um profissional habilitado referente à necessidade de um sistema de proteção individual ou coletivo para as casas a serem implantadas. De qualquer forma, deve ser garantida a equipotencialização da casa, que acontece devido aos elementos de amarração e a passagem dos cabos de aço embutidos nos painéis. O sistema de amarração das paredes é efetuado pelos dispositivos localizados nas extremidades dos módulos “L” e “T”, tracionado pelo cabo de aço passante dentro dos tubos embutidos em cada painel. Este contato entre os tubos de aço garante a equipotencialização de toda a casa. A Figura 60 ilustra essas amarrações.

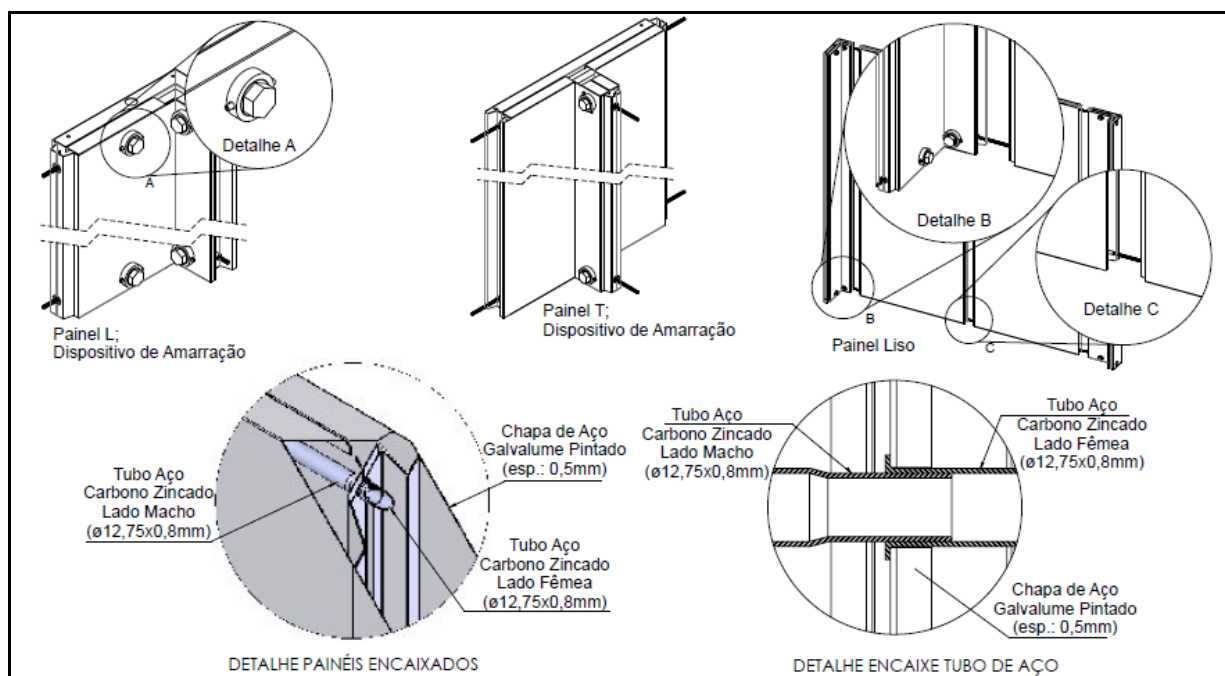
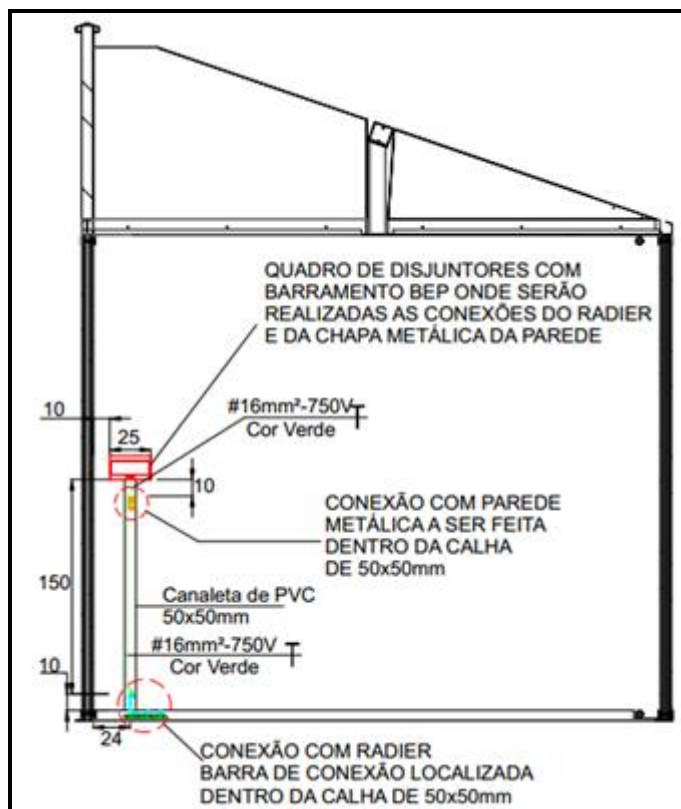


Figura 60 – Amarração dos painéis

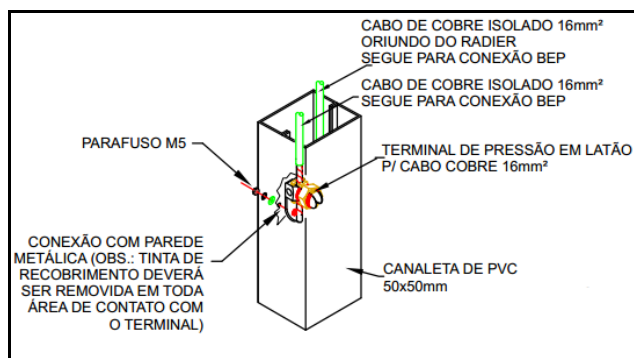
Para a dissipação de descargas atmosféricas é realizada a ligação entre as paredes, entre o BEP (barramento de equipotencialização) e as ferragens do radier, conforme projeto de SPDA elaborado

para cada empreendimento. A Figura 61 ilustra os pontos de conexão para a garantia da equipotencialização.

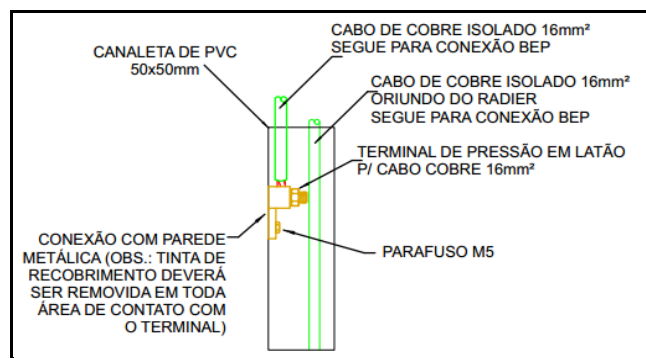


**Figura 61 – Conexão Barramento BEP x Radier x Chapa Metálica do Painei**

O cabo de cobre isolado que se direciona para a conexão BEP se liga a um terminal de pressão em latão que realiza a conexão com a parede metálica no interior da calha de sobrepor, como ilustra a Figura 62 e a Figura 63. A tinta de recobrimento da parede deve ser removida em toda área de contato com o terminal.

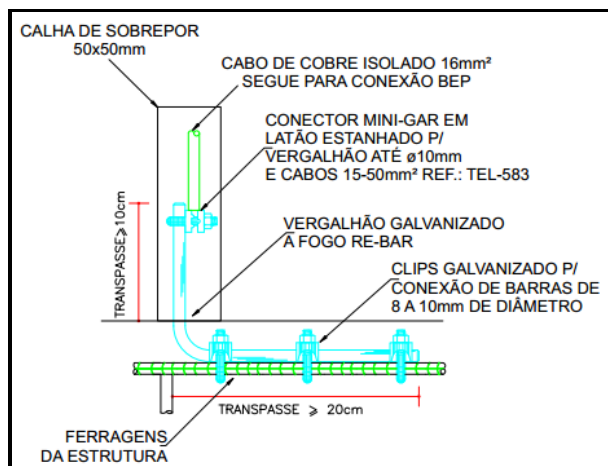


**Figura 62 – Conexão da parede metálica com o terminal de pressão**

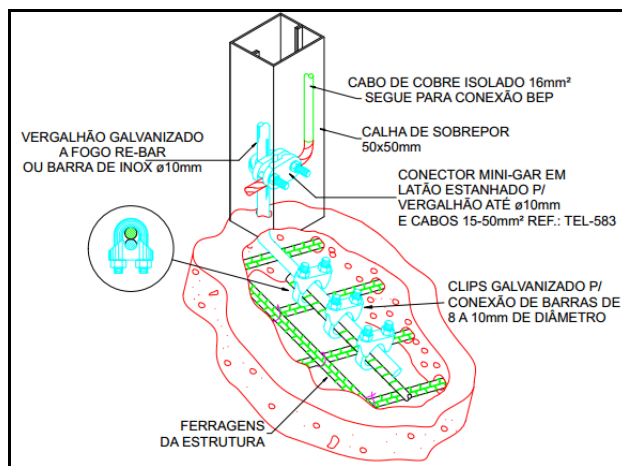


**Figura 63 – Perfil da conexão parede/terminal de pressão**

Devem ser garantidas conforme projeto executivo a interconexão entre todas as malhas de aço existentes no interior do radier. As ferragens do radier são conectadas por clips galvanizados a uma barra de aço inox ou vergalhão galvanizado a fogo re-bar. Este então sobe por uma calha de sobrepor onde é ligado a um conector mini-gar em latão estanhado a um cabo de cobre isolado de 16 mm², que segue para a conexão BEP, como ilustra a Figura 64 e Figura 65, a seguir.



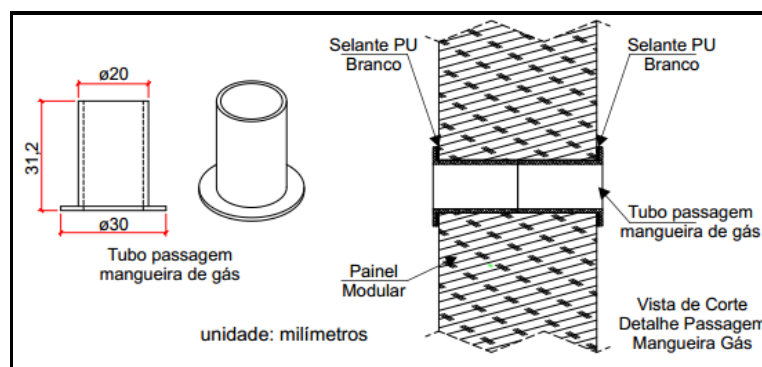
**Figura 64 – Perfil do esquema de amarração do Radier**



**Figura 65 – Amarração das ferragens do Radier com vergalhão galvanizado**

### s) Instalações de gás:

Para a passagem da mangueira de gás, é necessário realizar um furo no painel modular com diâmetro de 20 mm e instalar o tubo de passagem para mangueira de gás no lado interno e externo do painel, a fim de evitar o desgaste da mangueira por atrito (Figura 66). Ao fim do serviço deve ser aplicado adesivo selante monocomponente nas bordas.



**Figura 66 – Passagem de mangueira de gás pelo painel.**

### t) Furação e aplicações:

Para realizar aplicações decorativas, bem como instalações de quadros, painéis, cortinas, armários, entre outros, diretamente aos painéis metálicos, que necessitem de furação, deve-se fazer o uso de rebites providos de rosca interna fornecidos pelo proponente ou recomendados por este, de maneira a garantir a correta fixação nos painéis metálicos. Na Figura 67 ilustram-se os processos para executar a correta instalação de peças suspensas nos painéis da casa.



**Figura 67 – Furação e aplicações.**

Para a fixação de peças suspensas, onde existir revestimento de chapas de gesso acartonado (área da cozinha), deve-se utilizar o sistema de fixação indicado pelo proponente (Figura 68 e Figura 69) e sempre proceder da seguinte forma:

- Com uma furadeira, executar o furo no local desejado (Furo  $\varnothing 10\text{ mm}$ );
- Introduzir a bucha plástica (buchas plásticas universais marca Hilti modelo HUD-1  $\varnothing 10\text{ mm}$  ou bucha de nylon marca Fischer  $\varnothing 10\text{ mm}$ );
- Utilizar parafuso cabeça sextava rosca soberba de 40 mm de comprimento para bucha de  $\varnothing 10\text{ mm}$ .



**Figura 68 – Bucha Hilti HUD-1  $\varnothing 10\text{ mm}$**



**Figura 69 – Bucha de Nylon Fischer  $\varnothing 10\text{ mm}$**

#### **u) Grades de ventilação:**

No topo da casa, próximo a cumeeira, na fachada frontal e fundos, existem grades de ventilação (Figura 70). Estas grades podem ser utilizadas abertas ou fechadas, dependendo da situação desejada

de conforto térmico. Caso as paredes internas da casa apresentem umidade, recomenda-se abrir as grades de ventilação.

As grades possuem um dispositivo de regulação que possibilita a abertura e o fechamento da mesma. O método adotado é o mesmo utilizado em janelas basculantes, como pode ser observado na Figura 71.



Figura 70 – Localização da grade de ventilação

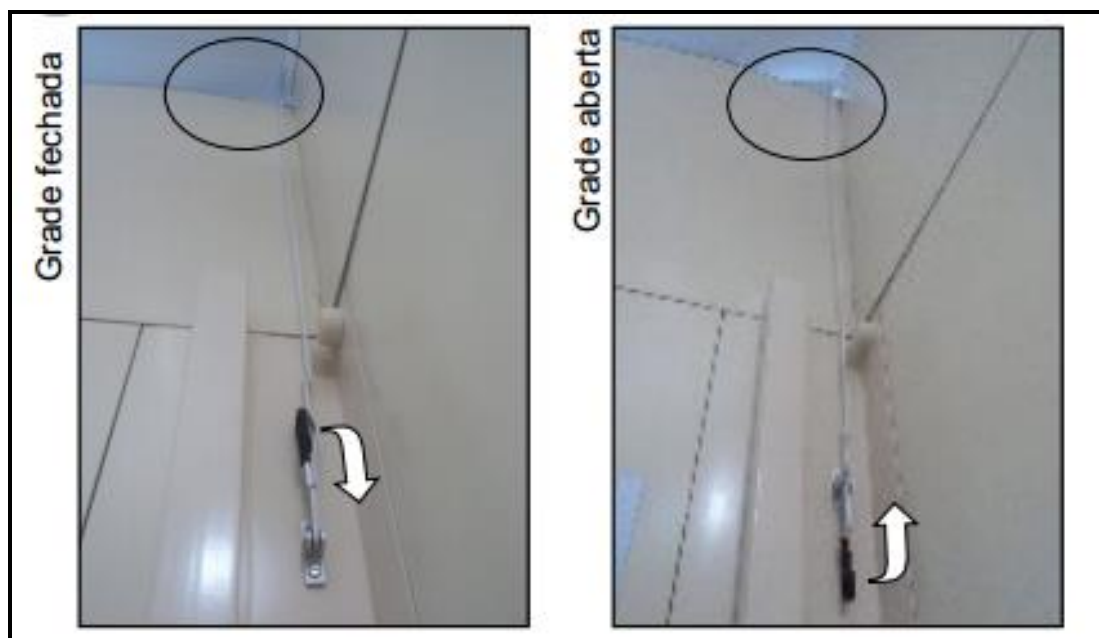


Figura 71 – Sistema abre e fecha da grade de ventilação.



## 3.2 Procedimento de montagem

### 3.2.1 Fundação

A preparação do terreno, corte, aterro e compactação necessária deve seguir projeto específico e estudo do solo para cada empreendimento. Após a locação no terreno é feita a montagem da fôrma para o radier e são posicionadas as tubulações para o sistema hidrossanitário (Figura 72). Em seguida a fôrma é preenchida com aterro até a cota desejada, e a base da fundação coberta com lona plástica conforme projeto (Figura 73).

A armadura da fundação é composta por tela soldada e treliça na periferia da fôrma (Figura 74), tomando especial cuidado quanto ao espaçamento e amarração da armadura descritos no projeto da fundação. Em seguida são realizadas as conexões para a equipotencialização. A concretagem do radier é feita com concreto usinado de  $F_{ck}$  de projeto de 20 MPa (Figura 75).



Figura 72 – Posicionamento das tubulações hidrossanitárias.



Figura 73 – Aterro no interior da forma e colocação da lona plástica.



Figura 74 – Armadura do radier (treliça e tela soldada)



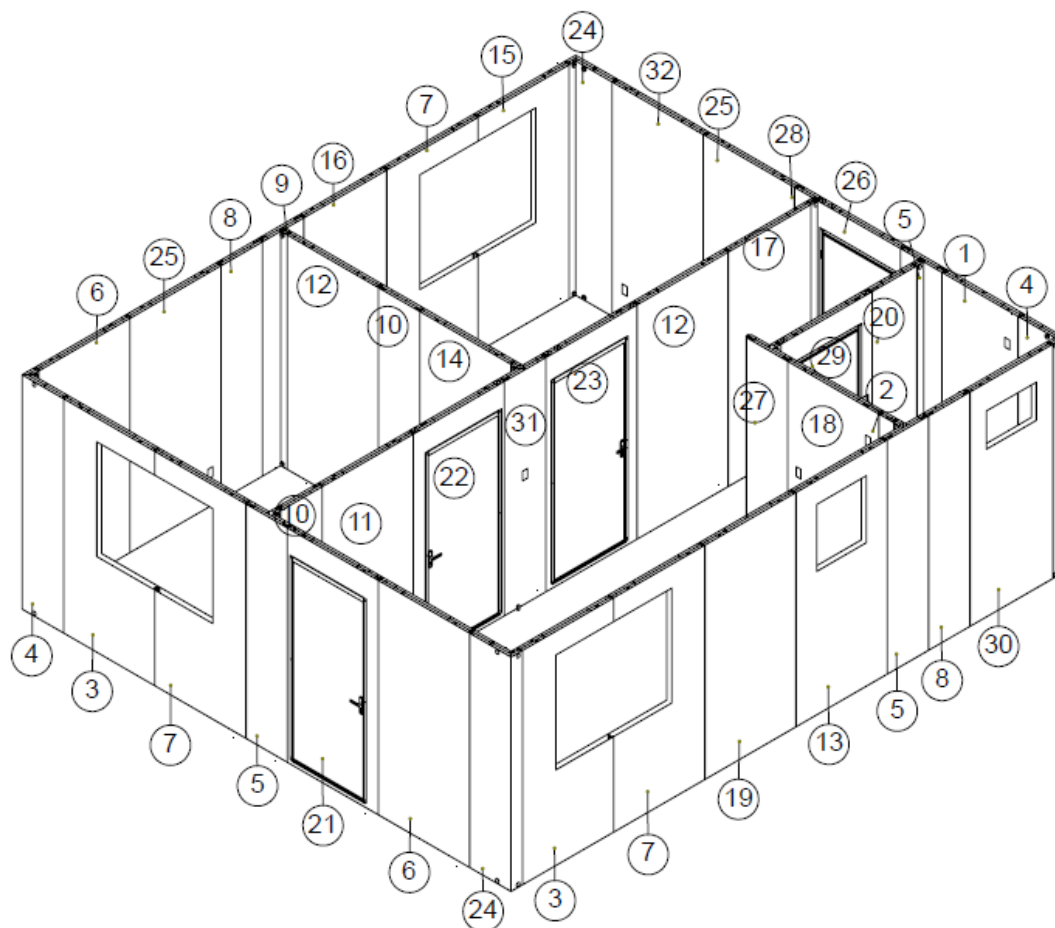
Figura 75 – Radier após concretagem e superfície acabada.

### 3.2.2 Montagem das paredes - Sistema de SVVIE

A disposição dos painéis é realizada de acordo com o projeto de montagem, conforme a Figura 76. Cada painel é identificado com etiqueta e código de barras, colada na parte superior do mesmo. Sobre o radier é posicionado provisoriamente os perfis de PVC para ligação parede/fundação (Figura



77). Os painéis são, aos poucos, colocados em suas posições (Figura 78), passando o cabo de aço por eles (inferior e superior). É realizado o encaixe entre os painéis (Figura 79) e a cada montagem de trecho entre painel “L” e “T”, faz-se o tracionamento dos cabos de aço pelos pinos de blocagem (Figura 80), e assim sucessivamente até o termino do último painel. Após todos os painéis instalados e tracionados, faz-se o esquadrejamento final das paredes (Figura 81) e a fixação definitiva do perfil de PVC na fundação por meio de parafusos autobrocantes, espaçados entre si a cada 300 mm (Figura 82).



**Figura 76- Disposição dos painéis de parede.**

## Legenda

32	1	Painel 1100 externo tomada inferior esquerda	11399
31	1	Painel "T" interno MMF2 tomada direita	11520
30	1	Painel 1000 externo janela BWC injetado	11466
29	1	Painel 1100 interno porta direita BWC	15710
28	1	Painel "T" especial MFF casa direita	15335
27	1	Painel "T" interno MFF	15334
26	1	Painel 1000 externo porta direita	15055
25	2	Painel 1100 externo tomada inferior direita	11397
24	2	Painel "L" F menor	11496
23	1	Painel 1100 interno porta esquerda	14984
22	1	Painel 1100 interno porta direita	14978
21	1	Painel 1100 externo porta esquerda	15004
20	1	Painel 540 interno tomada central direita	15366
19	1	Painel 1100 externo tomada central 1,25 m	11401
18	1	Painel 1100 interno três tomadas casa direita	15324
17	1	Painel 1000 interno liso	11464
16	1	Painel 1000 externo liso	11408
15	1	Painel 1100 externo janela corte direito	15122
14	1	Painel 1100 interno tomada inferior esquerda	12457
13	1	Painel 1100 externo janela fogão	15321
12	2	Painel 1100 interno liso	11393
11	1	Painel 1100 interno tomada fone e TV casa direita	14866
10	2	Painel 500 interno liso	11482
9	1	Painel "T" externo MFF	11513
8	2	Painel 500 externo liso	14478
7	3	Painel 1100 externo janela corte esquerdo	14859
6	2	Painel 1100 externo liso	11317
5	3	Painel "T" externo MMF1	11517
4	2	Painel "L" M menor	11504
3	2	Painel 1100 externo janela corte direito com tomada	14854
2	1	Painel 180 interno liso	14890
1	1	Painel 920 externo tomada casa direita	15318
Pos.	Qtd.	Descrição	Desenho



Figura 77 - Perfil em PVC para fixação parede com a fundação.



Figura 78- Início da montagem dos painéis de parede.



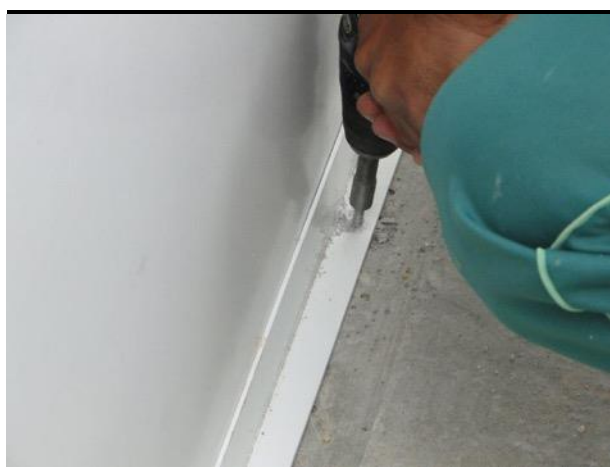
**Figura 79 – Encaixe macho/fêmea e passagem do cabo de aço para bloqueio.**



**Figura 80- Pinos para bloqueio (painel “L”).**



**Figura 81 – Fim da montagem das paredes e esquadrejamento final.**



**Figura 82 – Fixação perfil de PVC na fundação.**

### **3.2.3 Processo de montagem da cobertura**

A montagem do sistema de cobertura inicia-se com a fixação das peças metálicas (perfil G, perfil chapéu, pontaletes, viga caixão e caibros) sobre os painéis e complementos de parede, com os dispositivos de fixação instalados na parte superior de cada painel. Os perfis e peças metálicas são posicionados e fixados conforme projeto do sistema de cobertura.

Os painéis de telha são fixados em 3 pontos de apoio, no perfil G, viga caixão e no perfil chapéu. Começa-se por montar a primeira telha apenas com dois parafusos (fixação provisória) devidamente alinhada à estrutura da cobertura, em seguida montam-se as 7 (sete) telhas restantes de uma água do telhado. Estando as 8 (oito) telhas colocadas e alinhadas, procede-se com a fixação definitiva.

É aplicada uma fita de espuma de polietileno autoadesiva em todo o perímetro da cobertura sobre os perfis de fixação G, chapéu e oitões, garantindo a vedação das extremidades do painel de telha. Após a fixação da última telha, são realizados os acabamentos do sistema de cobertura, a instalação da cumeeira, pintura da extremidade da telha com tinta emborrachada e

fixação dos rufos de arremate lateral, feitos em chapa de aço galvalume, conforme ilustram a Figura 83 e a Figura 84.



Figura 83 – Instalação da cumeeira.

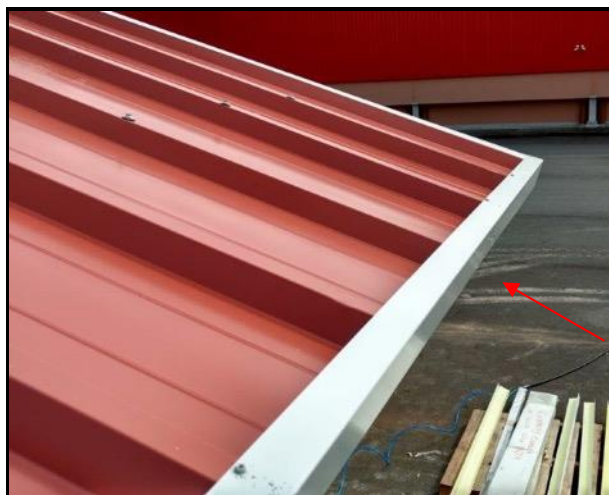


Figura 84 – Instalação dos rufos de acabamento.

### 3.2.4 Instalações complementares

Após a instalação dos painéis de parede e telhado, são iniciados os processos de montagem para os sistemas complementares da edificação.

São instaladas as esquadrias seguindo o projeto executivo e procedimento de montagem fornecido pelo proponente, seguindo as especificações técnicas para a garantia estrutural e estanqueidade do sistema construtivo.

Da mesma maneira, são iniciadas as instalações elétricas, hidrossanitárias, instalações de pisos, revestimento cerâmico na área do box e calçada externa nos locais definidos previamente em projetos específicos e procedimentos de montagem. Tais instalações precisam seguir as normas específicas e detalhes construtivos para a garantia da vida útil de projeto e funcionalidade durante o uso e operação do sistema.

Na área da cozinha são instaladas placas de gesso acartonado (Figura 85), que se estendem desde o piso até a face interna dos painéis de cobertura, e também instaladas na face interna da cobertura, seguindo o projeto executivo e manuais de montagem fornecidos pelo proponente da tecnologia. Deve ser realizado o tratamento entre as juntas das referidas placas com produtos especificados nos manuais técnicos para a concepção do sistema construtivo.

O acabamento final das paredes da cozinha ou sala/cozinha (quando esta estiver conjugada), é realizado com aplicação de massa acrílica e pintura acrílica ou revestimento cerâmico, conforme layout e projeto de cada empreendimento.



**Figura 85 – Vista geral do revestimento em chapas de gesso acartonado (protótipo em fábrica).**

## 4 Avaliação técnica

A avaliação técnica do sistema construtivo formado por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido, foi conduzida conforme a Diretriz SiNAT n° 010 de 2014, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural, auditorias técnicas na unidade fabril, em obras e demais avaliações que constam dos relatórios técnicos citados no item 6.2.

### 4.1 Caracterização de materiais e componentes

Na Tabela 2 são apresentados os requisitos e resultados obtidos na caracterização dos materiais, Conforme a Diretriz SiNAT 010, utilizados na constituição das casas modulares Fischer.

**Tabela 2 – Caracterização do material**

Perfis de aço – Perfil chapéu e perfil G					
Requisito da Diretriz SiNAT n° 010	Critério de aprovação	Resultado obtido			
Resistência mínima de escoamento e tipos de perfis	Conforme especificação de projeto	Espessura (mm)	LE (MPa)	LR (MPa)	AI (%)
		0,5	310	380	28
		0,95	297	370	31
		1,25	289	364	34
Exposição à névoa salina neutra (1000 h)	Ausência de corrosão vermelha após envelhecimento acelerado na região que ficará exposta durante o uso	Não houve pontos de corrosão nas amostras ensaiadas			
Exposição à atmosfera úmida saturada (720 h)					
Exposição à dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ) (5 ciclos)					
Proteção contra corrosão	Revestimento alumínio/zinco de no mínimo 150 g/m <sup>2</sup> (AZ 150)	202 g/m <sup>2</sup>			
	Revestimento alumínio/zinco de no mínimo 275 g/m <sup>2</sup> (Z 275)	282 g/m <sup>2</sup>			
Chapas de aço pré-pintada					
Requisito da Diretriz SiNAT n°010	Critério de aprovação	Resultado obtido			
Espessura da chapa pré-pintada	Mínimo 0,5mm (tolerância ±0,03mm)	0,5 mm			
Tipo de pintura da chapa	Revestimento alumínio/Zinco de no mínimo 150 g/m <sup>2</sup> (AZ 150)	180 g/m <sup>2</sup> .			
Resistência aos raios ultravioletas (radiação UV-B)	Após 720 h de ensaio, a pintura não pode ter perda de brilho maior que 20%, sendo ΔE ≤ 3	Aprovado conforme requisitos técnicos			



Resistência à corrosão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As chapas não devem apresentar bolhas nem pontos de corrosão após 1000 h de ensaio em câmara de nevoa salina;</li> <li>- As chapas não devem apresentar empolamento ou pontos de corrosão após 720 h de ensaio em câmara de umidade;</li> <li>- As chapas não devem apresentar empolamentos ou pontos de corrosão após 5 ciclos em câmara de ensaio de SO<sup>2</sup>.</li> </ul>	Não houve pontos de corrosão e empolamento nas amostras ensaiadas
Resistência a impactos da pintura orgânica	Ausência de fratura após aplicação de energia de impacto de 2,25J e perda de adesão após impacto de 13,35J (face externa) e 8,9J (face interna).	Não foram observadas após os ensaios fraturas ou perdas de adesão.
<b>PIR</b>		
<b>Requisito da Diretriz SiNAT nº010</b>	<b>Critério de aprovação</b>	<b>Resultado obtido</b>
Espessura	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	59 mm
Massa específica	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	43,59 Kg/m <sup>3</sup>
Condutividade térmica	≤ 0,065 W/m°C	0,024 W/m°C
Resistência térmica	≥ 0,5 m <sup>2</sup> K/W	0,966 m <sup>2</sup> K/W
Absorção de água	Variação do volume original para o volume após ensaio menor igual a 5% (valor após 24 horas de ensaio)	0,54%
Resistência à compressão após estabilidade térmica	Resistir a cargas de compressão de 0,10 N/mm <sup>2</sup> , com variação de espessura menor que 5%, após exposição do material 2 dias a temperatura de 90°C	Resistência ≥ 0,10 N/mm <sup>2</sup> Variação de espessura: 2,7%
Ignitabilidade	F <sub>s</sub> ≤ 150 mm em 60s, conforme ABNT NBR 15575 (parte 4 e 5)	A chama não atingiu 150 mm em 60s
<b>Componentes de fixação (pregos, parafusos e chumbadores)</b>		
Descrição / Tipo e uso	Conforme especificação de projeto	Componentes definidos para cada uso nos projetos específicos e aprovados para uso conforme avaliações técnicas rotineiras cabíveis
Proteção contra corrosão / Tipo e espessura do revestimento	Conforme especificação de projeto	Componentes definidos para cada uso nos projetos específicos e aprovados para uso conforme avaliações técnicas rotineiras cabíveis
Resistencia à corrosão (tempo mínimo para aparecimento de	Componentes de fixação utilizados em áreas internas	As amostras não apresentaram pontos de corrosão para os tempos indicados.

corrosão vermelha na material base quando exposto em câmara de nevoa salina)	secas, áreas internas molhadas ou molháveis e áreas externas de ambientes: Rurais: 240 horas Urbanas :480 horas Marinhos 720 horas	
Caracterização do Painei		
Requisito da Diretriz SiNAT n° 010	Critério de aprovação	Resultado obtido
Resistência à compressão.	Após exposição dos painéis ao ensaio de calor e choque térmico, realizar ensaio mecânico no painel, resistência à compressão, sendo que os valores de ensaio após exposição devem ser no máximo 30% menores do que os valores antes de exposição ( $R$ , após envelhecimento $\geq 0,70 R$ , inicial).	$R_{\text{após envelhecimento}} = 95,5\% R_{\text{inicial}}$ Diferença máxima obtida após o envelhecimento: 4,5%.
Resistência à flexão, considerando dois apoios.	Após exposição dos painéis ao ensaio de calor e choque térmico, realizar ensaio mecânico no painel, resistência á flexão, sendo que os valores de ensaio após exposição devem ser no máximo 30% menores do que os valores antes de exposição ( $R$ , após envelhecimento $\geq 0,70 R$ , inicial).	$R_{\text{após envelhecimento}} = 96,8\% R_{\text{inicial}}$ Diferença máxima obtida após o envelhecimento: 3,2%.
Características geométricas (espessura, comprimento, largura, esquadro, diagonal).	Conforme especificações em projeto	Altura de 2,45m (paredes laterais) Altura de 3,55m (parede central) Espessura 0,06m Largura do painel variando entre 0,3m a 1,10m
Resistência de aderência dos isolantes às chapas/ Resistencia a tração perpendicular ao plano do painel (amostra no estado original)	$R_{\text{inicial}} \geq 0,10 \text{ N/mm}^2$	0,10 N/mm <sup>2</sup>
Resistência de aderência dos isolantes às chapas/ Resistencia a tração perpendicular ao plano do painel (amostra após exposição a variação de temperatura)	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$ , considerando exposição ao envelhecimento acelerado pelo efeito da variação de temperatura até 80°C	$R_{\text{após envelhecimento}} = 0,90 R_{\text{inicial}}$ 0,09 N/mm <sup>2</sup>

Foi realizada a caracterização do perfil de PVC utilizado como guia para a base de parede junto a fundação, a caracterização foi baseada na Diretriz SiNAT 004 Revisão 01, para efeito de comprovação da durabilidade do material utilizado, sendo os resultados apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Caracterização do Perfil de PVC**

Perfil “U” de PVC		
Requisito da Diretriz SiNAT n° 004	Critério de aprovação	Resultado obtido
Espessura dos perfis	Conforme especificação de projeto ( $\geq 1,7$ mm)	$2,5 \pm 0,5$ mm
Cor dos perfis	Conforme especificação de projeto	Branco
Resistência do PVC aos raios ultravioleta	2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB	Em conformidade com determinação de propriedades mecânicas
Módulo de elasticidade na flexão (antes e após 2.000 h de exposição em CUV)	Rapós envelhecimento $\geq 0,70$ R <sub>inicial</sub>	Rapós envelhecimento = 1,28 R <sub>inicial</sub>
Resistência ao impacto (antes e após 2.000 h de exposição em CUV)	R <sub>inicial</sub> $\geq 55$ KJ/m <sup>2</sup> Rapós envelhecimento $\geq 0,70$ R <sub>inicial</sub>	R <sub>inicial</sub> = 59 KJ/m <sup>2</sup> Rapós envelhecimento = 0,82 R <sub>inicial</sub>
Caracterização do substrato pelo teor de cinzas	Conforme especificação de projeto	8 %
Determinação do Teor de Dióxido de Titânio (TiO <sub>2</sub> )	Conforme especificação de projeto	5,7 %

A caracterização do adesivo selante monocomponente utilizado em vedações e juntas foi baseada conforme especificação de projeto, sendo os resultados apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Caracterização do Selante**

Adesivo Selante monocomponente – MS polymer			
Requisito	Método de ensaio	Indicador de conformidade	Resultado obtido
Resistência aos raios UV 2000 h e 5000 h	ASTM C 1257 ASTM G154	Não apresentar calcinação, trincas e descolamentos da base	Sem alterações visuais significativas A amostra sofreu leve amarelamento e perda de brilho
Resistência a tração e alongamento	ASTM D412 ASTM C 920	$> 0,68$ MPa $\geq 100$ %	Tração = 1,56 MPa Alongamento = 348,5%
Resistência a tração e alongamento Após envelhecimento UV 2000 h	ASTM D412 ASTM G154	$> 0,68$ MPa $\geq 100$ %	Tração = 0,94 MPa Alongamento = 145,3%
Resistência a produtos químicos 24 h	ASTM D1308	Não ocorrer perda de coesão, desintegração ou acentuada alteração de cor	Após 24h Leve perda de brilho e amarelamento
Exposição a atmosfera saturada 2000 h	ASTM D2247	Não ocorrer perda de coesão, desintegração ou acentuada alteração de cor	O material apresentou maior maleabilidade, leve amarelamento e opacidade na face exposta ao intemperismo
Dureza Shore A	ASTM C 661	(30 – 40)	Frente = 36,1 Verso = 35,5
Resistência de aderência à tração	ABNT NBR 14081-4	$\geq 0,5$ MPa ABNT NBR 14081-1	0,52 MPa

#### **4.1.1 Caracterização do sistema de revestimento em chapas de gesso acartonado**

Os materiais utilizados no revestimento com chapas de gesso acartonado, são e somente devem ser adquiridos de empresa que participa e deve estar devidamente qualificada no Programa Setorial da Qualidade (PSQ), seguindo o regimento do Sistema de Qualificação de Materiais, Componente e Sistemas Construtivos – SiMaC do PBQP-H, no programa setorial de componentes para sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall.

Trimestralmente, este PSQ divulga no site do PBQP-H um relatório setorial contendo a classificação das empresas, componentes comercializados e requisitos avaliados das empresas participantes do programa.

### **4.2 Coberturas**

#### **4.2.1 Desempenho estrutural da cobertura**

Os ensaios foram realizados em protótipos do sistema, configurados de acordo com o projeto de estrutura da cobertura, sendo o maior vão limite de 1,43 m. O ensaio de peças suspensas em forro não foi realizado, pois não há pontos de fixação no forro, luminárias são fixadas nos complementos de parede.

Foram realizadas avaliações quanto ao risco de arrancamento de componentes sob a ação do vento conforme ABNT NBR 6123 e Diretriz SiNAT n° 010. Segundo os resultados do ensaio, o sistema de cobertura atende aos requisitos mínimos de desempenho. O sistema de cobertura da casa Fischer atende as solicitações de velocidade de vento de 50 m/s, que abrange as regiões I, II, III, IV e V. Sendo assim, o sistema de cobertura da Casa Modular Fischer atinge o desempenho mínimo segundo a ABNT NBR 15575-5 e Diretriz SiNAT n° 010.

Para os ensaios de solicitações de montagem ou manutenção a cargas concentradas acessíveis ao usuário, realizados sobre a cobertura, não houve ocorrência de ruptura ou traspasse na amostra com 3 cargas de 1 kN distribuídas em um triângulo equilátero de lado 450 mm, assim como também não houve nenhuma ocorrência com carga concentrada de 1 kN na seção mais desfavorável. Sendo assim, as amostras atingiram requisito mínimo estipulado pela Diretriz SiNAT n° 10 e ABNT NBR 15575-5.

Segundo os resultados do ensaio de simulação de ação do granizo e outras cargas acidentais sobre a cobertura, com impactos de 1,0 J, não houve ocorrência de ruptura ou traspasse na amostra, atingindo assim o desempenho mínimo conforme a Diretriz SiNAT n° 010 e a ABNT NBR 15575-5.

#### **4.2.2 Estanqueidade do sistema de cobertura**

Foram realizados os ensaios de estanqueidade do sistema de cobertura e não houve escorrimentos, vazamentos ou manchas de umidade na face interna da cobertura, atendendo assim as exigências de desempenho da ABNT NBR 15575-5.

### **4.2.3 Segurança no uso e na operação – caminhamento sobre o sistema de cobertura**

O ensaio de segurança no uso e operação na cobertura, executado tanto no sistema de cobertura como em seus componentes e/ou dispositivos, demonstra comportamento adequado para o uso pretendido não ocorrendo ruptura, fissuras ou traspassamento na amostra quanto ao caminhamento de pessoas para a realização de montagem, instalações e manutenção, atingindo nível de desempenho mínimo conforme Diretriz SiNAT n° 010 e ABNT NBR 15575.

### **4.2.4 Segurança contra incêndio**

A reação ao fogo da superfície inferior das coberturas, no caso de cozinhas devem ser classificadas como I ou II A conforme métodos de ensaio da EN 13823. Segundo os resultados dos ensaios, a amostra atingiu a classificação necessária, sendo aprovado nos níveis de desempenho exigidos conforme a ABNT NBR 15575-5.

Para os ensaios de reação ao fogo da parte externa dos painéis de cobertura, conforme o método da ENV 1187, não houve ocorrência de ruptura ou traspassamento na amostra, sendo aprovado nos níveis de desempenho mínimo conforme a ABNT NBR 15575-5.

Em consideração aos resultados obtidos, no ensaio realizado em paredes, verifica-se que as paredes ou forros protegidos adequadamente com camada dupla de chapas de gesso para drywall com juntas desencontradas e tratadas, em um eventual incidente, permite que o fogo não atinja as peças do quadro estrutural durante os 30 minutos de resistência ao fogo requeridos.

## **4.3 Paredes estruturais ou de vedação**

### **4.3.1 Desempenho estrutural**

O desempenho estrutural das paredes foi avaliado considerando a resistência às cargas verticais, a resistência aos impactos de corpo mole, corpo duro, peças suspensas e solicitação transmitida pelo impacto de portas.

Foi também analisado o projeto estrutural do protótipo da unidade habitacional e seu local de implantação, segundo a Diretriz SiNAT n° 010. Foi elaborado um memorial de cálculo específico, levando em conta os detalhes de fixações e cargas atuantes sobre o sistema.

Foram realizados ensaios laboratoriais para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado limite último e o estado limite de serviço. Na Tabela 5 apresenta-se uma síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório.

A resistência última de projeto ( $R_{ud}$ ) e a resistência de serviço ( $R_{sd}$ ) das paredes foram obtidas com os resultados dos ensaios de compressão excêntrica, aplicando-se as equações previstas na norma ABNT NBR 15575-2 com  $\gamma_m = 2,0$  e  $\xi = 1,5$ .

Tomando-se a maior carga prevista no projeto exemplo analisado ( $S_k = 2,92 \text{ kN/m}$ ) foram calculadas a solicitação de projeto para o ELU ( $S_{d,u}$ , com  $\gamma_f = 1,4 \cdot 1,3$ ) e para o ELS ( $S_{d,s}$ , com  $\gamma_f = 1,3$ ), obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 6. A partir desses resultados verificam-se comprovadas as condições de que  $S_{d,u} \leq R_{ud}$  para o ELU, e  $S_{d,s} \leq R_{sd}$  para o ELS.



**Tabela 5 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica**

Corpo de prova ensaiado	Carga limite deslocamento (Limite fixado em 3,0 mm)		Carga máxima aplicada	
	kgf/m (Largura 1,10 m)	kN/m (Largura 1,10 m)	kgf/m (Largura 1,10 m)	kN/m (Largura 1,10 m)
<b>CP1</b>	3913	39,1	4868	48,6
<b>CP2</b>	2140	21,4	6050	60,5
<b>CP3</b>	3595	35,9	5413	54,1
<b>Média</b>	3216	32,1	5444	54,4

Obs. Considerando-se  $1 \text{ kN} \pm 100 \text{ kgf}$

**Tabela 6 – Síntese da avaliação dos resultados.**

$R_{ud}$	$S_{d,u}$	$R_{sd}$	$S_{d,s}$
17,01 kN/m	5,32 kN/m	8,12 kN/m	3,80 kN/m

Para a análise de unidades que possuam o item opcional de aquecimento de água por meio de placas solares, considerando uma situação extrema de carregamento, em que toda a massa do sistema (boiler cheio, suporte e placas solares), totalizando 220 kgf, é distribuída unicamente no trecho de parede mais carregado do projeto, pode-se recalculer os valores de  $S_{d,u}$  e  $S_{d,s}$ , conforme a Tabela 7, em que os resultados obtidos continuam atendendo às condições para as resistências últimas e de serviço.

**Tabela 7 – Desempenho estrutural – Com sistema de aquecimento**

$R_{ud}$	$S_{d,u}$	$R_{sd}$	$S_{d,s}$
17,01 kN/m	9,32 kN/m	8,12 kN/m	6,65 kN/m

Para cada empreendimento deve ser desenvolvido um projeto estrutural específico e sua respectiva memória de cálculo.

Para os ensaios de impacto de corpo mole sobre os painéis foram utilizados apenas energias de impactos para paredes externas, pois são constituídos pelos mesmos materiais e têm a mesma espessura. Os resultados indicam que os corpos de prova não apresentaram falhas (fissuras, mossas e frestas) e/ou rupturas nos componentes da parede para as energias de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J. O sistema construtivo avaliado atendeu o desempenho mínimo da ABNT NBR 15575 e da Diretriz SiNAT n°10.

Os ensaios de impacto de corpo duro foram realizados nos painéis, com energias de 2,5J, 3,75J, 10J e 20J, cujos resultados apresentaram atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SiNAT n° 10 e da ABNT NBR 15575.

No ensaio de solicitações transmitidas por portas, considerando dez operações de fechamento brusco e impacto de corpo mole, com energia de 240J no centro geométrico da folha de porta, não

foram observadas falhas (fissurações, destacamentos, entre outros) no encontro com o marco, cisalhamentos nas regiões de solidarização do marco com a parede, nem destacamentos em juntas entre componentes das paredes, atendendo os requisitos da ABNT NBR 15575-4 e Diretriz SiNAT n° 010.

Os ensaios de verificação da capacidade de suporte de peças suspensas consideraram o dispositivo padrão de mão francesa. Os ensaios foram realizados segundo as diretrizes da ABNT NBR 15575-4, e atenderam o nível de desempenho mínimo exigidos.

#### **4.3.2 Estanqueidade à água**

Foram realizadas análises de projeto para avaliar os aspectos que influenciam a estanqueidade à água do produto de fontes de umidade externas e internas à edificação.

Para a fixação do painel na fundação é instalada uma calha em “U” de PVC. Entre a calha e o painel é aplicada uma camada de selante para impedir o acúmulo de água na interface e a percolação de água para o interior da edificação. Em todas as interfaces entre o piso e os painéis, voltadas para a face interna da casa, é instalado um rodapé cerâmico de 50 mm de altura.

Na junta vertical de ligação entre painéis é instalada uma fita de espuma de polietileno autoadesiva, e aplicado selante em todas as juntas de áreas molhadas e juntas externas que proporciona a vedação e estanqueidade da ligação vertical painel/painel.

O piso do box do banheiro é executado com caimento para o ralo. A diferença de cota dos painéis de parede e o piso acabado do banheiro é de 20 mm e piso do box de 40 mm. A parede da área do box é revestida com cerâmica do piso ao teto.

A face externa do sistema de vedação vertical foi submetida a uma vazão de água calibrada de  $(3,0 \pm 0,3) \text{ dm}^3/\text{min}/\text{m}^2$ , criando uma cortina de água homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática de 50 Pa durante 7 horas.

Os resultados obtidos tanto na análise de projeto como no ensaio demonstram que foram atendidos os critérios de desempenho prescritos na Diretriz SiNAT n° 010 e na ABNT NBR 15575.

#### **4.3.3 Desempenho térmico**

A avaliação do desempenho térmico da casa modular Fischer foi realizada pelo método de simulação computacional para as 8 zonas bioclimáticas existentes no Brasil, nos dias mais críticos de verão e inverno, utilizando o programa *EnergyPlus*<sup>TM</sup>, segundo a Diretriz SiNAT n° 010 e ABNT NBR 15575.

Na Tabela 8 estão apresentadas as cidades específicas escolhidas para representarem cada zona bioclimática do Brasil, em função da existência de dados climáticos em horário no formato do programa utilizado.

**Tabela 8 – Cidades consideradas em cada zona bioclimática.**

<b>Zonas Bioclimáticas</b>	<b>Cidade</b>
ZB1	Curitiba/PR
ZB2	Santa Maria/RS
ZB3	Florianópolis/SC
ZB4	Brasília/DF
ZB5	Governador Valadares/MG
ZB6	Campo Grande/MS
ZB7	Cuiabá/MT
ZB8	Natal/RN

Para a avaliação do desempenho térmico considerou-se a absorvência à radiação solar da superfície externa das paredes igual a: 0,3 (cores claras), 0,5 (cores médias) e 0,7 (cores escuras).

Na Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11 são apresentados os resultados obtidos nas simulações computacionais referentes ao desempenho térmico para as edificações em estudo, tanto para dias típicos de verão como de inverno.

**Tabela 9 – Condições necessárias para a obtenção do nível de desempenho térmico mínimo nas zonas 1 a 8 no período de verão e de inverno\***

<b>Zona Bioclimática</b>	<b>Condição padrão<sup>(a)</sup></b>	<b>Com sombreamento<sup>(b)</sup></b>	<b>Com ventilação<sup>(c)</sup></b>	<b>Com sombreamento e ventilação</b>
1	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
2	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
3	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
4	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
5	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
6	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
7	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor
8	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor	Qualquer cor

(\*) as zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não são avaliadas para a condição de inverno, conforme ABNT NBR 15575.

(a) condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h) e janelas sem sombreamento;

(b) condição de sombreamento: proteção solar externa ou interna que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente;

(c) condição de ventilação: ambiente ventilado a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora ( 5,0 Ren/h).

**Tabela 10 – Temperaturas externas e internas máximas para um dia típico de verão.**

Zona Bioclimática	Externa máxima [°C]	Temperaturas máximas [°C]			Nível de desempenho		
		Dorm1	Dorm2	Sala/ Cozinha	Dorm1	Dorm2	Sala/ Cozinha
ZB1	31,4	26,0	25,9	25,8	S	S	S
ZB2	32,2	29,4	29,0	28,6	I	I	I
ZB3	32,7	29,5	29,3	29,1	I	I	I
ZB4	31,2	29,9	28,8	28,3	M	I	I
ZB5	34,2	30,3	30,1	29,9	I	S	S
ZB6	33,6	31,2	30,7	30,3	I	I	I
ZB7	37,8	34,8	34,4	34,0	I	I	I
ZB8	32,1	31,4	30,9	30,6	M	I	I

**Tabela 11 - Temperaturas externas e internas mínimas para o dia típico de inverno.**

Zona Bioclimática	Externa mínima [°C]	Temperaturas mínimas [°C]			Nível de desempenho		
		Dorm1	Dorm2	Sala/ Cozinha	Dorm1	Dorm2	Sala/ Cozinha
ZB1	0,8	6,8	6,8	6,6	I	I	I
ZB2	3,12	9,7	9,8	9,3	I	I	I
ZB3	6,36	11,8	11,9	11,7	I	I	I
ZB4	10,11	15,8	15,8	15,2	I	I	I
ZB5	14,24	18,6	18,6	18,5	M	M	M

Com base nos resultados apresentados no relatório de ensaio, o sistema construtivo avaliado atende às exigências de desempenho descritas na Diretriz SiNAT n° 010 para qualquer valor de absorvância solar no intervalo de 0,3 a 0,7 e para todas as condições de ventilação e sombreamento propostas na ABNT NBR 15575.

#### 4.3.4 Desempenho acústico

Os ensaios para a determinação do desempenho acústico nas “Casas Modulares Fischer” foram realizados em campo, seguindo as prescrições citadas na ABNT NBR 15575-4, que é recomendada para a avaliação de sistemas construtivos constituídos de casas térreas e sobrados. Permitindo obter uma estimativa de isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura).

O resultado do desempenho acústico das envoltórias ensaiadas em campo foi apresentado a partir da diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação vertical externa ( $D_{2m, nT, w}$ ).

A diferença de nível padronizada da vedação analisada foi de 20 dB, sendo classificada pela Diretriz SiNAT n° 010, como uma habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas (Classe de Ruído I).

Os ensaios de laboratório para a determinação do desempenho acústico em painéis sanduíche foram realizados segundo as diretrizes da ABNT NBR 15575-4. Como o sistema construtivo avaliado refere-se a casas térreas isoladas, foi avaliado o índice de redução sonora ponderado,  $R_w$ , de fachadas. O resultado do desempenho acústico das paredes ensaiadas em laboratório foi apresentado a partir do índice de redução sonora ( $R_w$ ) de 35 dB, atendendo as três classes de localização da

habitação referente a ruído segundo a ABNT NBR 15575-4, garantindo dessa forma o desempenho mínimo, atendendo as exigências da Diretriz SiNAT nº 010.

#### **4.3.5 Durabilidade e Manutenibilidade**

As informações referentes a Vida Útil de Projeto (VUP) dos elementos do sistema construtivo devem ser no mínimo iguais aos períodos sugeridos pela ABNT NBR 15575-1, na Tabela 20 do item 3.2.6.1 da Diretriz SiNAT nº 010.

Com base na análise do Manual de Operação, Uso e Manutenção da “Casa Modular Fischer” e do Manual de Montagem do sistema construtivo, foram identificados os pontos de avaliação mínimos citados na Diretriz SiNAT nº 010 com relação à vida útil de projeto dos elementos. Tais características construtivas serão rotineiramente avaliadas em inspeções e auditorias em campo e fábrica, para a garantia da vida útil do sistema construtivo proposto.

Os critérios de manutenibilidade dos elementos devem estar incorporados ao projeto e ao manual de uso e manutenção do sistema construtivo. As informações necessárias ao cumprimento das exigências da Diretriz SiNAT nº 010 e ABNT NBR 14037 são encontradas no Manual de Uso e Manutenção da “Casa Modular Fischer”.

Os ensaios para a determinação do desempenho à ação de calor e choque térmico em painéis sanduíche foram realizados segundo as diretrizes da ABNT NBR 15575. Não apresentaram fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração, deslocamentos entre outros danos. Em consideração aos resultados, o sistema construtivo avaliado atende os níveis de desempenho exigidos conforme a ABNT NBR 15575 e Diretriz SiNAT nº 010.

Após exposição dos painéis ao ensaio de calor e choque térmico, foram executadas as avaliações para a determinação da resistência à flexão e à compressão, obtendo-se os resultados dentro dos limites estabelecidos na Diretriz SiNAT nº 010.

As informações sobre produtos adequados para limpeza dos componentes do sistema construtivo estão presentes no manual de uso e manutenção do proprietário, elaborado pelo proponente, bem como os períodos mínimos e métodos adequados para a manutenção preventiva dos elementos do sistema.

Devem ser previstos períodos e métodos adequados para manutenção da pintura das chapas pré-pintadas (repintura quando necessário), afim de atender a vida útil deste elemento. Foi definido com base nos resultados de ensaios realizados e vistorias em empreendimentos em uso, além das recomendações estipuladas pela ABNT NBR 15575, o período mínimo de 8 anos para sua substituição ou avaliação criteriosa do estado das pinturas existentes na casa. O proponente descreve métodos de avaliação das pinturas, como falhas localizadas ocasionadas pelo uso do sistema, pequenos pontos de corrosão, entre outros em seu manual de uso e operação. Também recomenda os materiais e métodos para as manutenções, baseados nos resultados obtidos em avaliações laboratoriais para este fim.



A impermeabilização da base de parede e esquadrias, feita com adesivo selante monocomponente deve ser verificada anualmente, tais métodos de avaliação e possíveis reaplicações pontuais, quando houver, estão descritos no manual de uso e operação, sendo estabelecido o período mínimo de dois anos para verificação total das impermeabilizações e quando necessário, sua substituição.

Foram realizados testes em laboratório para verificação da durabilidade e da manutenção com tratamentos de repintura das chapas de aço galvanizado, a fim de comprovar a eficácia de manutenções propostas. Os corpos de prova foram submetidos a diferentes tipos de envelhecimentos em câmara de nevoa salina e dióxido de enxofre, após exposição, foram realizados tratamentos de repintura e novamente submetidos ao envelhecimento. Foram considerados satisfatórios os resultados para atendimento aos requisitos de manutenibilidade e durabilidade das chapas de aço galvanizado utilizada nas paredes do sistema construtivo proposto.

Com o intuito de se comprovar a estanqueidade à água nas bases de parede das Casas Modulares Fischer, especificamente no contato painel x canaleta em PVC, foi realizado ensaio onde corpos de prova representativos do sistema de base de parede, foram submetidos a diversos ciclos térmicos (-5°C a 60°C) e de umedecimento (25% a 60%), para representar casos extremos de variação climática, aos quais o sistema construtivo pode estar submetido. Essa metodologia visa identificar o possível umedecimento da base dos painéis devido a movimentações/deformações térmicas, referentes principalmente aos ciclos sazonais. Posteriormente aos envelhecimentos, os corpos de prova (painel mais interface painel canaleta), foram submetidos a uma pressão constante de água, com o intuito de simular o caso extremo em que as edificações estejam locadas em áreas de inundação, com coluna de água de 0,30 m a partir da base dos painéis. Posteriormente a cada ciclo, foram avaliadas possíveis infiltrações, sendo considerados satisfatórios os resultados para atendimento aos requisitos de manutenibilidade e durabilidade.

Foram verificadas as compatibilidades de potenciais eletroquímicos de todos os componentes metálicos em contato entre si, verificados os tipos de revestimento contra corrosão e realização de ensaios de durabilidade dos elementos de fixação, garantindo assim a resistência a corrosão galvânica. Também são utilizadas em alguns pontos de fixação do sistema de cobertura, buchas de nylon em contato com a chapa de aço galvanizado, evitando o contato entre metais e estes permanecem protegidos de intempéries no projeto executivo.

Foram realizados ensaio de caracterização para a comprovação da durabilidade dos materiais utilizados e não contemplados na Diretriz SiNAT 010: Adesivo selante e Perfil PVC (Fornecedor Veka).

O perfil de PVC foi caracterizado e os resultados obtidos foram satisfatórios em análise baseada nos requisitos técnicos descritos na Diretriz SiNAT 004.

O Adesivo Selante monocomponente utilizado no sistema construtivo, produzido em tecnologia MS Polymer, foi caracterizado perante análise de projeto e limites estabelecidos pela ITA, sendo os resultados considerados satisfatórios, para efeito de comprovação da durabilidade, prevendo a aplicação destes materiais e exposições a intempéries durante a vida útil do sistema. Foi realizado

envelhecimento aos raios ultravioleta pelo período de 5.000 h, além de ensaios para comprovação de propriedades mecânicas.

#### **4.3.6 Segurança contra incêndio**

O ensaio de reação ao fogo foi realizado segundo as recomendações da Diretriz SiNAT n° 010 e norma EN 13823. Após o ensaio o material da face interna do painel obteve classificação III A, sendo atendida a classificação mínima exigida da Diretriz SiNAT n° 010.

O ensaio para a determinação da resistência ao fogo dos painéis sanduiche, para área da cozinha foram realizados em conformidade com a Diretriz SiNAT n° 010 e ABNT NBR 5628. Em consideração aos resultados obtidos nos ensaios, a amostra do sistema construtivo apresentou resistência ao fogo por um período superior a 30 minutos, permitindo sua classificação, no grau corta-fogo, como CF30, sendo aprovadas segundo as exigências da Diretriz SiNAT n° 010.

Para análise do sistema foi confeccionado uma parede sem aberturas de 3000 x 2800 mm, sendo a superfície exposta às elevadas temperaturas de 2500 x 2500 mm, composta de painéis formados de chapas de aço galvalume com núcleo de PIR (conforme descrição do sistema construtivo), com revestimento da face exposta ao fogo formado por dupla camada de chapas de gesso acartonado (RF) de 12,5 mm de espessura, juntas desencontradas e tratadas conforme procedimento padrão do sistema. O carregamento aplicado no sistema foi de 0,255 tf/m, visando a reprodução das solicitações de serviço conforme determinado pelo proponente.

#### **4.3.7 Proteção contra descargas atmosféricas**

Foi requisitada a análise da proteção contra descargas atmosféricas para o sistema construtivo “Casas Modulares Fischer”, devido as suas características construtivas eminentemente em metal. Segundo análises realizadas, com base nas diretrizes da ABNT NBR 5419, Cálculo de Risco, a “Casa Modular Fischer” precisa de instalação de SPDAs - Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas. Também foram realizados ensaios in loco, verificando as condições de segurança elétrica e eficiência do sistema de proteção contra descargas atmosféricas da residência.

Os cálculos e ensaios apresentados nos relatórios devem ser refeitos para cada novo projeto de instalação da casa, devendo ser feita uma análise completa do nível cerâmico, resistividade elétrica do solo, topografia e normas exigidas pela concessionária de energia elétrica e pelo Corpo de Bombeiros de cada local de instalação.

A equipotencialização é garantida pelos elementos de amarração e a passagem dos cabos de aço embutidos nos painéis de parede, este contato entre os tubos de aço garantem ligação entre todos os painéis de parede da edificação, e também pela interconexão entre todas as malhas de aço existentes no interior do radier, sendo conectadas por clips galvanizados a uma barra de aço inox ou vergalhão galvanizado a fogo re-bar, que juntamente aos painéis de parede são ligados ao BEP por meio de cabo de cobre isolado de 16 mm<sup>2</sup>.

#### **4.3.8 Dispositivo de proteção diferencial residual - DR**

A casa modular Fischer possui interruptor Diferencial Residual, DR, (para 30 mA – alta sensibilidade) em suas instalações, para prevenir choque elétrico por contato em elementos metálicos aterrados (propositalmente ou não) via isolação defeituosa de cargas ou fiação energizada.

Para garantir se a funcionalidade do DR está de acordo com as especificações fornecida pela concessionária, foram realizados ensaios que verificaram o tempo de atuação do interruptor.

O tempo de operação registrado do DR deve estar entre os tempos limites da curva de funcionamento do DR, mínimo (30 mA, 750 ms) e máximo (300 mA, 40 ms). Com base nos resultados dos ensaios realizados, foi possível verificar que o tempo de operação registrado foi de 42 mA, 20,6 ms estando de acordo com a especificação do dispositivo.

#### **4.3.9 Possibilidade de ampliação da unidade habitacional**

A casa modular Fischer tem a possibilidade de ampliação, o procedimento e condições são previstos no manual de uso, operação e manutenção, onde a ampliação deve seguir as orientações do proponente, que especifica os detalhes e materiais necessários para ligação ou continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.

O projeto de ampliação deve prever no mínimo a manutenção dos níveis de desempenho, relativos às características estruturais, segurança ao fogo, estanqueidade a água, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade, utilizando os mesmos materiais e técnicas construtivas do imóvel original.

## 5 Controle da qualidade

---

Foram realizadas auditorias técnicas em fábrica e em obras, tanto em execução quanto finalizadas, permitindo avaliar o desempenho global das unidades habitacionais e o comportamento potencialmente positivo do produto quanto ao controle de qualidade de produção e de montagem conforme a Diretriz SiNAT nº 010. Nas auditorias iniciais realizadas pelo Lactec, foram verificados os aspectos de controle descritos a seguir, tais aspectos devem ser continuamente controlados pelo proponente da tecnologia.

- Controle de recebimento e aceitação de materiais e componentes em fábrica (caracterização do poliisocianurato, das bobinas de aço para a produção das chapas metálicas, dos elementos metálicos e verificação dos demais componentes que irão formar os painéis);
- Controle no processo de produção e qualidade dos painéis pós-produção em fábrica (identificação, configurações, tolerâncias dimensionais, aparência e eventual presença de falhas);
- Controle no armazenamento e expedição dos kits das unidades habitacionais “Casa modular Fischer”;
- Controle de recebimento dos kits da casa modular em obra (check list em obra);
- Controle de aceitação dos painéis em canteiro de obras (identificação e eventual presença de falhas decorrentes da movimentação);
- Controle e inspeção na etapa de montagem (por exemplo, ligação com fundação, travamento e alinhamento dos painéis, tratamento das juntas, acabamentos e interfaces com esquadrias e demais componentes);
- Vistoria de qualidade final das unidades em obra (entrega para cliente final).

Os **relatórios das auditorias para obtenção** do DATec são apresentados abaixo:

- Monitoramento da aplicação do sistema construtivo Fischer – Relatório técnico nº 16/2015 – Fundação Luiz Englert;
- Relatório de Auditoria DPVE 7445/2017 - Obra auditada: Montagem Protótipo Casa modular Fischer – Local: Dependências internas da Irmãos Fischer – Brusque / SC;
- Relatório de Auditoria DPVE 7445/2017 – Auditoria na fábrica da Irmãos Fischer – Brusque / SC.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pelo proponente no processo de produção e no produto final. Para renovação deste DATec serão apresentados relatórios de auditorias técnicas (incluindo verificação de unidades em execução e verificação de unidades em uso), considerando amostras representativas da produção de unidades habitacionais no país.

O controle de manifestações patológicas ou reparos pós-ocupação deve ser evidenciado pelo proponente, acompanhado dos procedimentos e ações pertinentes, atendendo aos prazos de garantia.

Para os elementos metálicos de fixação, a resistência à corrosão deve ser comprovada por meio de certificado de conformidade do fornecedor que acompanha cada lote entregue a obra ou por relatório de ensaio realizado por laboratório de terceira parte.

Com relação ao sistema de proteção contra descarga atmosférica, para cada novo projeto de instalação da casa, deve ser feita uma análise completa do nível cerâmico, resistividade elétrica do solo, topografia e normas exigidas pela concessionária de energia elétrica e pelo Corpo de Bombeiros de cada local de instalação, fator que será verificado durante as auditorias periódicas para a manutenção deste DATec.

Os **relatórios das auditorias para renovação do DATec** são apresentados abaixo:

- Monitoramento da aplicação do sistema construtivo Fischer – Relatório técnico nº 16/2015 – Fundação Luiz Englert;
- Relatório de Auditoria DPVE 7445/2017 - Obra auditada: Montagem Protótipo Casa modular Fischer – Local: Dependências internas da Irmãos Fischer – Brusque / SC;
- Relatório de Auditoria DPVE 7445/2017 – Auditoria na fábrica da Irmãos Fischer – Brusque / SC.
- Relatório de Auditoria RT 5174/2023 - Fábrica auditada: Fábrica da empresa Irmãos Fischer S.A. em Brusque/SC
- Relatório de Auditoria RT 6594a/2025 - Obra auditada: Obra da empresa Irmãos Fischer S.A. em Urubici/SC – 04 a 06/02/2025;
- Relatório de Auditoria RT 6625/2025 - Obra auditada: Obra da empresa Irmãos Fischer S.A. em Tijucas/SC e Leoberto Leal/SC – 04 a 06/02/2025;
- Relatório de Auditoria RT 6671/2025 - Fábrica auditada: Fábrica da empresa Irmãos Fischer S.A. em Brusque/SC – 12 a 13/12/2024.
- Relatório de Auditoria RT 6861/2025 – Análise de documentação para inspeção de sistema construtivo.

## **6 Fontes de informação**

---

As principais fontes de informação são os documentos técnicos da empresa Irmãos Fischer e os Relatórios Técnicos.

### **6.1 Documentos da empresa**

- Projetos e detalhamentos executivos arquitetônicos, estruturais, instalações de hidráulica e de elétrica das unidades habitacionais térreas isoladas;



- Projetos executivos de produção e de montagem das unidades habitacionais térreas isoladas;
- Projetos arquitetônicos da casa Modular Fischer;
- Relatórios de ensaios realizados em laboratório;
- Procedimentos para execução de serviços;
- Procedimentos para recebimento e check list de materiais em obra;
- Fichas de verificação de materiais e serviços;
- Manual de montagem – Casa Modular Fischer, elaborado pela Proponente da tecnologia;
- Manual de uso e operação do sistema (Manual do proprietário), elaborado pela Proponente da tecnologia.

## **6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio**

- Relatório DVEE 6811/2016 produzido pelo Lactec - Ensaio de exposição à névoa salina e atmosfera úmida saturada;
- Relatório DVQA 6942/2017-R2 produzido pelo Lactec - Espessura e densidade superficial dos depósitos de Zn Al e Zn;
- Relatório DVEE 4898/2016 produzido pelo Lactec - Espessura da chapa pré-pintada, resistência à corrosão, exposição à radiação UV- B e a névoa salina neutra;
- Relatório DVEE 5857/2016 produzido pelo Lactec - Resistência a impactos da pintura orgânica;
- Relatório DVPE 4721/2015 -R1 produzido pelo Lactec - Ensaio de caracterização de componentes Fischer;
- Relatório R000039/2015 produzido pela Efectis Nederland - Ignitabilidade do PIR;
- Relatório 1051797-203/2013 produzido pelo IPT - Reação ao fogo (propagação da chama);
- Relatório 557161027A/2016 produzido pelo MAST Lab - Resistência à corrosão de componentes de fixação;
- Relatório 557161027B/2016 produzido pelo MAST Lab - Resistência à corrosão de componentes de fixação;
- Relatório DVPE 3962/2015 produzido pelo Lactec - Ensaio de desempenho estrutural e durabilidade em painéis;
- Relatório EC 10024/2019 produzido pelo Lactec – Ensaio para verificação de durabilidade de chapas de aço galvalume;
- Relatório EC 11328/2019 produzido pelo Lactec – Ensaio de ciclos térmicos e verificação de estanqueidade em sistema de base de parede;

- Relatório EC 11140/2019 produzido pelo Lactec - Ensaio de compressão excêntrica em painéis sanduíche;
- Relatório 05/2017 produzido pela Fundação Luiz Englert - Consideração sobre o desempenho quanto a carga de vento para o sistema de cobertura da casa modular Fischer;
- Relatório 13/2016 produzido pela Fundação Luiz Englert - Solicitações de montagem ou manutenção a cargas concentradas;
- Relatório 15/2016 produzido pela Fundação Luiz Englert - Desempenho quanto a solicitações de montagem ou manutenção a cargas concentradas para o sistema de cobertura;
- Relatório 16/2016 produzido pela Fundação Luiz Englert - Ação do granizo e outras cargas acidentais;
- Relatório 19/2016 produzido pela Fundação Luiz Englert - Segurança no uso e na operação – quanto a possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura;
- Relatório R001460/2016 produzido pela Efectis Nederland - Reação ao fogo da face interna do sistema de coberturas;
- Relatório R000728/2016 produzido pela Efectis Nederland - Reação ao fogo do sistema de cobertura;
- Relatório R001459/2016 produzidos pela Efectis Nederland - Reação ao fogo do sistema de cobertura;
- Relatório R001461/2016 produzidos pela Efectis Nederland - Reação ao fogo do sistema de cobertura;
- Relatório R001463/2016 produzidos pela Efectis Nederland - Reação ao fogo do sistema de coberturas;
- Relatório 1079713-203/2016 produzido pelo IPT - Estanqueidade do sistema de cobertura;
- Relatório 6013371-5/2016 produzido pela Visconti - Avaliação do comportamento estrutural da edificação;
- Relatório EC 10352/2018 produzido pelo Lactec – Ensaio de desempenho estrutural;
- Relatório 2598/2019 da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Desempenho acústico;
- Relatório produzido pelo Professor Aluísio Leoni Schmid – 2016 - Desempenho acústico;
- Relatório 1847/2017 da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Desempenho acústico;
- Relatório R000002/2015 produzido pela Efectis Nederland - Reação ao fogo;
- Relatório R000231/2015 produzidos pela Efectis Nederland - Reação ao fogo dos painéis;
- Relatório R000267/2015 produzidos pela Efectis Nederland - Reação ao fogo dos painéis;
- Relatório 2579/2018 da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Resistência ao fogo do painéis;
- Relatório 101.1112b/2016 produzido pela LADE - Ensaio de desempenho térmico;

- Relatório técnico produzido pela FURB – 2016 - Descargas atmosféricas – Professor Sérgio Cabral;
- Relatório DVSE 4591/2015 produzido pelo Lactec - Descargas atmosféricas;
- Relatório 353-2018 produzido pelo Centro de Inteligência PURCOM – Ensaio de condutividade e resistência térmica;
- Atestado de qualificação – Placo do Brasil LTDA;
- Relatório técnico de avaliação nº LAB/RT 175 produzido pela TESIS – Caracterização PVC;
- Relatório de ensaios nº LAB/RE 345 produzido pela TESIS – Caracterização PVC;
- Relatório de ensaios REL EM 11639/2019 – R1- produzido pelo Lactec – Caracterização e envelhecimento Adesivo Selante utilizado no sistema;
- Relatório de ensaios REL DVPE 12689/2019 – produzido pelo Lactec – Resistência de aderência do Selante utilizado no sistema.

## **7 Condições de emissão do DATec**

---

Este Documento de Avaliação Técnica, DATec, é emitido nas condições a seguir descritas, conforme Regimento geral do SiNAT – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores, Capítulo VI, Art. 22:

- a) O Proponente é o único responsável pela qualidade do produto avaliado no âmbito do SiNAT;
- b) O Proponente deve produzir e manter o produto, bem como o processo de produção, nas condições de qualidade e desempenho que foram avaliadas no âmbito SiNAT;
- c) O Proponente deve produzir o produto de acordo com as especificações, normas e regulamentos aplicáveis, incluindo as diretrizes SiNAT;
- d) O Proponente deve empregar e controlar o uso do produto, ou sua aplicação, de acordo com as recomendações constantes do DATec concedido e literatura técnica da empresa;
- e) Os Institutos Lactec e as diversas instâncias do SiNAT não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto do produto avaliado.

A Detentora da Tecnologia, Irmãos Fischer S/A compromete-se a:

- a) Manter o Sistema Construtivo e o processo de produção nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projetos específicos para cada empreendimento;
- b) Produzir o sistema construtivo de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c) Manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d) Manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente.

O sistema construtivo deve ser utilizado de acordo com as instruções do produtor e recomendações deste Documento de Avaliação Técnica.

O SiNAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso a UNISINOS, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

---

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

***Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SiNAT***

***Brasília, DF, 03 de Junho de 2022***