

 <p>Rua Aquinos, 111 Água Branca 05036-070 - São Paulo/SP Tel/Fax (11) 3611-0833</p> <p>www.institutofalcaobauer.com.br inovacons@falcaobauer.com.br</p>	<p>Produto</p> <p>“Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo <i>light wood framing</i>)”</p> 	 <p>SINAT</p>
<p>Emissão maio de 2023</p> <p>Validade abril de 2026</p>	<p>Proponente</p> <p>TECVERDE Engenharia S.A. Rua Pedro de Alcantara Meira, 1195 – Fazenda Velha 83704-530 - Araucária/PR Tel.: (41) 3607-4146 – www.tecverde.com.br</p> <p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto Falcão Bauer da Qualidade, IFBQ, e a decisão dos Técnicos Especialistas indicados conforme Portaria nº 2.795 de 27 de novembro de 2019, do Ministério do Desenvolvimento Regional, concede ao produto “Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo <i>light wood framing</i>)” o Documento de Avaliação Técnica Nº020-E. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até 04 pavimentos (térreo + 3 pavimentos) às condições expressas neste Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p>DATec Nº 020-E</p>
<p>Limites da avaliação técnica do produto – Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo <i>light wood framing</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para a avaliação do produto considerou-se como elementos inovadores as paredes externas, paredes internas e entrepisos formados por quadros estruturais em peças de madeira serradas autoclavadas e respectivos fechamentos em chapas; • Os componentes e elementos convencionais, tais como fundações, sistema de cobertura, chapas de gesso para <i>drywall</i>, placas cimentícias, caixilhos, instalações hidráulica e elétrica devem atender às normas técnicas correspondentes e foram analisados apenas na interface com as paredes e entrepisos, bem como a influência destes no desempenho do produto; • A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do produto em unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas e em edifícios multifamiliares de até quatro pavimentos (térreo + 3 pavimentos); • O desempenho térmico foi avaliado para as cidades representativas das 8 (oito) zonas bioclimáticas, considerando os sistemas de cobertura descritos no item 4.3 deste documento; • As avaliações de desempenho acústico foram realizadas em laboratório e em campo e os resultados são restritos às características de conformação das paredes e ao local avaliado, descrito no item 4.4. deste documento; • A estanqueidade à água de chuva nas juntas entre painéis de fachada e da interface das janelas com os painéis foi avaliada por meio de ensaios laboratoriais, análise de projeto e constatações em obras. As placas cimentícias e as esquadrias devem obedecer às normas técnicas pertinentes; • A durabilidade foi avaliada a partir de análise dos detalhes construtivos especificados em projeto e constatados em obra, e por meio de ensaios em laboratório (ensaio de ação de calor e choque térmico), ensaios de envelhecimento acelerado dos dispositivos de fixação (parafusos, pregos, grampos, cantoneiras metálicas e chumbadores) para as Classes de agressividade ambiental I (rural), II (urbana) e III (marinha) e ensaios de degradação das chapas de OSB – <i>Oriented Strand Board</i>. Foram também considerados na análise os detalhes relativos à base da parede, que visam evitar o contato do quadro estrutural e das chapas de OSB com eventual umidade do piso, proveniente de chuva ou de atividade de uso e lavagem. 		

1. Descrição do produto

O produto “Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo *light wood framing*)”, objeto deste DATec, destina-se à produção de construção de unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até quatro pavimentos (térreo + 3 pavimentos).

O sistema construtivo é constituído por estrutura em peças de madeira maciça serradas e tratadas e fechamentos em chapas (placas cimentícias, chapas de OSB e chapas de gesso para *drywall*), conformando o sistema de vedação vertical interno e externo e os entrepisos. Na Tabela 1 estão apresentadas as descrições das camadas que conformam as paredes e o entrepiso, de acordo com a tipologia da edificação:

Tabela 1 – Composição das camadas dos elementos construtivos de acordo com as tipologias de edificações (continua).

Elementos construtivos (paredes e entrepiso)			Tipologias de edificações		
			Casas térreas	Sobrados	Edifícios (térreo + 3 pav.)
Parede externa*			placa cimentícia + barreira impermeável à água e permeável ao vapor + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 90mm + chapa de gesso para <i>drywall</i>		placa cimentícia + barreira impermeável à água e permeável ao vapor + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 140mm + chapa de OSB + 2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i>
Parede interna			chapa de gesso para <i>drywall</i> + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 90mm + chapa de gesso para <i>drywall</i>		2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i> + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 90mm + chapa de OSB + 2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i>
Parede de geminção**	simples	divisa entre ambientes sem dormitório	chapa de gesso para <i>drywall</i> + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 140mm + miolo em lâ de rocha com 50mm de espessura + chapa de OSB + chapa de gesso para <i>drywall</i>		2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i> + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 140mm + chapa de OSB + 2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i>
		divisa entre ambientes com ao menos um dormitório	2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i> + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 140mm + miolo em lâ de rocha com 100mm de espessura + chapa de OSB + 2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i>		
	dupla***	chapa de gesso para <i>drywall</i> + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 90mm + chapa de OSB + espaçamento de 5mm + chapa de OSB + quadro estrutural de 38mm x 90mm + chapa de OSB + chapa de gesso para <i>drywall</i>		Não se aplica	
<p>* Sentido da descrição das camadas: do ambiente externo para o interno;</p> <p>** Parede de geminação entre unidades habitacionais distintas;</p> <p>*** Parede de geminação dupla constituída por dois quadros estruturais justapostos na largura da parede com espaçamento entre si de 5mm.</p>					

Tabela 1 – Composição das camadas dos elementos construtivos de acordo com as tipologias de edificações (conclusão).

Elementos construtivos (paredes e entrepiso)		Tipologias de edificações		
		Casas térreas	Sobrados	Edifícios (térreo + 3 pav.)
Entrepiso	áreas secas	Não se aplica	chapa de OSB + quadro estrutural conformado por barrotes de 45mm x 190mm + chapa de gesso para <i>drywall</i>	contrapiso + chapa de OSB + quadro estrutural conformado por barrotes de 45mm x 190mm + 2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i>
	áreas molhadas		contrapiso + chapa de compensado do tipo naval + quadro estrutural conformado por barrotes de 45mm x 190mm + chapa de gesso para <i>drywall</i>	contrapiso + chapa de compensado do tipo naval + quadro estrutural conformado por barrotes de 45mm x 190mm + 2 camadas de chapas de gesso para <i>drywall</i>

As placas de fechamento possuem espessuras de:

- chapa de OSB: 9,5mm (paredes) e 18,3mm (entrepisos);
- chapa de compensado do tipo naval (entrepiso): 18mm;
- chapa de gesso para *drywall*: 12,5mm;
- placa cimentícia: 8mm.

As paredes e entrepisos apresentam espessuras finais conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Espessura (mm) dos elementos construtivos de acordo com as tipologias de edificações (continua).

Elementos construtivos (paredes e entrepiso)			Tipologias de edificações		
			Casas térreas	Sobrados	Edifícios (térreo + 3 pav.)
Parede externa			120mm		192mm
Parede interna			124,5mm		159mm
Parede de geminção*	simples	divisa entre ambientes sem dormitório	184mm		209mm
		divisa entre ambientes com ao menos um dormitório	209mm		
	dupla**		248mm		Não se aplica

Tabela 2 – Espessura (mm) dos elementos construtivos de acordo com as tipologias de edificações (conclusão).

Elementos construtivos (paredes e entrepiso)		Tipologias de edificações		
		Casas térreas	Sobrados	Edifícios (térreo + 3 pav.)
Entrepiso***	áreas secas	Não se aplica	220,8mm	273,3mm
	áreas molhadas		260,5mm	273mm

*Parede de geminação entre unidades habitacionais distintas;
 **Parede de geminação dupla constituída por dois quadros estruturais justapostos na largura da parede com espaçamento entre si de 5mm;
 ***Quando da utilização de contrapiso de base cimentícia a espessura é de 40mm.

A Figura 01 apresenta de forma esquemática a composição das paredes externas de casas térreas e sobrados, a Figura 02 a parede externa de edifícios multifamiliares e a Figura 03 a parede de geminação simples entre unidades habitacionais onde ao menos um dos ambientes é dormitório.

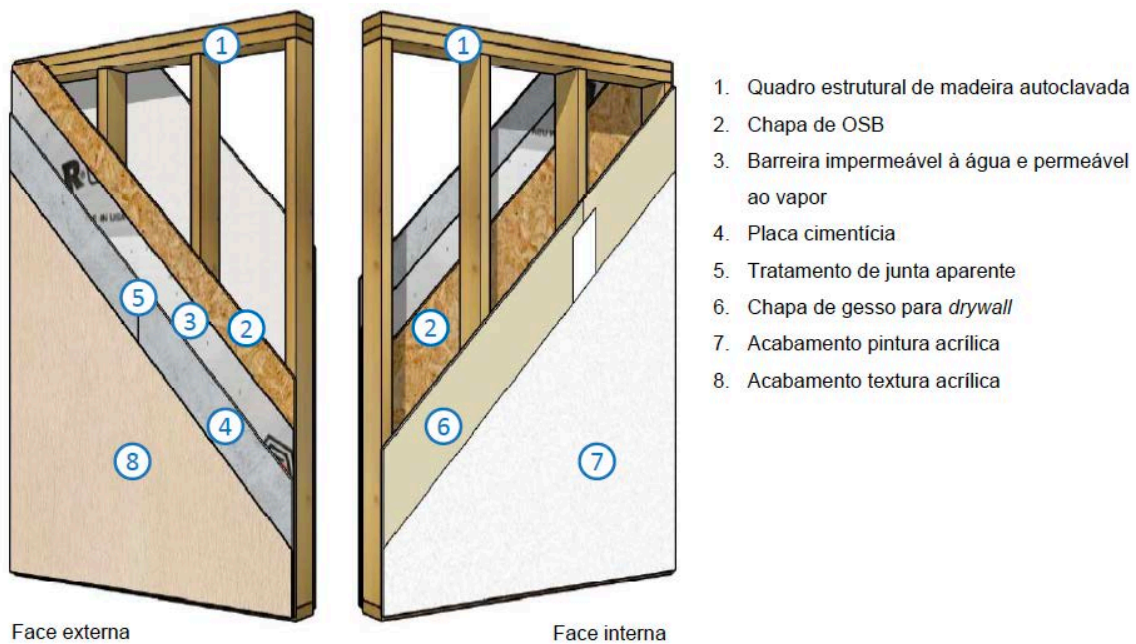


Figura 01 – Ilustração da composição da parede externa de casas térreas e sobrados.

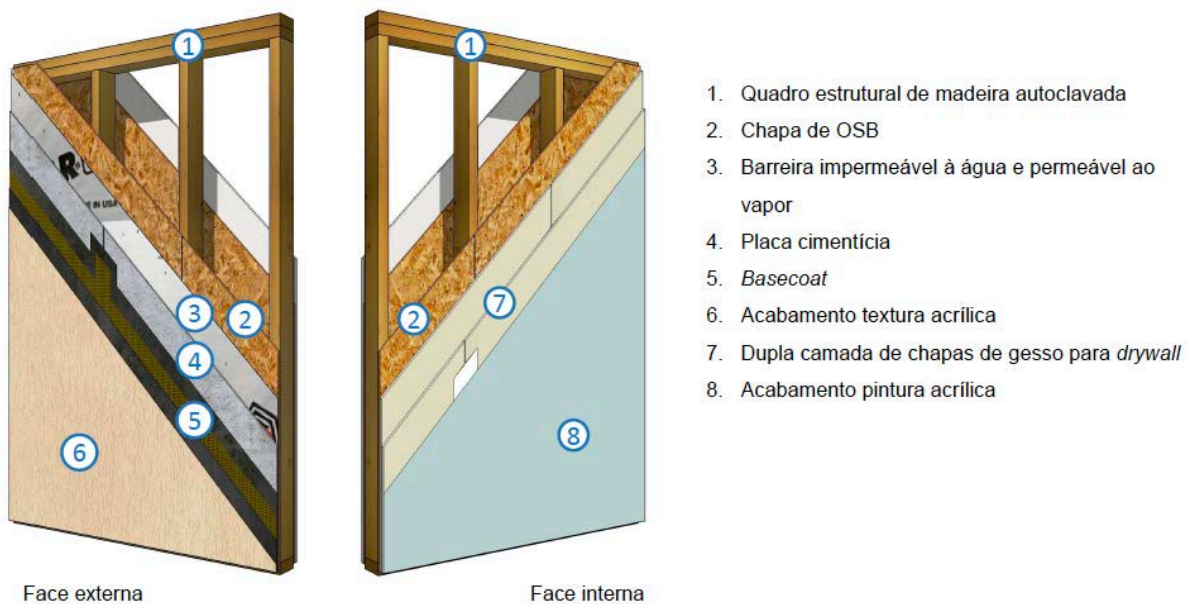
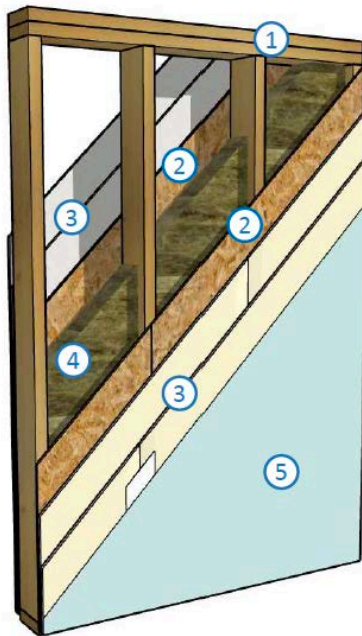


Figura 02 – Ilustração da composição da parede externa de edifícios.



1. Quadro estrutural de madeira autoclavada 38x140
2. Chapa de OSB
3. Dupla camada de chapas de gesso para *drywall*
4. Lã de isolamento 100mm
5. Acabamento pintura acrílica

Figura 03 – Ilustração da composição da parede de geminação simples de divisa entre ambientes com ao menos um dormitório.

Os quadros estruturais que conformam as paredes e entrepisos do sistema leve em madeira são produzidos por meio de ciclos padronizados nas respectivas linhas de produção da fábrica. Todos os materiais recebidos e elementos (painéis de paredes e entrepisos) produzidos em fábrica são identificados para permitir a rastreabilidade e posicionamento de montagem na obra. Uma vez liberados, os painéis de parede e entrepisos são, sob demanda, transportados para o canteiro de obras, sendo o descarregamento desses elementos realizado logística e definitivamente conforme plano de montagem estabelecido para cada empreendimento.

1.1. Condições e limitações de uso

O sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas destina-se ao emprego de unidades habitacionais unifamiliares, térreas ou assobradadas, isoladas ou geminadas, e em edificações multifamiliares de até quatro pavimentos (térreo + 3 pavimentos).

Modificações nas paredes, como abertura de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou supressão de paredes não são permitidas sem prévia autorização formalizada pelo proponente. Os cuidados na utilização constam do manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário), elaborado pelo proponente para cada empreendimento específico.

As peças de madeira, sejam peças de madeira serradas (peças estruturais) ou chapas, a serem utilizadas nos sistemas de paredes e entrepiso objeto deste documento devem atender as exigências das categorias de uso 2, 3 ou 4 e submetidas a tratamento químico com produtos e retenções mínimas conforme ABNT NBR 16143. A chapa de OSB para fins de contraventamento de parede possui tratamento com inseticida (ciflutrina, cipermetrina ou fipronil), adicionado ao adesivo, conforme retenção mínima estabelecida na ABNT NBR 16143. Os tratamentos autorizados, aplicados sob pressão às peças estruturais de madeira e às chapas de compensado do tipo naval, utilizam produtos preservativos à base de CCA-C (arseniato de cobre cromatado do tipo C), CCB (borato de cobre cromatado) ou CA-B (cobre e azóis).

O uso de chapas de madeira com função estrutural em entrepisos, destinados a ambientes de áreas molhadas (banheiro com chuveiro e áreas descobertas), possuem tratamento fungicida e inseticida. Para outras peças de madeira, como chapas de fechamento, chapas de contraventamento, pisos e forros, o desempenho do tratamento preservativo foi verificado por meio da exposição dessas peças a ensaios.

Além do tratamento das peças de madeira estruturais, das chapas de madeira de contraventamento e do entrepiso, os projetos analisados apresentam detalhes que evitam o contato dos componentes

de madeira com a umidade proveniente de água de chuva, de percolação do solo, uso e lavagem dos ambientes, ou proveniente de condensação de vapor de água, quais sejam:

- a) Telhado com beiral, em todo o perímetro da edificação, com projeção horizontal mínima de 600mm. Para casas térreas e sobrados (isolados e geminados), quando utilizado sistema de cobertura provido de painéis que conformam platibanda e oitão, tais painéis contêm membranas impermeáveis à água e permeáveis ao vapor e rufos metálicos. Esse sistema contempla beiral em uma das faces. Para edificações multifamiliares, além do telhado e beiral, adota-se calhas e condutores de águas pluviais na cobertura;
- b) Pingadeiras nos peitoris de janelas. Para edificações multifamiliares com mais de 02 pavimentos são adotados ressaltos (molduras com declividade) com pingadeiras na região das juntas horizontais entre pavimentos;
- c) Calçada externa ao redor da edificação, com no mínimo 100mm maior que a projeção horizontal do beiral. No caso de telhado sem beiral é adotado calçada com largura mínima de 700mm. Parte da largura da calçada, aproximadamente 200mm, pode ser formada por faixa de brita;
- d) Inclinação mínima de 1% do piso da calçada em direção oposta a base da parede;
- e) Piso de calçada em cota igual ou inferior a 150mm em relação à cota da base da parede de fachada (travessa inferior do quadro estrutural);
- f) Piso acabado do box em cota igual ou inferior a 15mm em relação à cota do piso acabado do banheiro. Opcionalmente, pode ser adaptado componente de separação entre o piso acabado do box e o piso acabado do banheiro com altura mínima de 15mm. Utiliza-se também piso pré-fabricado de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro – PRFV para box;
- g) Impermeabilização empregando manta para impermeabilização de modo a proteger a base do quadro estrutural dos painéis de parede do pavimento térreo (em contato com a fundação) e suas laterais até a altura mínima de 200mm de cada lado do quadro estrutural;
- h) Impermeabilização na interface entre o piso em concreto (pavimento térreo) e a parede de áreas molháveis, até altura de 200mm (banheiro sem chuveiro ou lavabo, cozinha e sacada coberta), antes da aplicação da camada de acabamento, e emprego de rodapés cerâmicos com altura mínima de 70mm sobre as chapas de fechamento;
- i) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em toda a superfície do contrapiso de áreas molhadas (banheiro com chuveiro, incluindo piso do box, área de serviço e áreas descobertas) e nas paredes, com altura mínima de 200mm do piso acabado;
- j) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização na interface entre o piso e o ralo. Adicionalmente, o piso que contempla o ralo possui inclinação de no mínimo 1% em sentido ao ralo;
- k) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em paredes que contenham cubas, lavatórios, pontos para torneira ou chuveiro. As dimensões do elemento de impermeabilização ultrapassam o equipamento em no mínimo 200mm (acima, a partir do piso, e laterais a partir do final do equipamento). No caso de vaso sanitário com caixa acoplada, é prevista impermeabilização na parede, de no mínimo 200mm além do ponto de entrada de água;
- l) Uso de chapas de gesso para *drywall* resistentes à umidade em áreas molhadas e molháveis de acordo com a ABNT NBR 14715-1, com adoção dos tratamentos impermeabilizantes previstos na ABNT NBR 15758-1;
- m) Utilização de contrapiso de base cimentícia (espessura de 40mm) moldado no local sobre os entrepisos e de filme de polietileno (lona plástica) sobre chapas de OSB e chapas de compensado naval. No caso de áreas molhadas e áreas molháveis sobre o entrepiso utiliza-se sistema de impermeabilização.
- n) Adoção de sistema de ventilação natural (esquadrias) no banheiro com chuveiro, contribuindo para o sistema de ventilação na unidade habitacional;
- o) Barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor posicionadas sobre as chapas de madeira e sob os componentes de acabamento, da face externa das paredes de fachada;

Nas tubulações destinadas a gás combustível (gás natural ou gás liquefeito de petróleo – GLP), foi observado:

- a) Considerando que as paredes e entrepisos podem servir como câmara para o acúmulo de gases, a tubulação da rede de distribuição interna de gás combustível não está localizada internamente aos elementos estruturais do sistema *light wood frame* (paredes e entrepisos) devido ao risco de explosões. Nos casos em que a rede de distribuição interna de gás passa por espaços fechados, como internos a *shafts*, as tubulações passam pelo interior de dutos ventilados (tubo luva), mantendo-se distâncias adequadas de outras instalações, em conformidade com o item 7.2 da ABNT NBR 15526. Quando tais shafts apresentam-se ventilados, conforme ABNT NBR 15526, não é utilizado “tubo luva”. O embutimento de tubulação de gás no contrapiso é permitido apenas se esse contrapiso não for considerado um elemento estrutural (elemento de contraventamento/enrijecimento do sistema) e se os tubos forem flexíveis e multicamadas, ou seja, aqueles compostos por camada interna de PEX, camada de adesivo, camada de alumínio, camada de adesivo e camada externa de material PEX. Tais tubos devem atender ao critérios da ISO 17484 e, mesmo embutidos, precisam estar envoltos por revestimento maciço, como argamassa, com um cobrimento mínimo de 20mm acima do tubo e de 10mm abaixo. O raio mínimo de curvatura indicado pelo fabricante, em função do diâmetro dos tubos, em geral, de 5 vezes o diâmetro do tubo. A instalação deve seguir a ABNT NBR 15526.

Para projetos de edificações multifamiliares verificou-se os seguintes detalhamentos:

- a) Aplicação de barreira impermeável à água e permeável ao vapor nas faces das chapas de OSB internas aos *shafts* e que integram as paredes estruturais;
- b) Inexistência de ambientes vazios lacrados, ou seja, os vazios sob escadas e dutos de ventilação internos apresentam aberturas que permitem inspeção e ventilação. No caso dos dutos de ventilação internos as aberturas são de no mínimo 400cm², tanto no pavimento térreo como na cobertura. No caso de *shafts* em chapa de gesso para *drywall* com montantes metálicos, essa restrição não se aplica.

Considerando as peças de madeira serrada utilizadas como elementos estruturais do sistema construtivo objeto desta avaliação (seções com largura máxima de 45mm e altura de 89mm a 190mm), foram providenciados os seguintes cuidados, para o atendimento da resistência ao fogo da edificação durante sua fase de uso:

- c) Encapsulamento das peças estruturais com chapas de gesso para *drywall*, tanto das paredes quanto do entrepiso. As paredes e forros são protegidos com camada dupla de chapas de gesso para *drywall*, sendo as juntas descontraídas e tratadas (camada externa);
- d) Proteção dos dispositivos de fixação das paredes e dos entrepisos contra a ação do fogo, posicionando-os sob as chapas de gesso para *drywall*;
- e) Parede de separação entre ambientes (compartimentação horizontal) com resistência ao fogo de 30 minutos, confinando o fogo nos ambientes e evitando a sua propagação para os demais ambientes da edificação. Detalhes no topo das paredes de compartimentação com relação à interface entre as chapas de gesso do forro e das paredes foram adotados (ver Figura 26), gerando interrupções que dificultam a passagem do fogo e permitem a separação entre unidades.

Adicionalmente, tem-se que estruturas de madeira não protegidas apresentam significativo risco para o edifício durante sua construção, pois diversos acidentes podem ocorrer nesta fase. Dessa forma, um conjunto de medidas para minimizar o risco de incêndio durante a construção deve ser estabelecido, tais como: evitar o uso de equipamentos de alta temperatura, envolver com chapas de gesso para *drywall* as paredes e pisos, providenciar rotas de fuga para os trabalhadores, disponibilizar extintores de incêndio adequados nos pavimentos, entre outros.

2. Diretriz para avaliação técnica

O IFBQ realizou a avaliação técnica de acordo com a Diretriz SINAT N° 005 Rev.03 – “Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light Wood Framing*)”, publicada em julho de 2020 e de acordo com a ABNT NBR 15575:2021.

3. Informações e dados técnicos

3.1. Principais componentes e elementos

a) Estrutura principal

A estrutura é formada por quadros estruturais constituídos de peças de madeira serrada do tipo Pinus, oriundas de florestas plantadas e certificadas com identificação de espécie. As peças de madeira maciças serradas são submetidas a tratamento químico sob pressão (autoclavado) de acordo com a tipologia, conforme estipulado abaixo:

- Para edificações térreas e sobrados unifamiliares: arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 4,0kg de i.a/m³; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 1,7kg de i.a /m³. A penetração deverá ser total, ou seja 100% do alburno e porção permeável;
- Para edificações multifamiliares de até quatro pavimentos: arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 6,5kg de i.a/m³; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 3,3kg de i.a/m³. A penetração deverá ser total, ou seja 100% do alburno e porção permeável.

Os quadros estruturais das paredes externas de edifícios possuem peças de seção 38mm x 140mm e, para casas térreas e sobrados, 38mm x 90mm. Para as paredes internas, os quadros estruturais possuem peças de seção 38mm x 90mm, sendo que quando de geminação podem apresentar quadros simples com peças de seção 38mm x 140mm, ou quadros duplos (justapostos), com peças de seção 38mm x 90mm. As peças verticais, denominadas montantes, as peças horizontais superiores e inferiores, denominadas soleiras (ou travessas) e as vergas e contra vergas são fixadas entre si por meio de pregos do tipo anelados (em rolo) ou do tipo espiralados (ardox) com diâmetro mínimo de 3,1mm e comprimento mínimo de 75mm. O espaçamento entre montantes é determinado de acordo com o cálculo estrutural, sendo o máximo permitido de 600mm.

O entepiso apresenta contrapiso de base cimentícia com espessura de 25mm (sobrados) e 40mm (edifícios), chapa de OSB de 18,3mm de espessura, quadro estrutural formado por peças de madeira serrada e tratada por meio de autoclave com seção de 45mm x 190mm, denominados barrotes. As peças de madeira são fixadas entre si por meio de prego do tipo anelado (em rolo) ou do tipo espiralados (ardox) conforme projeto estrutural. O espaçamento entre barrotes é de no máximo 600mm.

b) Contraventamentos das paredes

As chapas de OSB estrutural (Tipo 3) com espessura de 9,5mm exercem função de contraventamento. Essas recebem tratamento contra o ataque de cupins, porém sem tratamento fungicida. O índice de umidade das mesmas deve ser de no mínimo 2% e no máximo de 12%. O ensaio realizado conforme método de ensaio disposto na norma DIN EN 300 aponta resultado de índice de umidade de 6%.

c) Juntas entre chapas de OSB

As juntas entre as chapas de OSB que compõem os painéis de parede apresentam distanciamento mínimo de 3mm e máximo de 5mm e não são coincidentes com as juntas entre placas cimentícias ou chapas de gesso para *drywall* utilizadas como revestimento.

d) Barreira impermeável à água e permeável ao vapor

A face externa das chapas de OSB das paredes externas é protegida por barreira impermeável à água e permeável ao vapor de água com permeabilidade ao vapor de água médio de $1,30 \times 10^{-2} \text{ng/Pa.s.m}$ e gramatura de 101,0g/m². A barreira impermeável é fixada nas chapas de OSB por meio de grampos galvanizados.

e) Fechamento dos quadros estruturais das paredes

O sistema de vedação vertical é composto por três tipos de chapas de fechamento: placas cimentícias classe A de 8mm de espessura, densidade de 850kg/m³ e variação dimensional de

+ 2mm/m, chapa de gesso para *drywall* tipo *Standard* (ST) com 12,5mm de espessura e chapa de gesso para *drywall* Resistente à Umidade (RU) com 12,5mm de espessura. Os acabamentos das chapas variam em função das características do ambiente (Tabela 3);

Tabela 3 – Acabamentos aplicados sobre os fechamentos dos quadros estruturais das paredes.

Ambiente	Tipos de revestimento	Acabamento da superfície
Externo	Placa cimentícia - classe A	<i>Base coat*</i> , selador e textura acrílica
Interno em áreas secas	Chapa de gesso para <i>drywall</i> tipo ST	Pintura acrílica
Interno em áreas molháveis (cozinha e área de serviço)	Chapa de gesso para <i>drywall</i> tipo RU	Faixa de revestimento cerâmico sobra a pia da cozinha e tanque da área de serviço.
Interno em áreas molhadas (banheiro)		Revestimento cerâmico do piso ao teto nas paredes que conformam o box e até 1500mm de altura nas paredes hidráulicas.

(*) utilizado para tratamento de juntas dissimuladas.

f) Tratamento de juntas entre placas cimentícias

As juntas entre placas cimentícias podem ser do tipo aparente ou dissimulada. Para o tratamento de junta do tipo aparente, as bordas laterais das placas cimentícias não apresentam rebaixos, sendo essas fixadas de modo a conformar uma junta de 3mm a 5mm. O tratamento de juntas do tipo aparente consiste em aplicação de selante flexível a base de poliuretano ou metóxi silano com tempo de cura de 24h e capacidade de deformação de 25% nas juntas entre placas cimentícias (Figura 04).

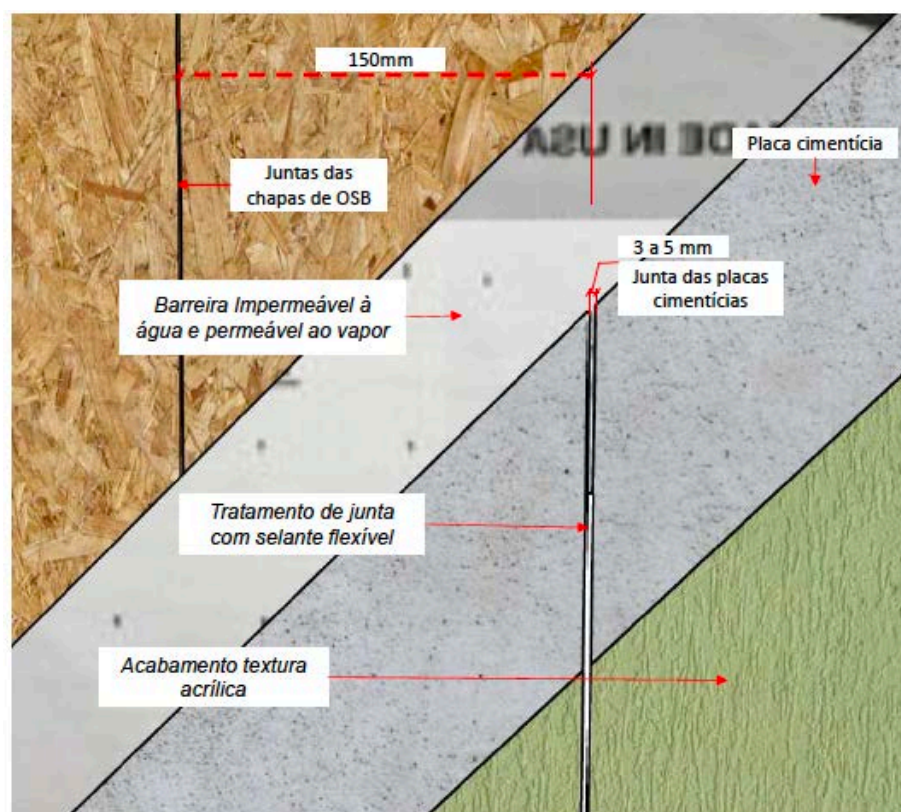


Figura 04 – Detalhe da junta aparente entre placas cimentícias.

A Tabela 4 apresenta a caracterização do selante flexível a base de poliuretano e metóxi silano.

Tabela 4 – Características do selante (base poliuretano e metóxi silano).

Requisitos	Indicadores de Conformidade	
	poliuretano	metóxi silano
Alongamento	>500%	+50%
Dureza inicial (1 a 6 meses) (20°C)	~25	30 Shore A
Resistência aos raios ultravioletas	Boa	8000 horas
Resistência à produtos químicos (resistência a ácidos e bases diluídos)	Razoável	-
Resistência à Salt Spray	-	1.500 horas
Resistência à Kesternich	-	30 ciclos
Temperatura de trabalho (°C)	5°C a 35°C	5°C a 40°C
Tempo de cura (23°C e 50% U.R.)	24h	2,5 - 4mm/ 24h

O tratamento de juntas do tipo dissimulada consiste em aplicação de massa de base acrílica nas juntas das placas cimentícias, seguida da aplicação de fita telada de fibra de vidro alcali-resistente com largura de 100mm em toda a superfície da junta sobreposta por argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*). Sobre as placas cimentícias e juntas é aplicada uma primeira camada de argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*) e, na sequência, aplica-se tela de fibra de vidro alcali-resistente com largura de 1000mm. Em seguida é aplicada uma segunda camada da mesma argamassa polimérica (*base coat*) finalizando o cobrimento total da tela (Figura 05).

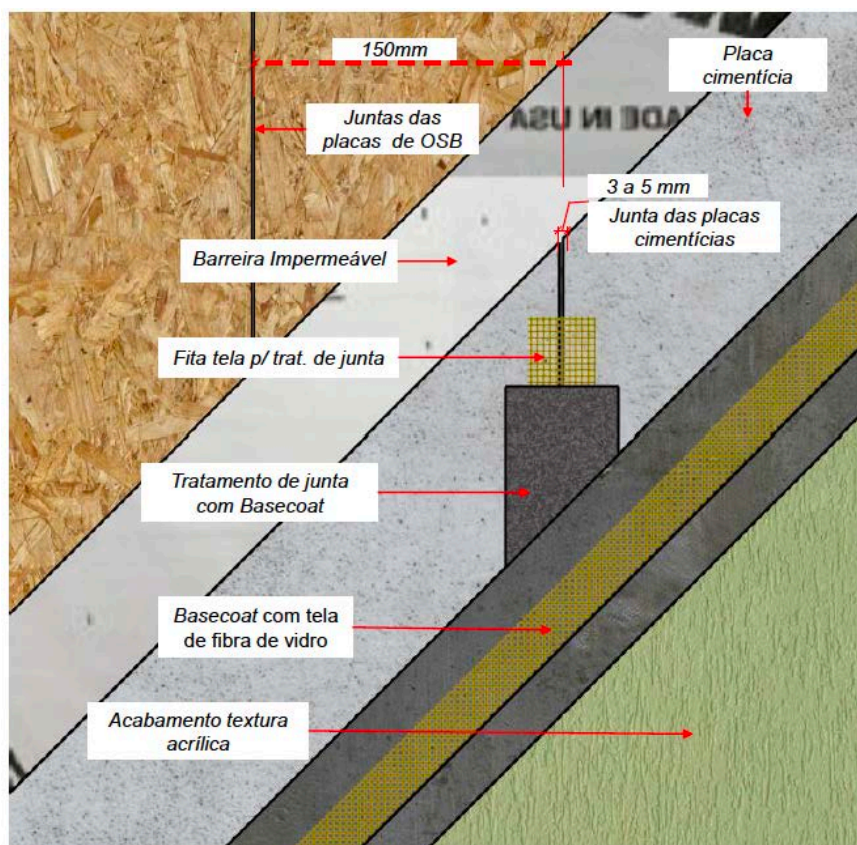


Figura 05 – Detalhe da junta dissimulada entre placas cimentícias.

As Tabelas 5, 6 e 7, apresentam as caracterizações da massa de base acrílica, fita telada de fibra de vidro e da argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*), respectivamente.

Tabela 5 – Características da massa de base acrílica.

Requisitos	Indicadores de Conformidade
Teor de resina	10%
Aptidão para dissimular fissura/ou flexibilidade	>50%
Craqueamento/ Fissuração	sem ocorrência
Penetração de água	sem ocorrência
Densidade	1,25g/m ²

Tabela 6 – Características da fita telada de fibra de vidro.

Requisitos	Caracterização	
Dimensões	31,5 x 29,5 final/10cm	
Resistência à tração (nominal)	urdume	Trama
	17,5kN/m	21,9kN/m
Gramatura (g/m ²) (produto final)	112g/m ²	

Tabela 7 – Características da argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*).

Requisitos	Caracterização
Retenção de água	99%
Densidade de massa no estado fresco	1559kg/m ³
Densidade de massa no estado endurecido	1421kg/m ³
Resistência à tração na flexão aos 28 dias	5,4Mpa
Resistência à compressão aos 28 dias	12,8Mpa
Resistência potencial de aderência à tração	0,9Mpa
Coefficiente de capilaridade	0,4g/dm ² .min ^{1/2}
Deformação transversal (flexibilidade)	2,5mm

g) Piso box em PRFV

A Tabela 8 apresenta as especificações para o piso pré-fabricado de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) para o box.

Tabela 8 – Especificações do piso pré-fabricado PRFV para o box.

Requisitos	Indicadores de Conformidade
Verificação dos defeitos superficiais	Atende conforme ABNT NBR 11778
Resistência a manchas	
Resistência a agentes agressivos	
Resistência a água quente	
Resistência a ignição, incandescência e manchamento por cigarro	
Resistência mecânica a carga aplicada com momento	
Resistência a impactos de corpo duro	
Resistência e deflexão a cargas	
Coefficiente de atrito dinâmico, na condição seca e na condição molhada, conforme a ABNT NBR 15575-3	>0,4 Atende conforme ABNT NBR 13818

A Tabela 9 apresenta os resultados dos ensaios de desempenho realizados no piso pré-fabricado PRFV para o box instalado no sistema de entrepiso.

Tabela 9 – Ensaio de desempenho do piso pré-fabricado PRFV para o box no sistema de entrepiso.

Requisitos	Indicadores de Conformidade
Resistência a impactos de corpo mole	Atende conforme ABNT NBR 15575-3
Resistência a impactos de corpo duro	
Resistência a cargas verticais	
Estanqueidade à água	

Os pisos box podem ser aplicados sobre o piso em concreto (pavimento térreo) ou entrepiso (chapa de compensado tratado). As abas do piso box devem encostar o frame ou chapa de OSB, permitindo que a chapa de gesso para *drywall* fique alinhada com o limite do piso, conforme demonstrado na Figura 06. No pavimento térreo é realizado um contrapiso de regularização previamente ao assentamento do piso. Nos pavimentos superiores, o piso box é assentado sobre placas cimentícias, previamente fixadas na chapa de compensado tratado, com o auxílio de argamassa do tipo ACII.

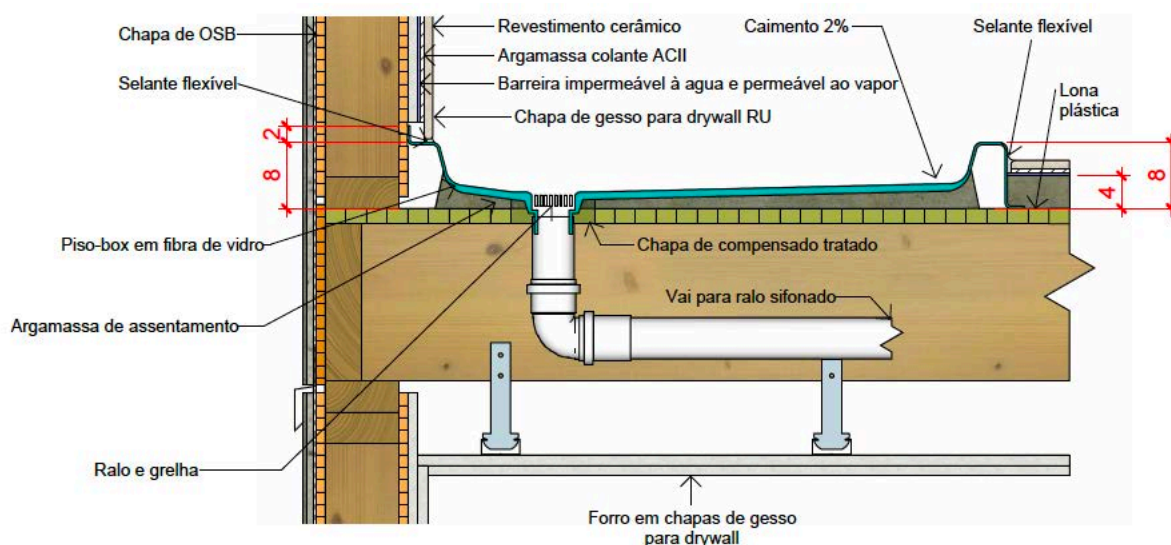


Figura 06 – Detalhe em corte do piso box instalado sobre o entrepiso de edificações multifamiliares.

3.2. Interfaces entre elementos e componentes

a) Interface entre base dos quadros estruturais da parede e elemento de fundação

Sobre o piso da fundação, onde são alocadas as paredes, aplica-se impermeabilizante (pintura de base betuminosa ou argamassa polimérica de base acrílica). A fixação da base dos quadros estruturais das paredes ao elemento de fundação é realizada com o auxílio de cantoneiras metálicas com largura de 40mm e altura mínima de 120mm (ou conforme projeto estrutural). Tais cantoneiras são fixadas à soleira (ou travessa inferior) e montante do quadro estrutural por meio de pregos anelados ou ardox e, ao elemento de fundação por meio de chumbadores do tipo aparafusável com cabeça escareada, diâmetro de 7,5mm e comprimento de 100mm. O dimensionamento e o espaçamento entre chumbadores é definido considerando o cálculo estrutural, sendo o espaçamento máximo permitido de 1500mm.

A interface entre a parede de fachada e a fundação recebe pingadeira em chapa de aço galvanizado (Figura 07). A base dos quadros estruturais é envelopada por manta impermeabilizante até a altura de 200mm em ambas as faces.

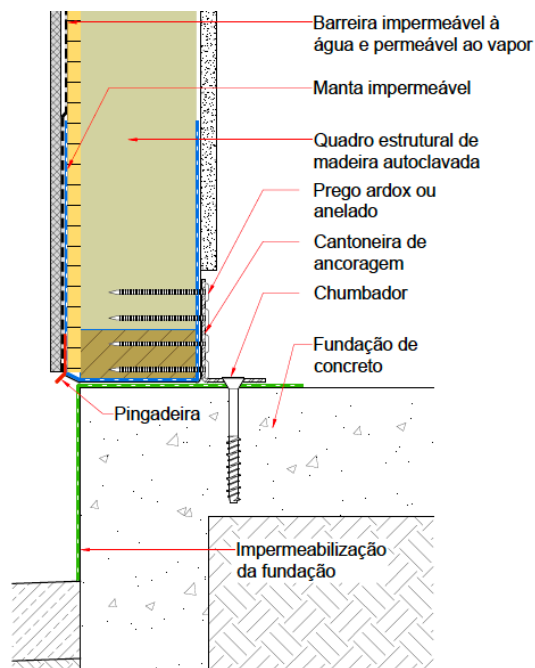


Figura 07 – Detalhe da fixação da parede externa no elemento de fundação.

b) Interface entre os quadros estruturais das paredes com os entrepisos

Os painéis de entrepisos são alinhados de acordo com as travessas superiores das paredes dos pavimentos inferiores. A fixação do entrepiso nas travessas superiores das paredes é executada com parafuso metálico de cabeça escareada 8mmx260mm em número e espaçamento conforme projeto estrutural. A fixação das paredes do pavimento superior ao entrepiso é realizada por meio de cantoneiras metálicas de ancoragem com largura de 40mm e altura mínima de 120mm. Tais cantoneiras são fixadas à travessa inferior e aos montantes do quadro estrutural por meio de pregos anelados ou ardox e ao entrepiso por meio de parafusos, diâmetro de 8,0mm e comprimento de 100mm. O espaçamento entre cantoneiras de ancoragem dos painéis no entrepiso, bem como o tipo e a quantidade deve ser definida considerando o projeto executivo e o cálculo estrutural específico para cada empreendimento. A Figura 08 apresenta os detalhes da fixação do entrepiso na parede do pavimento térreo e do pavimento inferior. A Figura 09 apresenta a ilustração da pingadeira entre pavimentos (edificações multifamiliares com mais de 02 pavimentos) sobre a placa cimentícia do pavimento inferior e a Figura 10 a mesma pingadeira instalada em obra.

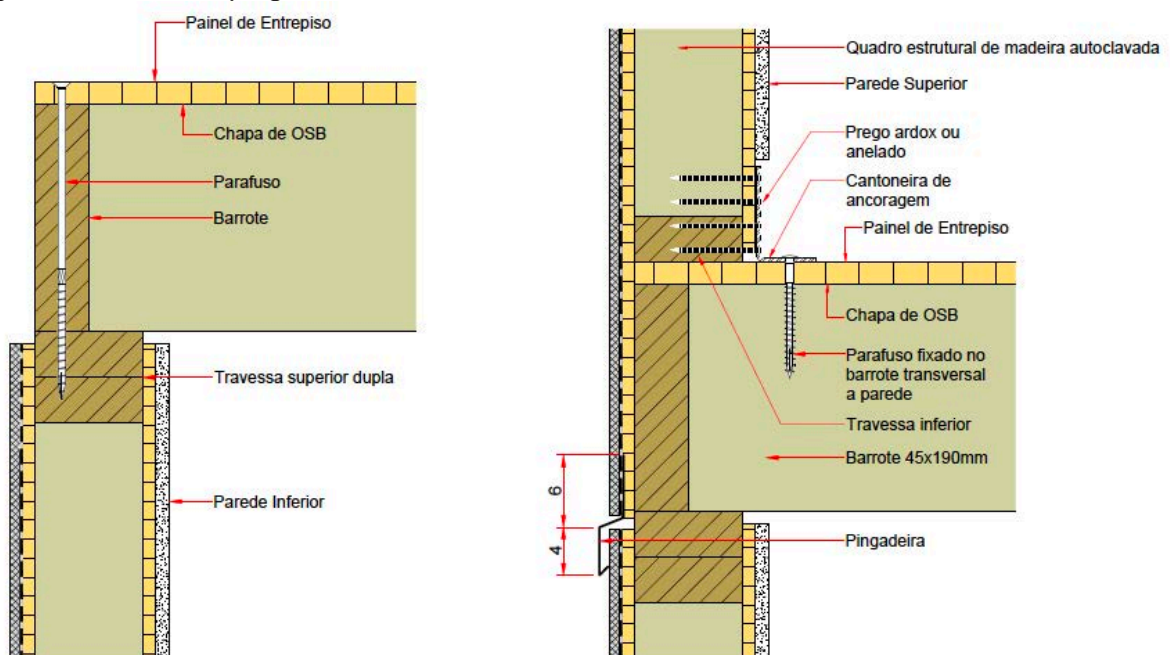


Figura 08 – Detalhes da ancoragem do entrepiso.

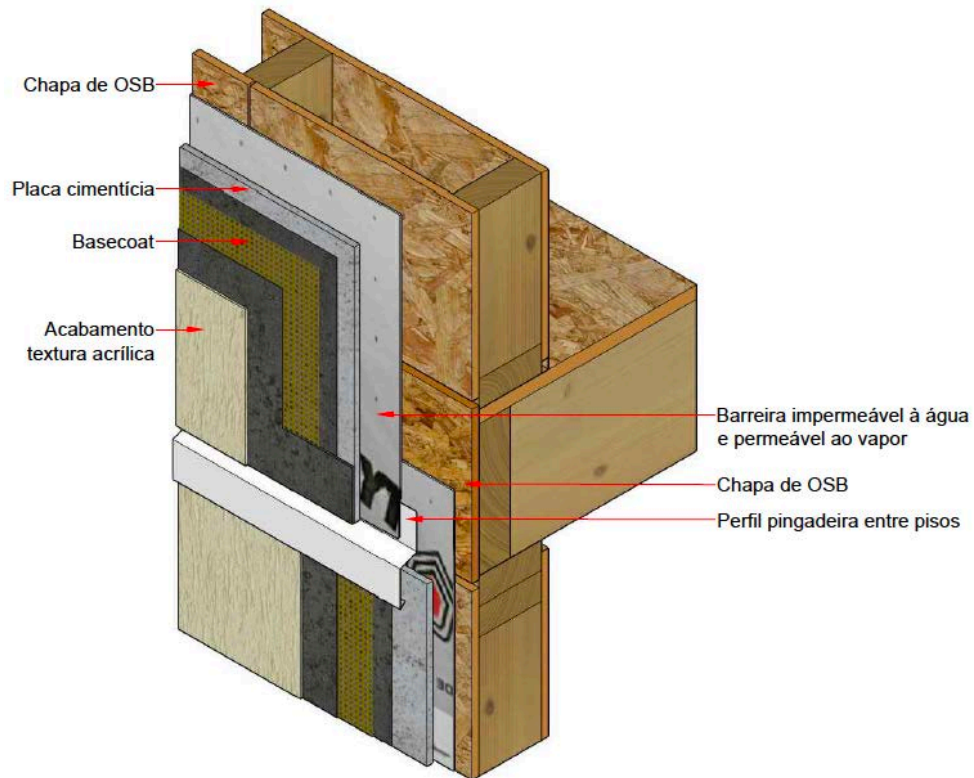


Figura 09 – Ilustração do posicionamento da pingadeira (ressaltos) entre pavimentos.



Figura 10 – Imagem das pingadeiras (ressaltos) instaladas.

c) Interface entre paredes e sistema de piso (impermeabilizações)

c.1) interface entre as paredes e o piso (radier) de áreas molhadas e molháveis

Na interface entre o quadro estrutural das paredes e o piso nas áreas molhadas (área de serviço e do banheiro) das casas térreas e dos pavimentos térreos dos sobrados e dos edifícios, é aplicada membrana impermeabilizante no piso, conformando um barrado de 200mm junto às paredes e nas paredes em diferentes alturas, ultrapassando em 200mm os pontos de abastecimento de água quando existentes (Figura 11).

Para as áreas molháveis (cozinha), é aplicada membrana impermeabilizante nas interfaces entre a parede e o piso, de modo a conformar faixa (no piso) e barrado (na parede) com 200mm de cada lado (Figura 12). É aplicado em todo o piso, das áreas molhadas e molháveis, revestimento cerâmico. Nas paredes que circundam o box é aplicado revestimento cerâmico do piso ao teto. Ressalta-se que em todas as interfaces (entre paredes, entre paredes e piso e entre paredes e esquadrias) é providenciado reforço em tela de poliéster.

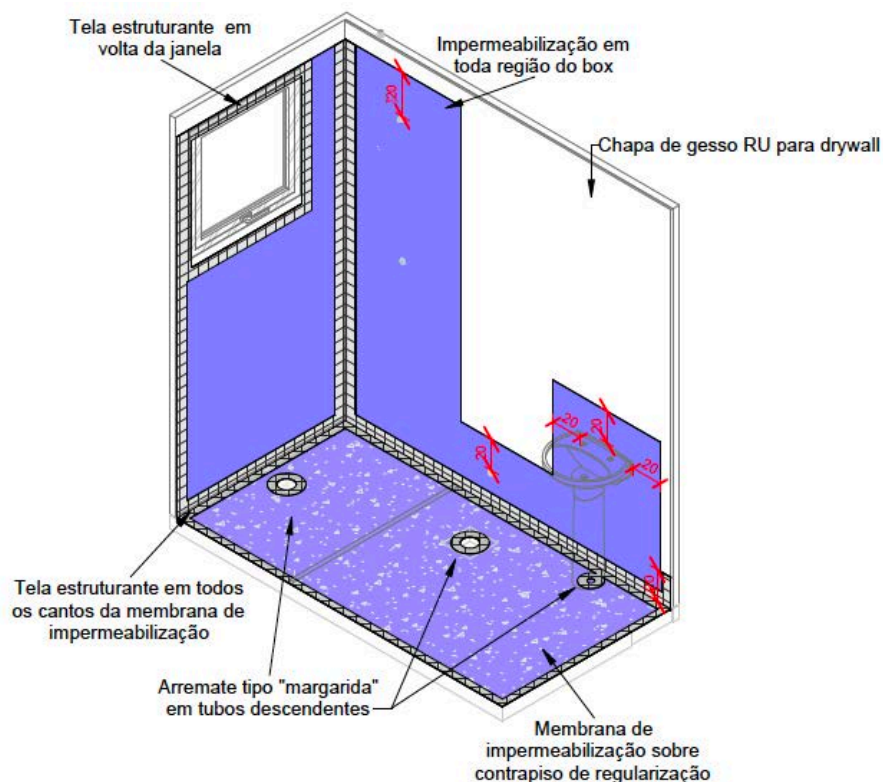


Figura 11 – Desenho esquemático da impermeabilização do banheiro (área molhada).

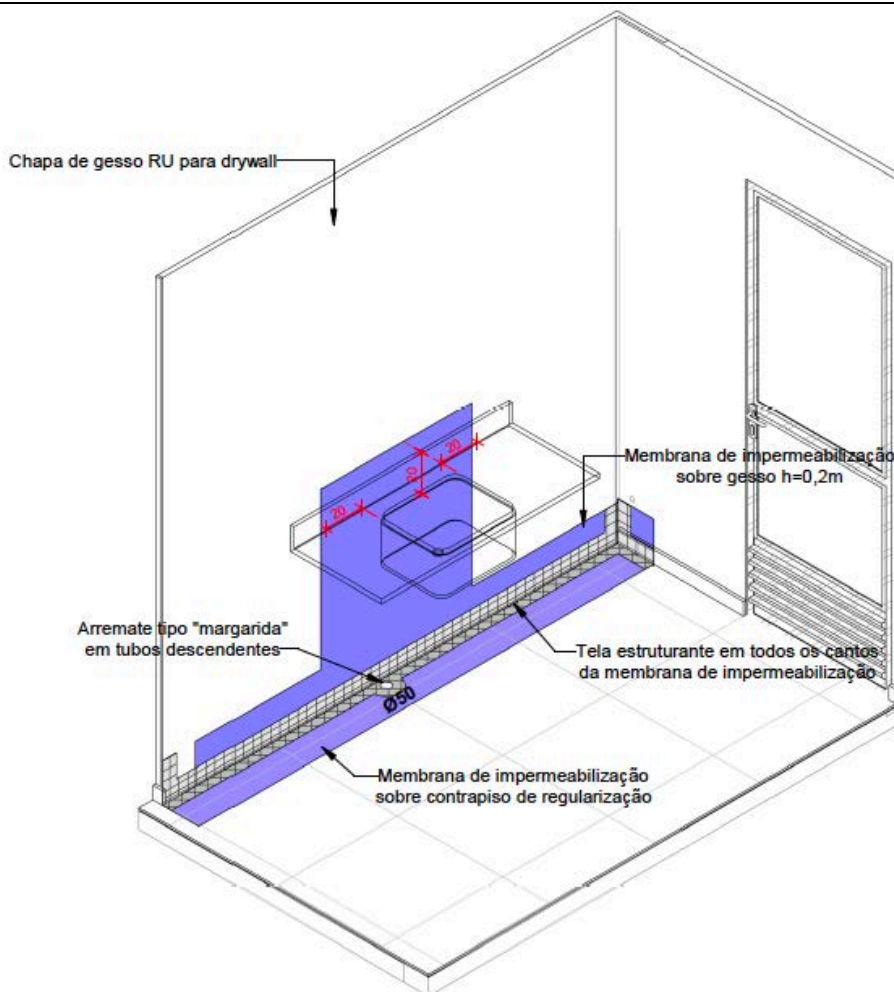


Figura 12 – Desenho esquemático da impermeabilização da cozinha (área molhável) no pavimento térreo.

c.2) interface entre as paredes e o entrepiso de áreas molhadas e molháveis

Nas áreas molhadas (banheiro e área de serviço) o quadro estrutural do entrepiso é composto por barrotes de madeira serrada e por chapa de compensado naval tratada e nas áreas molháveis (cozinha), o entrepiso recebe chapa de OSB. Sobre as chapas de compensado e chapas de OSB é disposta lona plástica (filme de polietileno com espessura de 50µm). Na sequência é lançado o contrapiso de base cimentícia com 40mm de espessura. Após a cura do contrapiso, na interface entre paredes, entre paredes e piso e entre paredes e esquadrias é aplicado tela de poliéster, e na interface entre base da parede e piso é aplicado elemento de “quebra de canto” (Figura 13). Nas interfaces das tubulações descendentes e entrepiso são aplicados, arremates de manta de base asfáltica do tipo margarida e/ou similar.

A membrana impermeabilizante é aplicada sobre todo o piso conformando um barrado de 200mm junto às paredes e nas paredes em diferentes alturas, ultrapassando em 200mm os pontos de abastecimento de água quando existentes (Figura 11). É aplicado em todo o piso, das áreas molhadas e molháveis, revestimento cerâmico. Nas paredes que circundam o box é aplicado revestimento cerâmico do piso ao teto.

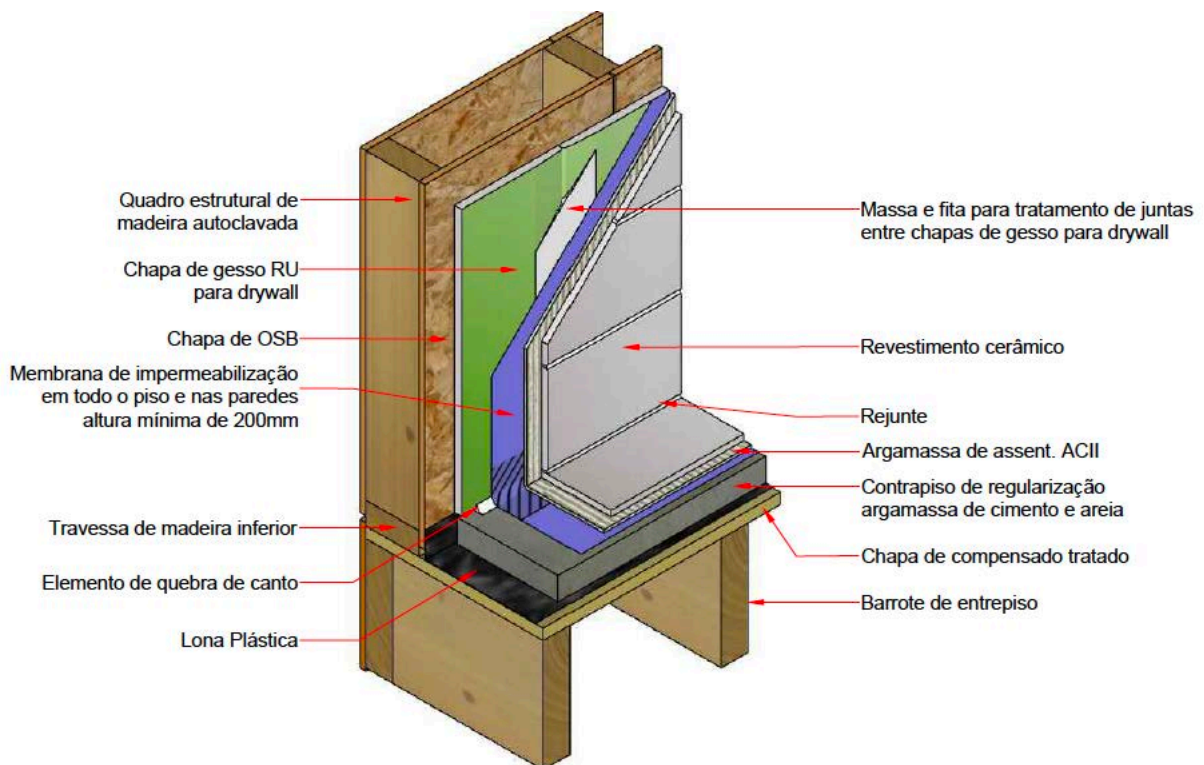


Figura 13 – Ilustração esquemática da interface entre parede e entrepiso de áreas molhadas.

A região do box é delimitada por meio de desnível de no mínimo 15mm com relação ao piso acabado do banheiro, ou por elemento de separação entre o piso acabado do box e o piso acabado do banheiro com altura mínima de 15mm. O piso do box possui caimento de no mínimo 1% em direção ao ralo (Figura 14).

Para o piso box pré-fabricado em PRFV deve-se considerar o exposto na alínea g) quanto a instalação do mesmo. A Figura 15 apresenta os elementos que compõem as paredes e sistema de piso que conformam o box, considerando o piso box em PRFV.

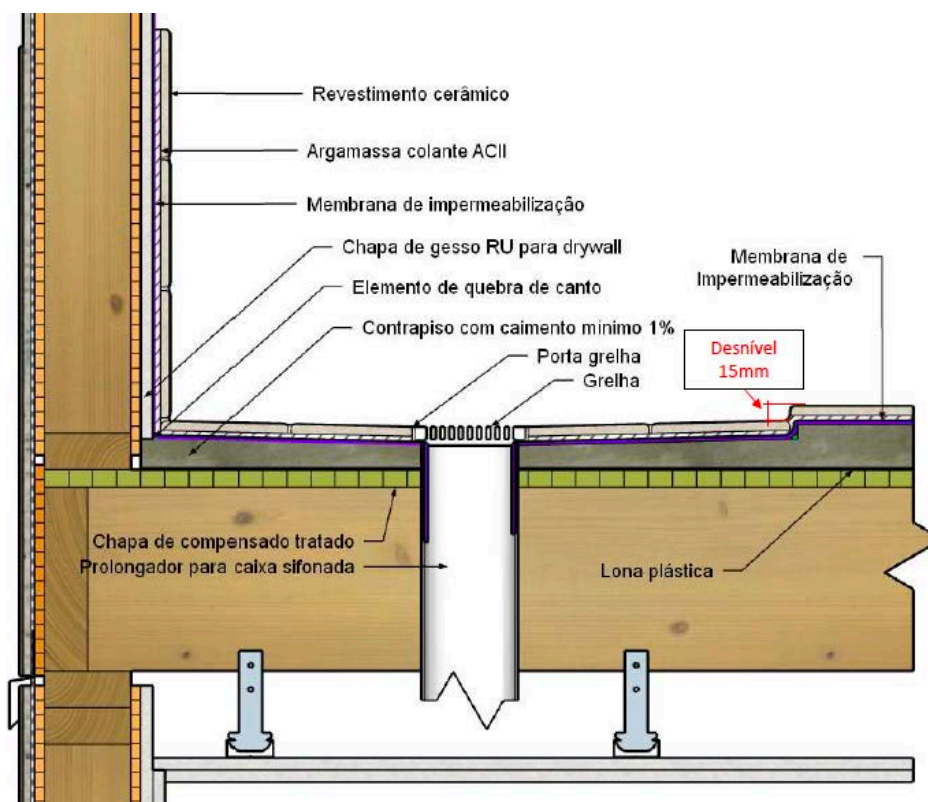


Figura 14 – Detalhe em corte do piso do box sobre o entrepiso de edificações multifamiliares.

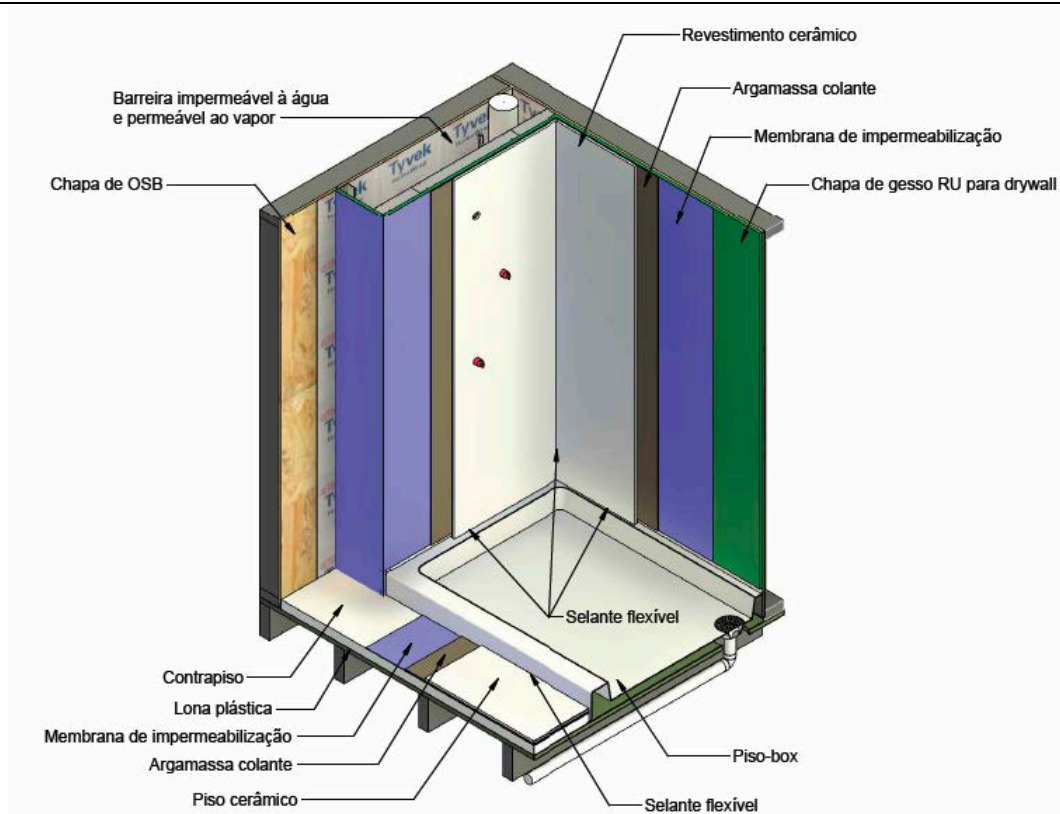


Figura 15 – Ilustração esquemática dos elementos que compõem as paredes e sistema de piso que conformam o box em banheiro do pavimento superior com piso box em PRFV.

A Figura 16 ilustra a aplicação da impermeabilização realizada em obra do banheiro e a Figura 17 apresenta o aspecto final com revestimento cerâmico.



Figura 16 – Banheiro com aplicação de impermeabilização.



Figura 17 – Banheiro finalizado.

d) Interface entre as paredes e esquadrias

Conjunto de folha de porta e batente em madeira: os batentes são fixados aos montantes e verga com parafusos bicromatizados, do tipo chip chato, cabeça Philips com diâmetro de 4,5mm e comprimento de 50mm. A vedação do batente aos montantes e verga é realizada com espuma de poliuretano, aplicada em todo o contorno externo e interno do vão (Figura 18).

Conjunto de folha de porta e batente em alumínio: os vãos de portas externas recebem contramarco em alumínio fixado por meio de parafusos metálicos de rosca soberba, cabeça cônica estriada com comprimento de 15mm a 35mm, sendo a vedação entre contramarco e o quadro estrutural da parede realizada por meio de fita selante adesiva acrílica. A vedação externa da porta é realizada com selante a base de poliuretano aplicado em todo o contorno entre o batente e o contramarco (Figura 19).

Janela em alumínio: os vãos de janelas recebem contramarco em alumínio fixado por meio de parafusos metálicos de rosca soberba, cabeça cônica estriada com comprimento de 15mm a 35mm, sendo a vedação entre contramarco e o quadro estrutural da parede realizada por meio de fita selante adesiva acrílica. Sobre a porção inferior do contramarco é assentada pingadeira em alumínio (inclinação de 3%) com o auxílio de selante a base de poliuretano. A vedação externa da janela é realizada com selante a base de poliuretano aplicado em todo o contorno entre o caixilho e o contramarco. (Figura 20);

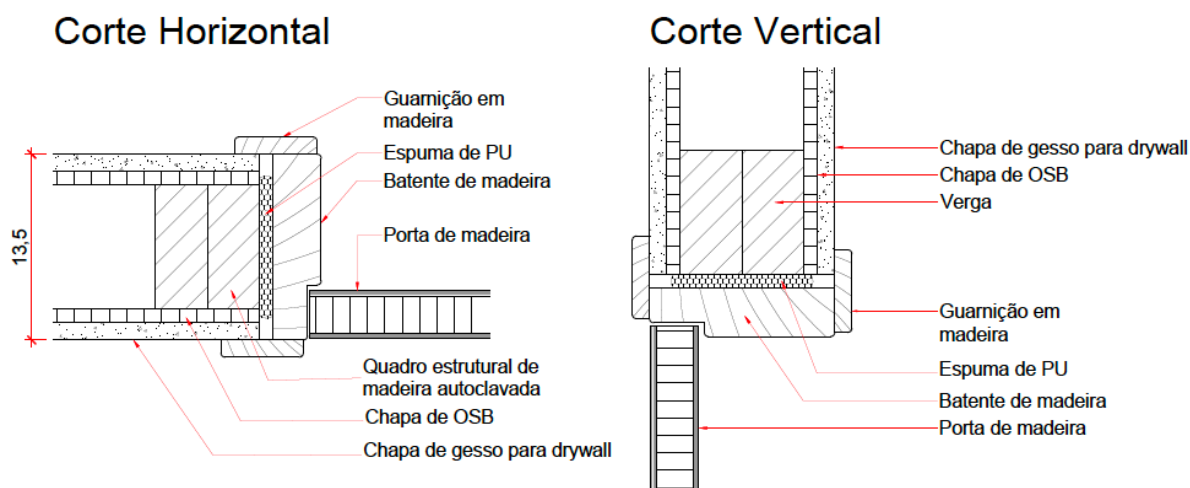


Figura 18 – Detalhe em corte da fixação do conjunto de folha porta e batente em madeira na parede interna.

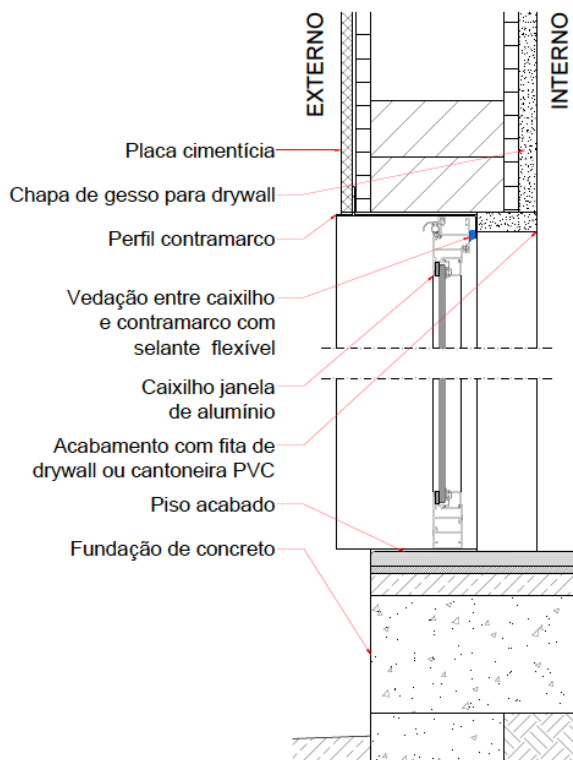


Figura 19 – Detalhe da fixação do conjunto de folha porta e batente de alumínio (corte vertical).

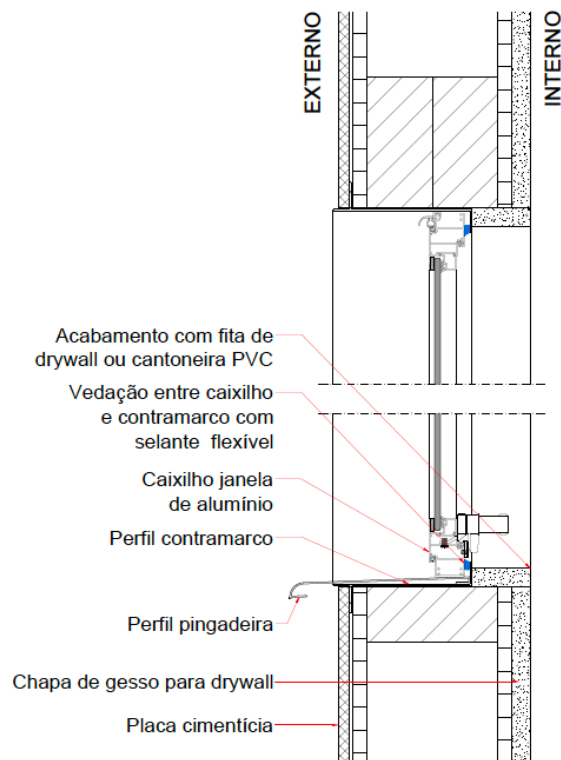


Figura 20 – Detalhe de fixação de janela em alumínio (corte vertical).

e) Interface com tubulações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de gás

Os ramais de distribuição hidrossanitárias (kits hidráulicos de água de abastecimento e de esgoto) são embutidos nas paredes hidráulicas. Esses são fixados à estrutura interna da parede por meio de braçadeiras e/ou fitas metálicas aparafusadas.

As tubulações hidrossanitárias (esgoto e abastecimento de água) são alocadas em *shafts* conformados por montantes metálicos e fechamento em chapa de gesso para *drywall*, externamente às paredes (Figuras 21 e 22).

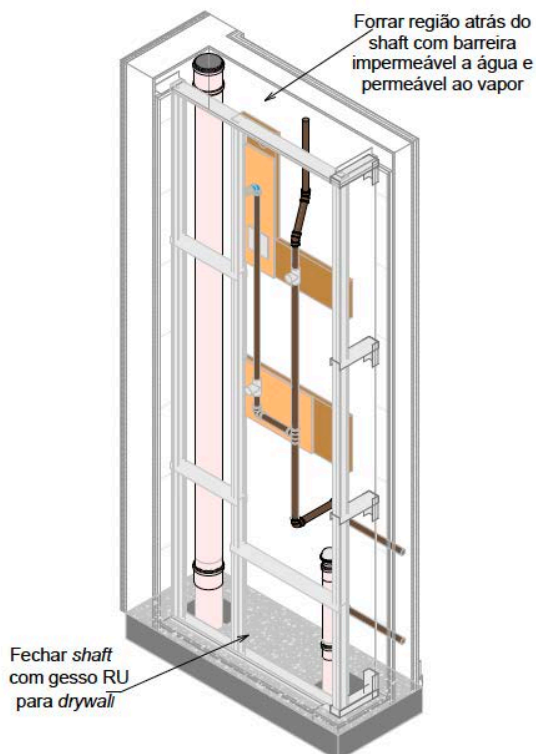


Figura 21 – Detalhe do posicionamento das tubulações hidráulicas do chuveiro no shaft.



Figura 22 – Shaft instalado em obra.

As instalações elétricas e de telefonia ocorrem internamente às paredes, entrepisos e forros e são realizadas por meio de conduítes plásticos corrugados fixados com auxílio de braçadeiras e/ou fitas metálicas aparafusadas nas chapas de OSB, barrote e na estrutura da cobertura.

As tubulações de gás combustível são distribuídas externamente às paredes dos edifícios multifamiliares. A passagem da tubulação flexível pela parede externa é realizada por meio de “tubo luva” em PVC, sendo a vedação realizada por meio de masticado de poliuretano. O embutimento da tubulação de gás (tubos flexíveis PEX) é realizada no contrapiso com 40mm de espessura. Na parede é recortado vão na chapa de gesso para *drywall* e a tubulação é fixada na chapa de OSB, posteriormente o vão é preenchido com argamassa cimentícia.

3.3. Procedimento de execução

O processo de produção dos painéis de parede e de entrepisos é industrializado, executado em unidade fabril em linha de produção, armazenados e transportados à obra.

Todos os materiais recebidos e elementos (painéis de paredes e painéis de entrepisos) produzidos em fábrica são identificados para permitir a rastreabilidade e posicionamento de montagem na obra. Ressalta-se que esses elementos são previamente inspecionados com relação ao atendimento de projeto e requisitos estabelecidos nos procedimentos de controle.

Os painéis de parede e de entrepisos são transportados por meio de caminhão equipados com guindastes para o canteiro de obra, sendo o descarregamento desses elementos realizado conforme plano de montagem estabelecido para cada empreendimento.

3.3.1. Produção dos quadros estruturais das paredes e entrepisos na unidade fabril

A unidade fabril é composta por estoque e linha de produção, a qual compreende: estações de corte para beneficiamento da madeira serrada, estações de corte das chapas de OSB, chapas de gesso para *drywall* e placas cimentícias; estações de kits hidráulicos e elétricos, estação de frame (quadros estruturais das paredes e entrepisos), estação de montagem dos elementos que compõem as paredes e entrepisos (fixação das chapas de OSB ou chapa de compensado naval tratado, manta impermeabilizante, barreira impermeável à água e permeável ao vapor d’água, chapas de gesso para *drywall*, placas cimentícias, esquadrias de janelas, contramarco de portas, miolo de lã de rocha, kits de hidráulica e de elétricas, entre outros). Após conferência da qualidade, os elementos são armazenados para posterior encaminhamento a obra.

3.3.2. Processo de montagem em obra

Os elementos paredes e entrepisos são encaminhados para o local de montagem após a conclusão e liberação do elemento de fundação. A sequência das etapas realizadas em obra são:

- a) Locação das paredes: a porção do elemento de fundação, onde são alocadas as paredes, recebe aplicação de tinta impermeabilizante de base betuminosa;
- b) Montagem das paredes: Os painéis são apoiados e alinhados sobre a fundação ou entrepisos. Em seguida é verificado o nível na vertical e o esquadro entre os painéis para que seja providenciada a fixação dos mesmos em no mínimo 4 pontos de fixação. Ao final da montagem das paredes, são verificadas as medidas das diagonais inferiores e superiores do quadrilátero, caso necessário, são realizados ajustes.

Após conferência das diagonais e esquadros, as paredes são fixadas ao elemento de fundação com o auxílio de cantoneiras metálicas com largura de 40mm e altura mínima de 120mm. Tais cantoneiras são fixadas à soleira inferior do quadro estrutural por meio de pregos anelados ou ardox e ao elemento de fundação por meio de chumbadores do tipo aparafusável com cabeça escareada, diâmetro de 7,5mm, comprimento de 100mm. O dimensionamento e espaçamento deve ser conforme



Figura 23 – Movimentação e montagem das paredes.

projeto estrutural (máximo de 1500mm). A (Figura 23) apresenta a movimentação e montagem das paredes.

- c) **Montagem do entrepiso:** os painéis de entrepisos são alinhados de acordo com as travessas superiores das paredes do pavimento térreo, de modo a deixar uma junta de 4mm entre cada quadro estrutural que compõe o entrepiso. A fixação nas travessas superiores das paredes do pavimento térreo é executada com parafuso metálico de cabeça escareada (Figuras 24 e 25). Após conclusão, inicia-se a montagem do forro em chapas de gesso para *drywall* na face inferior do entrepiso.



Figura 24 – Fixação do entrepiso.



Figura 25 – Fixação do quadro estrutural de entrepiso na travessa superior da parede.

A Figura 26, referente a edificações multifamiliares, apresenta como deve ser executada a disposição das duas camadas das chapas de gesso para *drywall* das paredes na interface com as duas camadas das chapas de gesso para *drywall* utilizadas no forro, de forma a colaborar com a segurança contra incêndio.

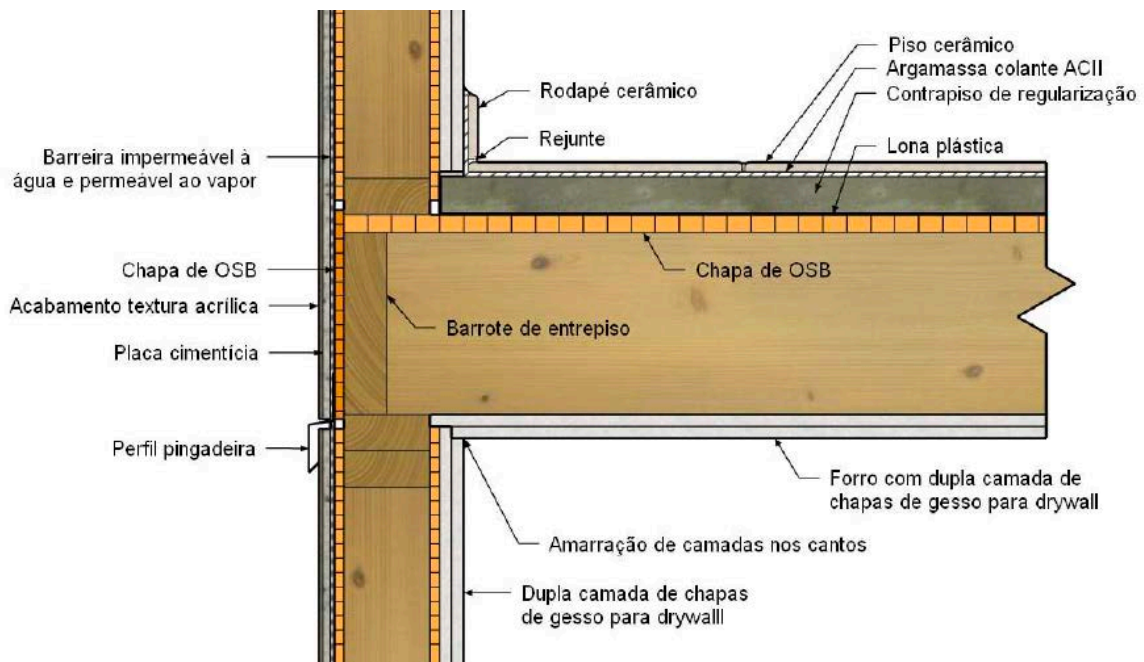


Figura 26 – Detalhe em corte da disposição das duas camadas das chapas de gesso para *drywall* na interface das paredes com o forro em edificações multifamiliares.

- d) **Montagem do sistema de cobertura:** a estrutura do sistema de cobertura (madeira ou metálica) é fixada com parafusos nas travessas superiores das paredes, conforme projeto específico da cobertura e projeto estrutural.

O telhado é em telhas cerâmicas com 20mm de espessura ou em telhas de fibrocimento com 6mm de espessura com acabamento de base mineral de coloração branca (concebido em fábrica). O forro é constituído por subestrutura (de madeira ou metálica) destinada à fixação de chapas de gesso para *drywall* e manta de isolamento térmico (com espessura e condutividade térmica definidos no item 4.3) posicionadas sobre as mesmas. Adota-se beiral de no mínimo 600mm de projeção horizontal, sendo o forro em PVC (Figura 27). Nas regiões de vãos de aberturas dos edifícios multifamiliares, são posicionadas placas cimentícias previamente a colocação do forro em PVC (Figura 28).

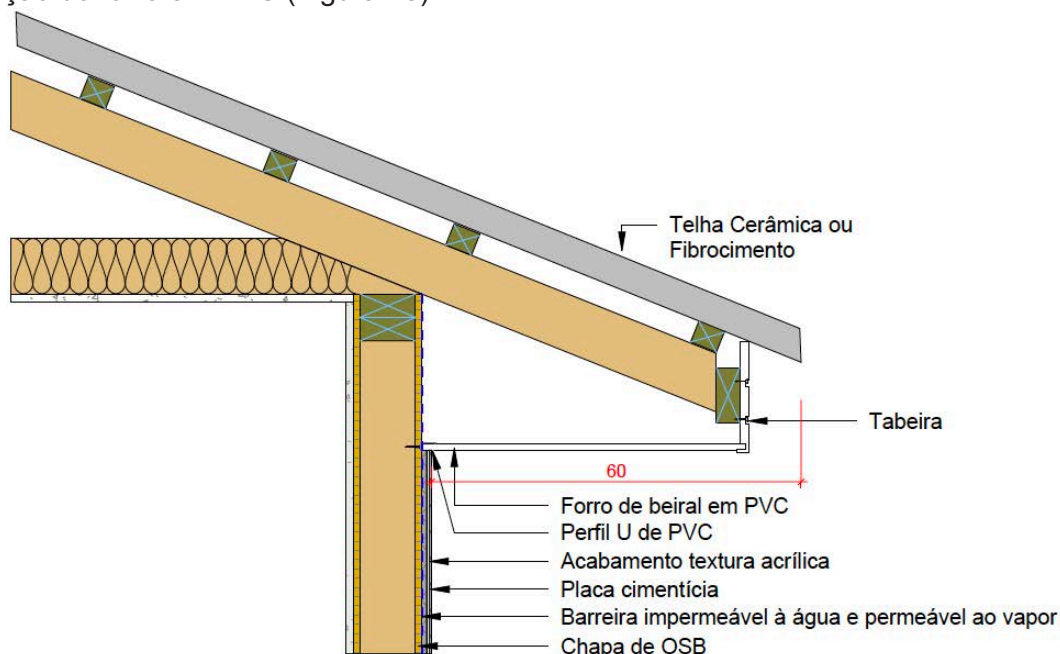


Figura 27 – Detalhe em corte da interface entre parede externa e sistema de cobertura de edificações unifamiliares.

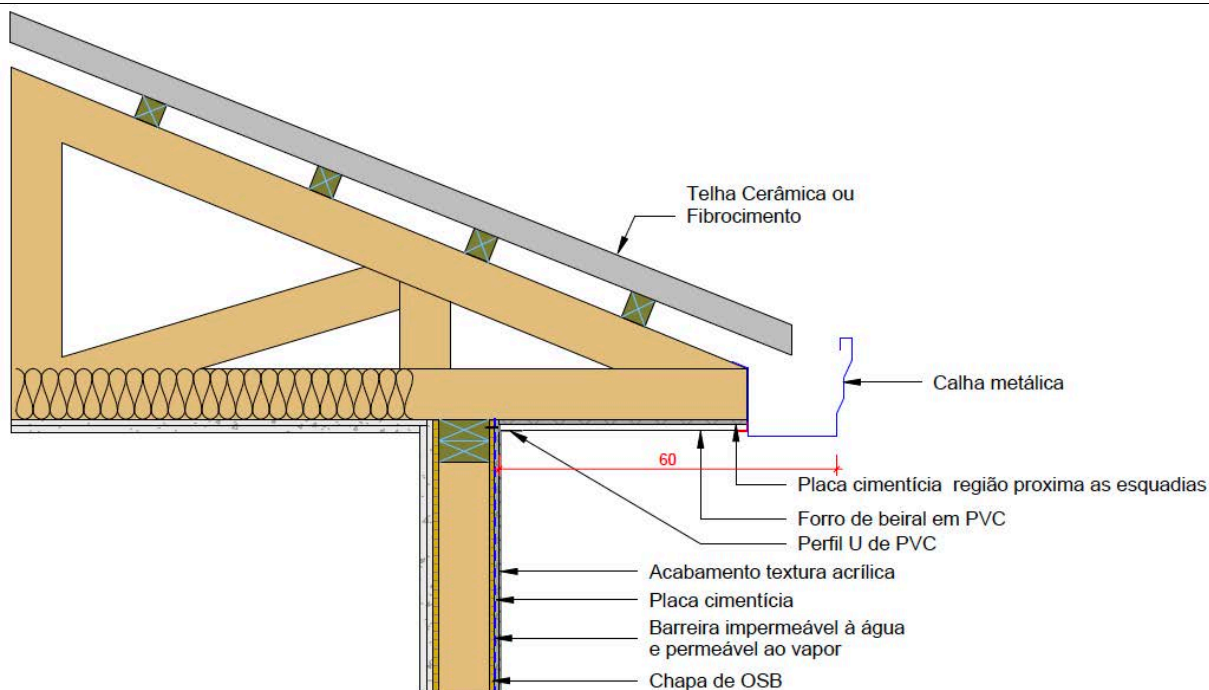


Figura 28 – Detalhe em corte da interface entre parede externa e sistema de cobertura com beiral de edificações multifamiliares.

Para a montagem do sistema de cobertura com platibanda em unidades unifamiliares (casas térreas e sobrados), é realizado o envelopamento e transpasse da barreira impermeável à água e permeável ao vapor d'água, realizado entre o topo do painel de parede e a base do painel de platibanda e/ou oitão (Figura 29). Destaca-se que uma das faces da edificação é provida de beiral.

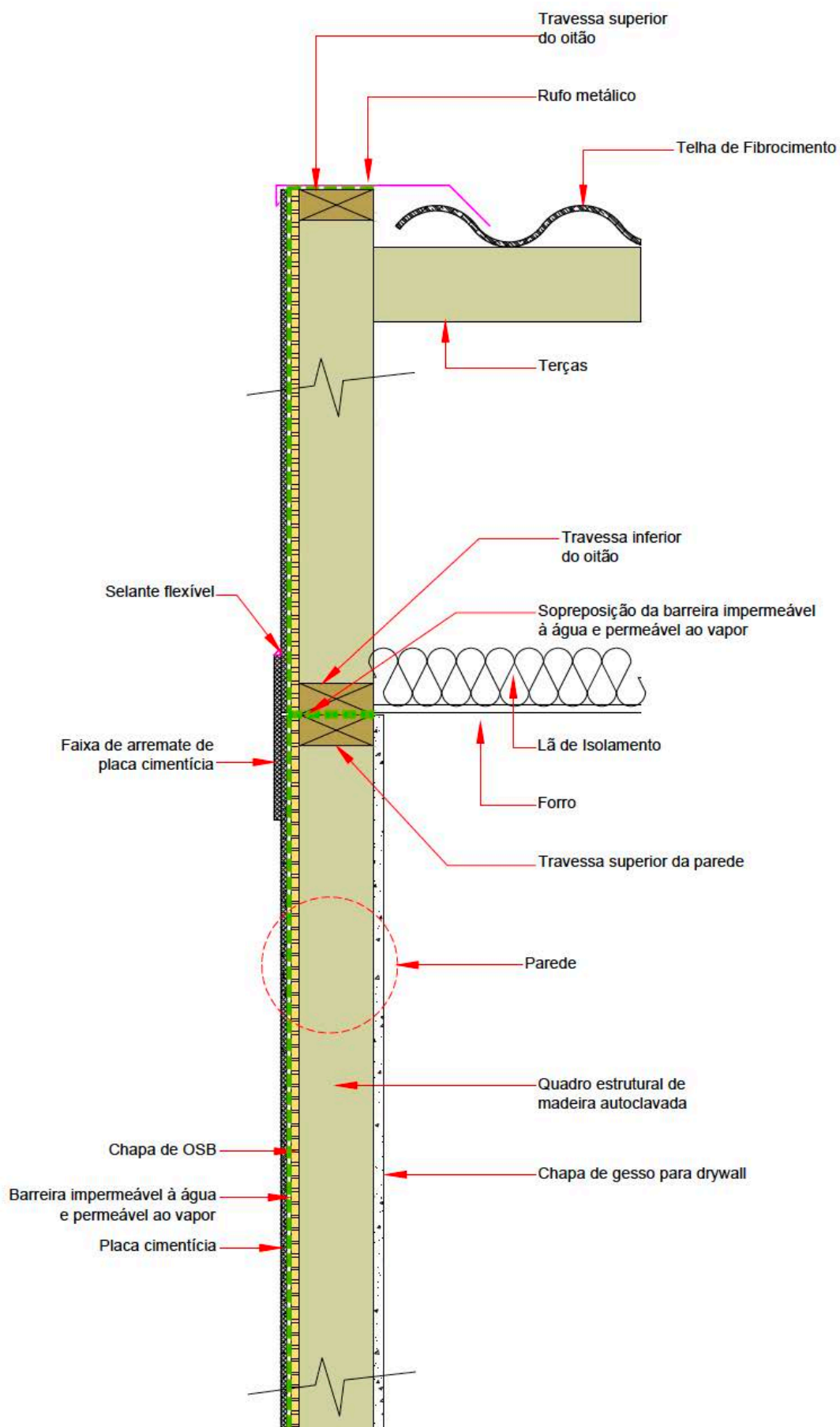


Figura 29 – Detalhe em corte da interface entre a parede externa e o sistema de cobertura com painel de platibanda para edificações unifamiliares.

Nas unidades geminadas (casas térreas e sobrados), os septos (oitões internos) localizados acima das paredes de geminação simples, são independentes e compostos por estrutura metálica ou em madeira contraplacada com uma camada de chapas de gesso para *drywall* do tipo “*Standard*” de 12,5mm de espessura (Figura 30). Para as unidades com parede de geminação dupla, os septos (oitões) são compostos pela própria parede de geminação dupla, os quais ultrapassam o telhado e são protegidos em seu topo por rufos metálicos galvanizados (Figura 31).

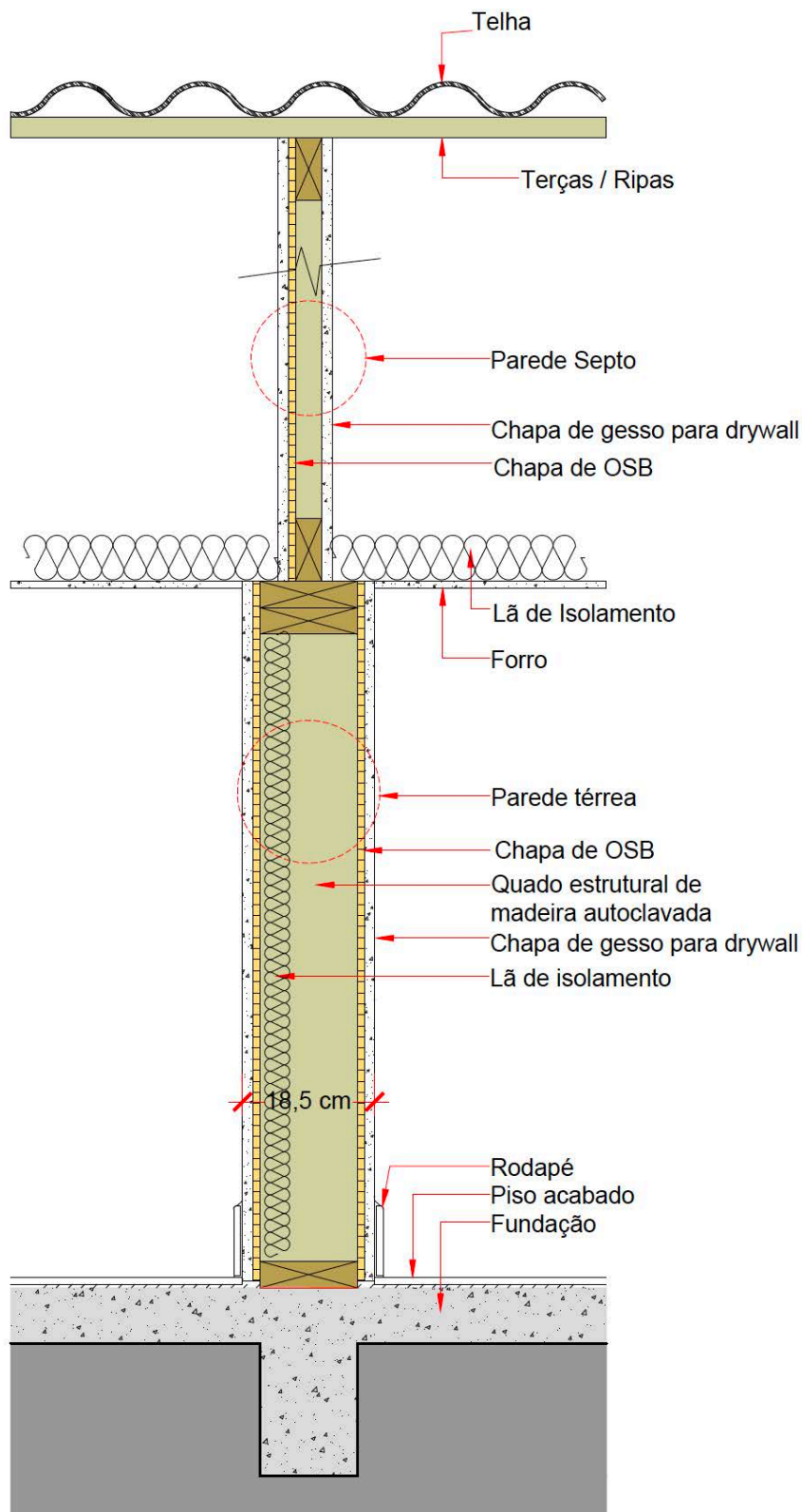


Figura 30 – Detalhe em corte da interface entre parede de geminação simples e sistema de cobertura.

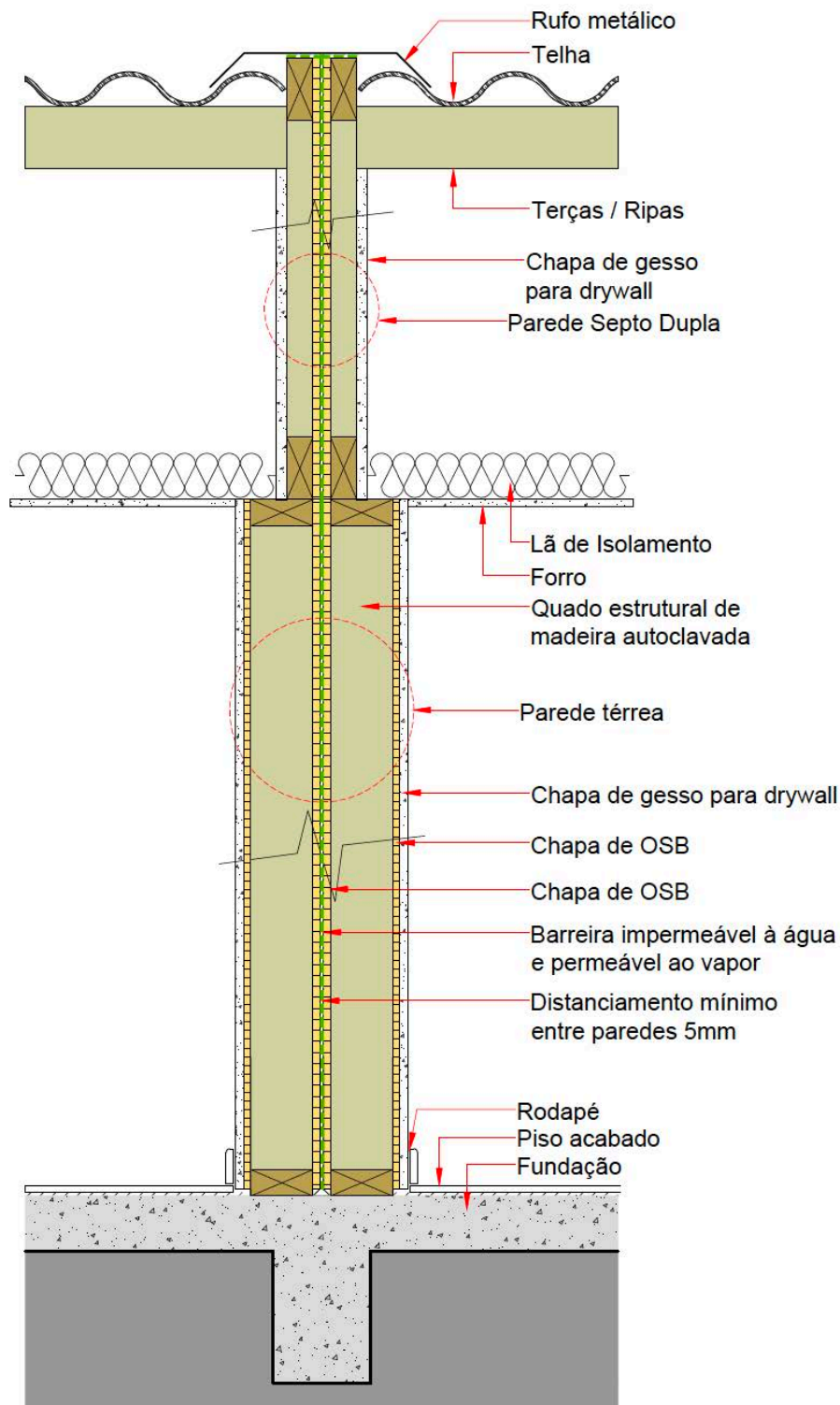


Figura 31 – Detalhe em corte da interface entre parede de geminação dupla e sistema de cobertura.

- e) Fixação das esquadrias: conforme item 3.2, alínea d).
- f) Arremates internos: tratamento de juntas dissimuladas das chapas de gesso para *drywall* conforme ABNT NBR15758-1; impermeabilizações de pisos e de paredes, aplicação de revestimentos cerâmicos de pisos e de paredes e pintura das paredes.
- g) Arremates e acabamentos externos: os cantos vivos recebem aplicação de cantoneira de PVC com tela poliéster. As cantoneiras podem ser aplicadas diretamente sobre a placa cimentícia ou sobre arremates verticais em L, conformados por placas cimentícias reforçadas internamente com cantoneiras metálicas (Figuras 32 e 33). São aplicados arremates horizontais em placas cimentícias sobre a interface entre painel de parede e painel de oitão/platibanda (Figuras 34). O acabamento externo é em pintura com textura acrílica.

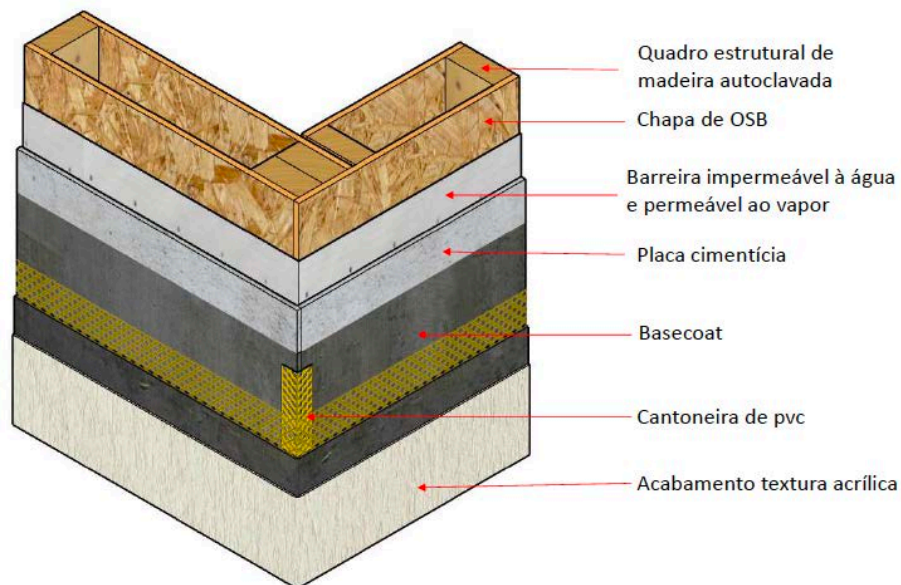


Figura 32 – Ilustração da cantoneira de PVC aplicada sobre as placas cimentícias.

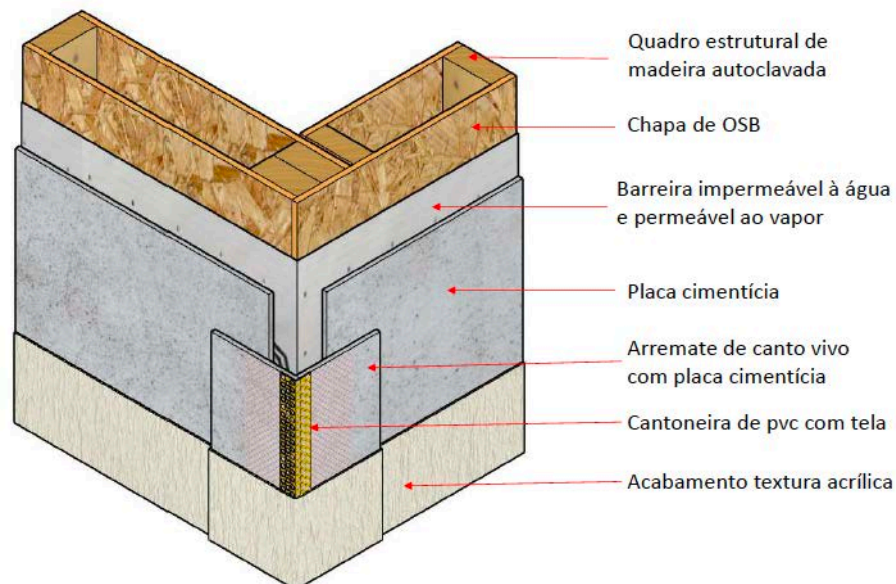


Figura 33 – Ilustração da cantoneira de PVC aplicada sobre o arremate de canto vivo em placa cimentícia.



Figura 34 – Acabamentos externos de casa térrea isolada com painéis de oitões e platibanda.

4. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi conduzida conforme a Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, simulações computacionais para desempenho térmico, verificações analíticas do comportamento estrutural, auditorias técnicas na unidade fabril, em obras, em unidades ocupadas e demais avaliações que constam dos relatórios técnicos e de ensaios citados nos itens 6.1 e 6.2.

4.1. Desempenho estrutural

A análise do desempenho estrutural do produto considerou o projeto estrutural, os resultados dos ensaios de resistência da parede aos esforços de compressão excêntrica, aos impactos de corpo mole, impactos de corpo duro, solicitação de peças suspensas e solicitações transmitidas por portas.

Para cada projeto de unidade habitacional e para cada implantação deve ser elaborado um projeto estrutural específico com todas as análises necessárias conforme normas prescritivas. A análise do projeto estrutural mostra que as ligações pregadas e/ou grampeadas entre as peças de madeira serrada que compõem os quadros estruturais e a fixação das chapas de OSB a esses quadros, providenciam a estabilidade global da estrutura.

A memória de cálculo referente ao projeto de edificações multifamiliares de 4 (quatro) pavimentos (térreo + 3 pavimentos) denominado Residencial Trancoso, localizado no município de Londrina/PR, evidencia as considerações de cargas, hipóteses de cálculo, verificações estruturais e dimensionamento das estruturas de paredes, entrespisos e ancoragens do edifício. O processo de dimensionamento estrutural atende aos critérios e requisitos estabelecidos na Diretriz SiNAT N°005 – Rev. 03, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8681 e Eurocódigo 5.

Foram realizados ensaios laboratoriais em paredes representativas, considerando quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm (paredes internas) e de 38mm x 140mm (paredes externas), chapas de OSB com 9,5mm de espessura em ambos os lados e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura em uma face.

A Tabela 10 apresenta a síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório, para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado limite último e o estado limite de serviço.

Tabela 10 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica.

Corpo de prova ensaiado	Carga do primeiro dano (kN/m)		Carga de ruptura (kN/m)	
	38mm x 90mm	38mm x 140mm	38mm x 90mm	38mm x 140mm
Quadro estrutural (montantes)				
CP 1	120,5	156,6	120,5	224,7
CP 2	117,9	156,6	117,9	224,7
CP 3	116,5	224,7	116,5	251,9
Média	118,3	179,3	118,3	233,8

Considerando-se os quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, tem-se:

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de $S_k = 27,45\text{kN/m}$ (parede interna P11 do pavimento térreo), obtida no cálculo estrutural para edifício habitacional com quatro pavimentos, e considerando a equação de resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando $\xi = 1,3$ e $\gamma_m = 1,5$ conforme ABNT NBR 8681 e memória de cálculo), determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} = 57,47\text{kN/m}$ e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que: $S_d = 38,43\text{kN/m} \leq R_{ud} = 57,47\text{kN/m}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Considerando-se os quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, tem-se:

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de $S_k = 33,95\text{kN/m}$ (parede externa P1 do pavimento térreo), obtida no cálculo estrutural para edifício habitacional com quatro pavimentos, e considerando a equação de resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando $\xi = 1,3$ e $\gamma_m = 1,5$ conforme ABNT NBR 8681 e memória de cálculo), determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} = 110,8\text{kN/m}$ e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que: $S_d = 47,53\text{kN/m} \leq R_{ud} = 110,8\text{kN/m}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Foram também analisadas as memórias de cálculo de casa térrea isolada e de sobrado isolado, ambos foram elaborados em atendimento ao estabelecido na Diretriz SiNAT N°005 – Rev. 03, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8681e Eurocódigo 5.

Para casas térreas e sobrados foram realizados ensaios laboratoriais considerando quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, chapas de OSB com 9,5mm de espessura na face externa e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura na face interna.

A Tabela 11 apresenta a síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado limite último e o estado limite de serviço.

Tabela 11 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica.

Corpo de prova ensaiado	Carga do primeiro dano		Carga de ruptura	
	kgf	kN	kgf/m (largura 1,20m)	kN/m (largura 1,20m)
Quadro estrutural (montantes) 38mm x 90mm				
CP 1	11400	114,0	9500	95,0
CP 2	10200	102,0	8500	85,0
CP 3	9800	98,0	8166	81,66
Média	10466	104,6	8722	87,2

Nota:

Considerando-se 1kN = 100kgf.

Considerando-se os quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm para casas térreas, tem-se:

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de $S_k = 5,17\text{kN/m}$, obtida no cálculo estrutural para casa térrea isolada, e considerando a equação de resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando $\xi = 1,3$ e $\gamma_m = 1,5$ conforme ABNT NBR 8681 e memória de cálculo), determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} = 40,26\text{kN/m}$ e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que: $S_d = 7,23\text{kN/m} \leq R_{ud} = 40,26\text{kN/m}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Considerando-se os quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm para sobrados, tem-se:

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de $S_k = 22,17\text{kN/m}$, obtida no cálculo estrutural para sobrado isolado, e considerando a equação de resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando $\xi = 1,3$ e $\gamma_m = 1,5$ conforme ABNT NBR 8681 e memória de cálculo), determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} = 40,26\text{kN/m}$ e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que: $S_d = 31,03\text{kN/m} \leq R_{ud} = 40,26\text{kN/m}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Foram realizados ensaios de impacto de corpo mole para paredes externas e internas de edifícios multifamiliares, quais sejam: impacto externo entre montantes próximo ao encontro de painéis, impacto externo sobre montantes próximo ao encontro de painéis, impacto interno sobre montantes e impacto interno entre montantes. Os resultados obtidos não apresentaram deslocamentos superiores aos limites estabelecidos, sendo o deslocamento horizontal instantâneo (d_h) = 17,22mm e o deslocamento horizontal residual (d_{hr}) = 0,63mm os maiores valores registrados, valores esses

inferiores aos estabelecidos $d_h \leq h/125$ ($2555\text{mm}/125 = 20,44\text{mm}$) e $d_{hr} \leq h/1250$ ($2555\text{mm}/1250 = 2,05\text{mm}$), bem como falhas (fissuras, moissas e frestas) e/ou rupturas nos componentes das paredes para as energias de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J e 960J.

Para casas térreas e sobrados, os resultados obtidos não apresentaram deslocamentos superiores aos limites estabelecidos, sendo o deslocamento horizontal instantâneo (d_h) = 9,125mm e o deslocamento horizontal residual (d_{hr}) = 1,502mm os maiores valores registrados, valores esses inferiores aos estabelecidos $d_h \leq h/250$ ($2700\text{mm}/250 = 10,80\text{mm}$) e $d_{hr} \leq h/1250$ ($2700\text{mm}/1250 = 2,16\text{mm}$), bem como falhas (fissuras, moissas e frestas) e/ou rupturas nos componentes das paredes para as energias de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J e 960J.

Os resultados obtidos nos impactos de corpo mole atendem aos critérios mínimos estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03.

Os ensaios de impacto de corpo duro foram realizados para as paredes externas (fachada), internas (divisão entre ambientes) e internas de geminação (entre unidades habitacionais), com energias de 2,5J e 10J para as paredes internas e de 3,75J e 20J para as paredes externas. Obteve-se como resultado nenhuma ocorrência para paredes externas (chapas cimentícias) e ocorrências de moissas com profundidade inferior a 2,00mm nas paredes internas (chapas de gesso para *drywall*). Os resultados atendem aos critérios estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03. Foram também realizados ensaios de solicitações transmitidas por portas, considerando fechamento brusco e impacto de corpo mole. Não foram observadas falhas (fissurações, destacamentos, entre outros) no encontro com os marcos, cisalhamentos nas regiões de solidarização dos marcos com as paredes, nem destacamentos em juntas entre componentes das paredes, demonstrando que o critério da Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03 foi atendido.

Os ensaios de verificação da capacidade de suporte de peças suspensas consideraram o dispositivo padrão de mão francesa. Os tipos de fixações empregados com sucesso para paredes que contemplam chapas duplas de gesso para *drywall* (espessura de 12,5mm cada) + chapas de OSB (espessura de 9,5mm cada) nos ensaios foram “parafuso de rosca soberba de 50mmx6mm” e “parafuso de 63mmx6mm com bucha toogler bolt”, os quais devem constar no manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

Para emprego em unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados), onde as paredes são conformadas com uma camada de chapa de gesso para *drywall* (espessura de 12,5mm) sobre chapas de OSB, deve-se utilizar o “parafuso de 63mmx6mm com bucha toogler bolt”.

Para as paredes conformadas somente com uma camada de chapas de gesso para *drywall*, foi realizado ensaio com aplicação de carga em um único ponto faceando a parede, utilizando-se “parafuso de 63mmx6mm com bucha toogler bolt”, sendo considerada a carga máxima de 20kg. Quando da utilização de mãos francesas (padrão), deve-se utilizar dispositivo de fixação do tipo “parafuso de rosca soberba de 40mmx6mm” sobre os montantes, considerando carga máxima de 80kg. O manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário) deve apresentar detalhadamente todas as considerações relacionadas a cargas, dispositivos de fixação e orientação quanto às faces das paredes a serem submetidas a cargas suspensas.

Foi também realizado ensaio para avaliação de carga relativa a “rede de dormir” considerando carga de uso de 2kN (200kg) aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação, por um período de 24h, fixado com 4 (quatro) parafusos com 63mm x 6mm e *toogler bolt* em gancho apropriado. Não foi observado nenhuma ocorrência após 24h da aplicação da carga. Nesta situação, pode-se permitir um coeficiente de segurança igual a 2 (dois) para a carga de uso a ser informada no manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário), equivalente a 1,0kN por gancho.

A análise do desempenho estrutural do entrepiso considerou o projeto estrutural, os resultados dos ensaios de impactos de corpo duro, impactos de corpo mole e memória de cálculo de edificação multifamiliar com 4 pavimentos, sendo o maior vão de piso com comprimento de 5583mm. O corpo de prova de entrepiso ensaiado era constituído por barrotes de Pinus estrutural autoclavado, com seção transversal de 45mm x 190mm, espaçados a cada 400mm. Sobre os barrotes, chapas OSB estrutural de 18,3mm, fixadas com prego anelado de 2,5mm x 50mm. O entrepiso recebeu filme plástico de lona preta e contrapiso de argamassa de assentamento com 30mm de espessura, sendo

reforçado com tela de reforço de aço 20x20cm com fios de diâmetro de 3,4mm (sem função estrutural).

Os resultados dos ensaios de impactos de corpo duro estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados do ensaio da resistência à impactos de corpo duro.

Energia de impacto (J)	Massa da esfera (kg)	Altura da queda (m)	Ocorrência	Requisitos
2,5	0,5	0,50	Nenhuma	Não ocorrência da ruptura total da camada de acabamento. São permitidas falhas superficiais.
3,75	0,5	0,75	Nenhuma	
5	0,5	1,00	Nenhuma	
10	1	1,00	Mossas	Não ocorrência de ruína e transpassamento. São permitidas falhas superficiais.
20	1	2,00	Mossas	
30	1	3,00	Mossas	

Os resultados do ensaios de resistência à impactos de corpo mole estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados do ensaio da resistência à impactos de corpo mole.

Energia (J)	Altura (m)	Deformações (mm)	Ocorrência	Requisitos
120	0,30	-	Nenhuma	Não ocorrência de falhas.
240	0,60	$d_v = 4,833$ $d_{vr} = 0,212$	Nenhuma	Não ocorrência de falhas. $d_v \leq 3840/300 = 12,8\text{mm}$ $d_{vr} \leq 3840/900 = 4,27\text{mm}$
360	0,90	-	Nenhuma	Não ocorrência de falhas.
480	1,20	-	Nenhuma	Não ocorrência de ruína e transpassamento. São permitidas falhas superficiais.
720	1,80	-	Nenhuma	
960	2,40	-	Nenhuma	

O entrepiso foi submetido a carga concentrada de 3kN aplicada no ponto mais desfavorável apresentando deformação no seu centro geométrico (flecha) de 1,33mm, valor esse inferior ao critério estabelecido de 7,68mm ($L/500 = 3840\text{mm}/500$). Também não foram apresentadas rupturas ou quaisquer outros danos.

Os resultados obtidos demonstram atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SINAT Nº 005 – Rev.03 quanto a análise do desempenho estrutural do entrepiso para impactos de corpo mole, impactos de corpo duro e aplicação de cargas verticais concentradas.

4.2. Estanqueidade à água

Foram feitas análises de projeto para avaliar os aspectos que influenciam a estanqueidade à água do sistema construtivo de fontes de umidade externas (água de chuva) e internas (água relacionada ao uso e operação) à edificação.

Para verificação da estanqueidade à água das chuvas nas paredes externas foram realizados ensaios laboratoriais (pressão de 50Pa e vazão 3L/min/m²) considerando “interfaces entre a janela e a parede”, “parede cega” e “interfaces entre parede e parede de oitão/platibanda e parede e arremate de canto”. Os corpos de prova representativos da “parede cega” consideraram os tratamentos de juntas aparentes e de juntas dissimuladas entre as placas cimentícias, conforme descrito no item 3.1, alínea f). Observa-se que tal verificação foi realizada antes e após ensaio de choque térmico.

Os resultados dos ensaios de verificação da estanqueidade antes e após o choque térmico, para juntas dissimuladas e juntas aparentes apresentaram nenhuma ocorrência em relação à manchas de umidade. Foram verificadas microfissuras na região das juntas, sem comprometimento do

sistema. Também foram realizadas medições do deslocamento horizontal instantâneo no plano perpendicular ao corpo de prova, sendo o deslocamento máximo registrado de 2,73mm, inferior ao critério estabelecido de 8,52mm ($d_h \leq 2555\text{mm}/300$).

Os resultados obtidos nos ensaios de estanqueidade a água demonstram que foram atendidos os critérios de desempenho prescritos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev. 03.

O projeto especifica detalhes que favorecem a estanqueidade à água das fachadas, como pingadeiras em aço galvanizado fixadas junto a base das paredes e nos entrespisos, pingadeiras em alumínio nos peitoris de janelas, calçada externa (inclinação de 2% voltada para a face oposta da parede externa) e desnível entre calçada e base da parede externa de 150mm, beirais de telhado (mínimo de 600mm de projeção horizontal) e manta impermeabilizante de 0,9mm de espessura na base dos quadros estruturais com altura de 200mm em ambas as faces. No caso de casas térreas e sobrados, quando utilizado sistema de cobertura provido de painéis que conformam platibanda e oitão, tais painéis devem conter membranas impermeáveis à água e permeáveis ao vapor e rufos metálicos. Esse sistema também deve providenciar beiral em uma das faces.

Quanto à estanqueidade de vedações verticais internas e de entrespisos com incidência direta de água de uso e de lavagem dos ambientes (banheiro e cozinha), foi analisado o projeto arquitetônico e realizada verificação em obra. As vedações verticais internas prevêm impermeabilização com membrana de impermeabilização de base acrílica até a altura mínima de 200mm acima do ponto mais alto de hidráulica. Posteriormente é aplicado revestimento cerâmico.

Para o entrespisos em madeira, a impermeabilização da área molhada (banheiro) ocorre conforme descrito no item 3.2, alínea c.2).

A análise do projeto indica que o sistema construtivo atende aos requisitos de estanqueidade à água, estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03.

4.3. Desempenho térmico

Foram realizadas simulações computacionais para avaliação de desempenho térmico para as cidades representativas das oito Zonas Bioclimáticas, considerando os dados das cidades de: Curitiba - PR, São Lourenço - MG, São Paulo - SP, Brasília - DF, Vitória da Conquista - BA, Campo Grande - MS, Cuiabá - MT e Manaus - AM, respectivamente.

As simulações computacionais foram realizadas utilizando o software *EnergyPlus*, considerando o projeto padrão de casa térrea (isolada e geminada), de sobrado (isolado e geminado) e de apartamento de edifício multifamiliar, segundo as orientações do Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SiNAT emitido em 21 de agosto de 2021, com base no método de avaliação mencionado na norma ABNT NBR 15575-1:2021. Para os empreendimentos nos quais serão empregados o sistema construtivo, a avaliação de desempenho térmico deverá considerar as reais condições de implantação e de microclima, assim como as características do projeto de arquitetura, conforme a ABNT NBR 15.575-1.

As simulações consideraram três opções de cores de acabamento externo: clara, média e escura, considerando a degradação de três anos para absorvância à radiação solar da superfície externa, 0,45, 0,58 e 0,72, respectivamente.

As propriedades térmicas dos materiais (condutividade térmica, densidade de massa aparente, calor específico e resistência térmica) estão estabelecidas na ABNT NBR ISO 10456:2022. Valores de absorvância à radiação solar considerando a degradação de três anos conforme especificado na norma ABNT, NBR 15575-1:2021.

Foram simuladas diferentes composições de sistema de cobertura, de acordo com as tipologias.

4.3.1. Casas térreas isoladas ou geminadas

Foram realizadas três simulações adotando diferentes características de telhado, quais sejam:

- Telhado com telha cerâmica de 20mm de espessura (0,58 de absorvância à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 50mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K;
- Telhado com telha cerâmica de 20mm de espessura (0,58 de absorvância à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 100mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K;
- Telhado com telha de fibrocimento de 6mm de espessura com acabamento de base mineral de coloração branca (concebido em fábrica) (0,37 de absorvância à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 50mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K.

De acordo com a simulação computacional, o sistema construtivo utilizado para unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas e geminadas tem potencial de atendimento, desde que sejam consideradas as combinações de telha + espessura de lã de vidro e cores de acabamento das fachadas conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Resumo do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (continua).

ZB	Telhado	Modelo Real					
		Casa térrea isolada			Casa térrea geminada		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
1	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	M	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	M
2	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	M
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	M	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	M
3	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	X	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	M	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	X
4	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	X	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	X
5	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	X	X	M	X	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	X
6	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	X	X	M	X	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	X

Tabela 14 – Resumo do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (conclusão).

ZB	Telhado	Modelo Real					
		Casa térrea isolada			Casa térrea geminada		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
7	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	X	X	X	X	X	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X	M	X	X
8	Telha cerâmica + Lã de vidro 50mm	X	X	X	X	X	X
	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	X	M	X	X	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	X	X	X	M	X	X

Onde:
M: nível de desempenho mínimo,
X: não atende o desempenho mínimo.

4.3.2. Sobrados isolados ou geminados

Foram realizadas duas simulações adotando diferentes características de telhado, quais sejam:

- Telhado com telha cerâmica de 20mm de espessura (0,55 de absorvância à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 100mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K;
- Telhado com telha de fibrocimento de 6mm de espessura com acabamento de base mineral de coloração branca (concebido em fábrica) (0,37 de absorvância à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 50mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K.

De acordo com a simulação computacional, o sistema construtivo utilizado para unidades habitacionais unifamiliares assobradadas isoladas e geminadas tem potencial de atendimento, desde que sejam consideradas as combinações de telha + espessura de lã de vidro e cores de acabamento das fachadas conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Resumo do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (continua).

ZB	Telhado	Modelo Real					
		Sobrado isolado			Sobrado geminado		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
1	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	M
2	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	X	X	M	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	X	X	X	M	M	M
3	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	M

Tabela 15 – Resumo do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (conclusão).

ZB	Telhado	Modelo Real					
		Sobrado isolado			Sobrado geminado		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
4	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	M
5	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X	M	M	X
6	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	M
7	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	X
8	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	X	X	X	X	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	X	X	X	X	X	X

Onde:
M: nível de desempenho mínimo,
X: não atende o desempenho mínimo.

4.3.3. Edifícios multifamiliares

Foram realizadas duas simulações adotando diferentes características de telhado, quais sejam:

- Telhado com telha cerâmica de 20mm de espessura (0,55 de absorvência à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 100mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K;
- Telhado com telha de fibrocimento de 6mm de espessura com acabamento de base mineral de coloração branca (concebido em fábrica) (0,37 de absorvência à radiação solar) e manta de isolamento térmico sobre o forro com espessura de 50mm e condutividade térmica de 0,045 W/m.K.

De acordo com a simulação computacional, o sistema construtivo utilizado para unidades habitacionais multifamiliares tem potencial de atendimento, desde que sejam consideradas as combinações de telha + espessura de lã de vidro e cores de acabamento das fachadas conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Resumo do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (continua).

ZB	Telhado	Modelo Real		
		Edifícios multipiso		
		Clara	Média	Escura
1	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	X	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	X	X	X

Tabela 16 – Resumo do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (conclusão).

ZB	Telhado	Modelo Real		
		Edifícios multipiso		
		Clara	Média	Escura
2	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X
3	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X
4	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X
5	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X
6	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X
7	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X
8	Telha cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	X	X

Onde:
M: nível de desempenho mínimo,
X: não atende o desempenho mínimo.

4.4. Desempenho acústico

Para avaliação do desempenho acústico foi considerada a verificação do isolamento acústico das paredes de fachada (entre o meio externo e o interno), das paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação) e entre dependências da unidade habitacional e áreas comuns. Adicionalmente, também foram realizados ensaios em laboratório para determinação do índice de redução sonora ponderada (R_w) considerando as tipologias de conformação das paredes do sistema construtivo descritas no item 1.

4.4.1. Ensaios de desempenho acústico em campo

Foram realizados ensaios de campo, considerando habitação localizada em ambiente com classe de ruído II, para verificação da diferença padronizada de nível ponderada das paredes de fachada ($D_{2m,nT,w}$), e para determinação da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$), das paredes internas e paredes de geminação.

As medições foram realizadas em edifícios multifamiliares de três e de quatro pavimentos, em casas térreas geminadas e em sobrados geminados, sendo específicas aos ambientes avaliados.

4.4.1.1. Isolamento a ruído aéreo de sistemas de vedações externas: fachadas ($D_{2m,nT,w}$)

A Tabela 17 apresenta os critérios mínimos e o resultado obtido da diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa (fachada) do dormitório ($D_{2m,nT,w}$).

A parede externa (conformada por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, revestido em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm) com

acabamento externo em placa cimentícia de 8mm, revestida com argamassa (*base coat*) com espessura de 5mm e textura com espessura de 3mm. O acabamento interno composto por duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura. A parede externa totaliza aproximadamente 200mm de espessura.

Tabela 17 – Síntese dos resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa do dormitório (fachada) ($D_{2m,nT,w}$).

Classe de ruído	Localização da habitação	Valor mínimo ABNT NBR 15575-4 (dB)	Valor determinado em ensaio de campo $D_{2m,nT,w}$ (dB)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥20	25
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥25	
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação	≥30	

O ensaio demonstra atendimento ao critério de diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa do dormitório (fachada) $D_{2m,nT,w} \geq 25$ para as Classes I e II de ruído.

4.4.1.2. Isolamento a ruído aéreo de sistemas de vedação vertical interna: entre ambientes ($D_{nT,w}$)

A Tabela 18 apresenta os critérios mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575-4 e os resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$) das vedações verticais internas.

As determinações foram realizadas em paredes com as seguintes características:

- Parede de geminação simples (ensaio realizado em sobrado): parede entre unidades habitacionais autônomas nas situações em que não haja ambiente dormitório, conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, miolo em lâ de vidro com espessura de 51mm, revestidas em ambas as faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm. Fechamento em uma camada de chapa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 184mm de espessura;
- Parede de geminação simples (ensaio realizado em edifício de 4 pavimentos): parede entre unidades habitacionais autônomas no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório, conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, miolo em lâ de rocha com espessura de 100mm, revestidas em ambas as faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm. Fechamento em duas camadas de chapa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 209mm de espessura;
- Parede de geminação dupla (ensaio realizado em casas térreas): paredes entre unidades habitacionais autônomas no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório, conformadas por quadros estruturais em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm e revestidas em ambas as faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm. Os painéis são justapostos com espaçamento entre eles de 5mm. Fechamento em uma camada de chapa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura nas faces externas de cada painel, totalizando aproximadamente 248mm de espessura;
- Parede interna (ensaio realizado em edifício de 3 pavimentos): parede cega da sala de estar entre a unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos, conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm e revestidas em ambas as faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm. Fechamento em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 158mm de espessura ;

- Parede interna: conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo *hall* nas situações em que não haja ambiente dormitório, conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm e revestidas em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm. Fechamento em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 158mm de espessura. As portas são de madeira (800mm x 2100mm x 35mm).

A Tabela 18 apresenta a síntese da avaliação e os resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$).

Tabela 18 – Síntese dos resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$).

Elemento	Valor mínimo ABNT NBR 15575-4 $D_{nT,w}$ (dB)	Especificação da parede	Valor determinado em ensaio de campo $D_{nT,w}$ (dB)
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório.	≥40	Espessura de 184mm	45dB
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	≥45	Espessura de 209mm	46db
		Espessura de 248mm	49dB
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.	≥40	não ensaiado*	
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos, nas situações em que não haja dormitório.	≥30	Espessura de 158mm	39dB
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥45	não ensaiado*	
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório.	≥40	Espessura de 158mm	47dB
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos usos dos ambientes seja dormitório.	≥45		

* Inexistência de projetos que contemplem elementos com a configuração descrita.

Conclui-se que os resultados obtidos conforme apresentado na Tabela 18 atendem o critério mínimo estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.03.

4.4.1.3. Isolação sonora de lajes de pisos entre unidades habitacionais (entrepisos)

Foi realizado ensaio de campo, para determinação da diferença de nível ponderada ($D_{nT,w}$) e do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ($L'_{nT,w}$) proporcionado pelo sistema de entrepiso entre as unidades habitacionais autônomas de um edifício multifamiliar.

Os entrepisos eram compostos por quadro estrutural conformado por peças (barrotes) de madeira serrada com seção de 45x190mm, com fechamento superior em chapa de OSB de 18,3mm de espessura, sobreposto por contrapiso cimentício com espessura de 40mm e argamassa colante de 5mm de espessura, revestido com placas de piso cerâmico de 10mm de espessura. O fechamento

da face inferior (forro) é composto por camada dupla de chapas de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura. A espessura total do sistema de entrepiso é de aproximadamente 328,3mm.

A Tabela 19 apresenta o critério mínimo da diferença de nível ponderada ($D_{nT,w}$) do sistema de entrepiso com forro da unidade habitacional, bem como a síntese do resultado obtido em campo.

Tabela 19 – Síntese dos valores obtidos da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) em ensaio de campo.

Elemento	Critério mínimo $D_{nT,w}$ (dB)	Valor obtido em ensaio $D_{nT,w}$ (dB)
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	≥ 45	56
Sistemas de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos.	≥ 40	53
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, nas situações onde não haja ambiente dormitório.		
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 45	Não ensaiado*

* Inexistência de projetos que contemplem elementos com a configuração descrita.

A Tabela 20 apresenta o critério mínimo do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ($L'_{nT,w}$), bem como a síntese do resultado obtido em campo.

Tabela 20 – Síntese do resultado obtido do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ($L'_{nT,w}$) em ensaio de campo.

Elemento	Critério mínimo $L'_{nT,w}$ (dB)	Valor obtido em ensaio $L'_{nT,w}$ (dB)
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos.	≤ 80	61
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas), sobre unidades habitacionais autônomas.	≤ 55	Não ensaiado *

* Inexistência de projetos que contemplem elementos com a configuração descrita.

Quanto ao nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ($L'_{nT,w}$) para entrepiso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos, o valor obtido atende ao critério mínimo, entretanto, não atende ao critério mínimo para projetos onde ocorrer situação de entrepiso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como *home theater*, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas), sobre unidades habitacionais autônomas, conforme ABNT NBR 15575-3:2021.

4.4.2. Ensaio de desempenho acústico em laboratório

Foram realizados ensaios em laboratório para determinação do índice de redução sonora ponderada (R_w).

As paredes ensaiadas apresentavam as seguintes características:

- parede dupla (paredes justapostas conformadas por dois painéis espaçados entre si em 20mm), constituídas por chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x

90mm, e chapa de OSB com 9,5mm de espessura por parede. Espessura total aproximada de 263mm;

- parede constituída por chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, lâ de rocha (IBAR-PSRIN – 32kg/m³, espessura de 50mm), chapa de OSB com 9,5mm de espessura e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm, totalizando espessura aproximada de 184mm;
- parede constituída por camada dupla em chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, camada dupla de lâ de rocha (IBAR-PSRIN – 32kg/m³, espessura de 50mm), chapa de OSB com 9,5mm de espessura e camada dupla em chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm, totalizando espessura aproximada de 209mm.

Os resultados obtidos pelas vedações verticais internas para determinação do índice de redução sonora ponderada (R_w) são:

- parede dupla, com espessura total aproximada de 263mm: $R_w=51$ dB;
- parede com camada de lâ de rocha de 50mm e espessura total de 184mm: $R_w=48$ dB;
- parede com camada dupla em chapa de gesso para *drywall* e camada dupla de lâ de rocha de 50mm, espessura total da parede de 209mm: $R_w=51$ dB.

A Tabela 21 apresenta a interpretação dos resultados do índice de redução sonora ponderada (R_w) obtidos, considerando os critérios mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575-4.

Tabela 21 – Síntese dos resultados obtidos do índice de redução sonora ponderada (R_w).

Elemento	Índice mínimo ¹ ABNT NBR 15575-4 (dB)	Valor de R_w obtido em ensaio de laboratório (dB)		
		Espessuras (mm)		
		263	184	209
R_w		51	48	51
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório.	≥45	atende	atende	atende
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	≥50	atende	não atende	atende
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadarias dos pavimentos.	≥45	atende	atende	atende
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório.	≥35	atende	atende	atende
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥50	atende	não atende	atende

Conforme apresentado na Tabela 21 pode-se concluir que:

O valor obtido do índice de redução sonora ponderada ($R_w = 48\text{dB}$) das paredes com com espessura de 184mm, demonstram potencial de atendimento ao critério estabelecido para os seguintes elementos:

- ✓ parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório;
- ✓ parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos;
- ✓ parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.

O valor obtido do índice de redução sonora ponderada ($R_w = 51\text{dB}$) das paredes com espessuras aproximadas de 263mm e de 209mm demonstram potencial de atendimento ao critério estabelecido para todos os elementos das edificações habitacionais apresentados na Tabela 21.

Adicionalmente, foi realizado ensaio de determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) em laboratório para painel cego de fachada de casas térreas isoladas e geminadas. O resultado do ensaio apresentou índice de redução sonora ponderado de 41dB.

De acordo com o estabelecido no Anexo F da ABNT NBR 15575-4:2021, deve-se considerar os valores de referência do R_w composto para fachadas, obtidos a partir dos valores de R_w dos elementos que constituem a fachada, ou seja, considerando o R_w parede e o R_w da esquadria do dormitório.

Para tal, com base no projeto da casa térrea isolada, foi determinado por meio de cálculo específico (publicação SINAT - Orientações ao Proponente para Aplicação das Especificações de Desempenho em Empreendimentos de HIS – Anexo 3 Planilha de cálculo do isolamento requerido da esquadria para atender ao requisito de desempenho acústico de fachada de dormitório), o índice de redução sonora mínimo para esquadrias, considerando a classe de ruído em que a implantação possa ocorrer (Tabela 22).

Tabela 22 – Resultados de $R_{w,e}$ mínimo para esquadrias de dormitório e $R_{w,c}$ composto para fachadas.

Classe de Ruído	$R_{w,e}$ esquadrias (dB)	$R_{w,c}$ composto (dB)
I	15	25
II	20	30
III	26	35

Onde:

$R_{w,e}$ = índice de redução sonora ponderado para esquadrias do dormitório;

$R_{w,c}$ = índice de redução sonora ponderado composto para fachadas.

Com base nos resultados dos cálculos para $R_{w,c}$ composto, considerando o resultado de 41dB para o painel de fachada, bem como os índices de redução sonora mínimos ($R_{w,e}$) para a esquadria do dormitório, conclui-se que, o painel de fachada de casas térreas isoladas e geminadas apresenta potencial de atendimento de desempenho acústico conforme ABNT NBR 15575-4:2021.

4.5. Durabilidade e Manutenibilidade

Para a durabilidade do sistema leve em madeira considerou-se os detalhes projetuais (premissas de projeto), os projetos executivos (fabricação e montagem em obra), instruções técnicas de produção e de montagem dos painéis, as características dos materiais, ensaios específicos e o manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

4.5.1. Resistência aos organismos xilófagos dos componentes de madeira

Os quadros estruturais em peças de madeira maciça serrada são provenientes de coníferas da espécie *Pinus taeda*. Apresentam medidas preventivas e curativas adotadas para eliminação e controle de agentes biológicos (fungos, insetos xilófagos e perfuradores marinhos), por meio de tratamento químico sob pressão, com os seguintes produtos preservativos e retenções mínimas:

arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 6,5kg de i.a/m³; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 3,3kg de i.a/m³. A penetração deverá ser total, ou seja 100% do alburno e porção permeável.

O valor de retenção verificado (CCA-C) foi de 7,0kg de i.a/m³, atendendo ao valor especificado na ABNT NBR 16143 para categoria de uso 3 e Diretriz SINAT N°005 – Rev.03. A penetração acusa “Grau 1”, indicando penetração profunda e uniforme por toda a extensão da porção permeável da madeira.

As chapas de OSB que contraplacam os quadros estruturais e os entrepisos, foram submetidas a ensaio laboratorial para determinação de resistência ao ataque de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). Os resultados denotam que o material ensaiado apresenta valor equivalente a nota menor ou igual a 1, atendendo ao critério estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.03.

Devido às chapas de OSB não possuírem tratamento fungicida, os seguintes itens são contemplados em projeto e foram verificados em obra:

- Telhado com beiral, em todo o perímetro da edificação, com projeção horizontal mínima de 600mm. Para casas térreas e sobrados, quando utilizado sistema de cobertura provido de painéis que conformam platibanda e oitão, tais painéis devem conter membranas impermeáveis à água e permeáveis ao vapor e rufos metálicos. Esse sistema também deve providenciar beiral em uma das faces.;
- Pingadeiras nos peitoris das janelas e acabamentos que impedem o acúmulo de água;
- Barreira impermeável disposta em toda a face voltada para o exterior da edificação;
- Emprego de mantas de impermeabilização com no mínimo 3mm de espessura, de modo a proteger a base do quadro estrutural e suas laterais em relação ao elemento de fundação, no pavimento térreo, até a altura mínima de 200mm, de cada lado do quadro;
- Adoção de sistema de ventilação na unidade habitacional (natural) que evita a concentração de vapor no banheiro;
- Aplicação de barreira impermeável à água e permeável ao vapor nas faces das chapas de madeira internas aos *shafts* que integram paredes estruturais.

4.5.2. Resistência à corrosão de dispositivos de fixação (parafusos, pregos, grampos, cantoneiras metálicas e chumbadores)

Os dispositivos metálicos de fixação foram expostos a ensaios de névoa salina neutra conforme os seguintes tempos de exposição estabelecidos na Diretriz SINAT N°005 – Rev.03:

- ✓ Dispositivos para a fixação (pregos anelados ou grampos) das chapas internas de contraventamento dos quadros estruturais de áreas secas: 96 horas;
- ✓ Dispositivos para a fixação (pregos anelados ou grampos) das chapas internas de contraventamento dos quadros estruturais de áreas molhadas ou molháveis: 240 horas;
- ✓ Dispositivos para a fixação (pregos anelados e parafusos) entre montantes dos quadros estruturais: 240 horas;
- ✓ Dispositivos para a fixação (cantoneiras, pregos ardox/anelados e chumbador) dos quadros estruturais ao elemento de fundação: 360 horas;
- ✓ Dispositivos para a fixação (pregos anelados e parafusos) das chapas externas de fechamento dos quadros estruturais em ambientes rurais (Classe I de agressividade ambiental): 240 horas;
- ✓ Dispositivos para a fixação (pregos anelados e parafusos) das chapas externas de fechamento dos quadros estruturais em ambientes urbanos, industriais leves, ou a mais que 2000 metros da orla marítima(*) (Classe II de agressividade ambiental): 480 horas;
- ✓ Dispositivos para a fixação (pregos anelados e parafusos) das chapas externas de fechamento dos quadros estruturais em ambientes marinhos (Classe III de agressividade ambiental): 720 horas.

(*) São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000 metros ou com qualquer concentração de cloreto (Cl⁻). Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000 metros da orla marinha e sem concentração de cloreto (Cl⁻), segundo avaliação pelo método da vela úmida, ABNT NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II (ambientes rurais e urbanos, respectivamente).

Os resultados dos ensaios de névoa salina neutra aplicados aos dispositivos metálicos de fixação revelaram a presença de manchas escuras e de corrosão branca, sem presença de corrosão vermelha, denotando atendimento ao critério da Diretriz SINAT N°005 – Rev.03 para os tempos mínimos de exposição requeridos.

4.5.3. Resistência ao calor e choque térmico das paredes de fachada

Os painéis de paredes de fachada, incluindo seus tratamentos de junta (aparente e dissimulada conforme item 3.1, alínea f) e revestimentos, foram expostos ao ensaio de choque térmico (calor e resfriamento por meio de jato de água) composto por dez ciclos sucessivos. O resultado do ensaio apresentou atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SINAT N°005 – Rev.03, com a não ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, deformações, empolamentos, descoloração ou outros danos. O deslocamento horizontal instantâneo (d_h) máximo obtido foi de 1,68mm, inferior a $h/300$ ($255/300 = 8,52\text{mm}$). Adicionalmente, foram realizados ensaios de resistência potencial de aderência à tração para as paredes de fachada incluindo seus tratamentos de juntas (aparente e dissimulada), antes e após o ensaio de choque térmico. Os resultados apontam valores de resistência à tração iguais ou superiores a 0,3MPa, conforme ABNT NBR 13749.

A manutenibilidade foi avaliada considerando-se o manual de uso, operação e manutenção, relativo ao sistema de vedação vertical e entrepiso, elaborado pelo proponente da tecnologia. No referido manual foram considerados os prazos de vida útil de projeto (VUP) em conformidade com a ABNT NBR 15575:2021, considerando o respectivo programa de manutenções preventivas e corretivas, além de informações como: condições de uso (fixação de peças suspensas), localização das instalações hidráulicas e elétricas e respectivas formas de inspeções e manutenções, restrições de uso, cuidados necessários com ação de água nas bases das paredes de fachada e das paredes internas de áreas molhável (cozinha) e molhada (banheiro). Para cada empreendimento deverá ser elaborado um manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

4.6. Segurança contra incêndio

Para a avaliação considerou-se que os requisitos de segurança contra incêndio dos elementos construtivos expressos por:

- a) reação ao fogo dos materiais de acabamento dos pisos, tetos e paredes (velocidade de propagação de chama);
- b) facilidade de fuga, avaliada pelas características de desenvolvimento de fumaça dos materiais de acabamento dos pisos, tetos e paredes (limitação da densidade óptica de fumaça);
- c) resistência ao fogo dos elementos construtivos, particularmente dos elementos estruturais e dos elementos de compartimentação.

As instalações elétricas e de gás devem estar de acordo com as condições de segurança conforme normas pertinentes.

Vale ressaltar que o proponente deve elaborar projetos específicos considerando as exigências contidas nas regulamentações de segurança contra incêndio (municipais e estaduais), considerando o local em que a construção será edificada, bem como atender as exigências com relação a ABNT NBR 14432.

Abaixo apresenta-se avaliação pormenorizada das vedações verticais e do entrepiso, tanto para a reação ao fogo como para a resistência ao fogo.

4.6.1. Reação ao fogo dos sistemas de vedação verticais

4.6.1.1. Reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedação verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos

Foram realizados ensaios conforme BS EN 13823:2010 para avaliação da reação do fogo da face interna das paredes conformadas por chapas de gesso para *drywall* do tipo Standard com 12,5mm de espessura.

Os corpos de prova eram constituídos por quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm (sem miolo isolante termoacústico) contraplacado com chapas de madeira tipo OSB com 9,5mm de espessura, aplicadas em ambas as faces do quadro estrutural, sobreposta (na face exposta ao fogo) por placa de gesso para *drywall* do tipo “ST 12,5mm”. A espessura total do painel ensaiado era de 121,5mm. As juntas entre chapas de gesso receberam fita com largura de 50mm e massa pronta para tratamento de juntas das chapas de gesso para *drywall*.

Considerando a ABNT NBR 15575-4, os resultados obtidos nos ensaios permitem enquadrar a amostra na Classe II-A.

4.6.1.2. Reação ao fogo da face externa dos sistemas de vedação verticais que compõem a fachada

4.6.1.2.1. Face externa acabada com seladora e textura de base acrílica aplicada diretamente sobre as placas cimentícias (juntas aparentes)

Foram realizados ensaios conforme BS EN 13823:2010 para avaliação da reação do fogo da face externa das paredes conformadas por placas de cimentícias com 8mm de espessura, acabadas com pintura seladora acrílica a base de água e textura rolada elastomérica de base acrílica na cor bege.

Os corpos de prova eram constituídos por quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm (sem miolo isolante termoacústico) contraplacado com chapas de madeira tipo OSB com 9,5mm de espessura, sobreposta (na face exposta ao fogo) por placas cimentícias com 8mm. Entre a placa de OSB e a placa cimentícia foi aplicada barreira impermeável. A espessura total do painel era de 117mm. As juntas entre placas cimentícias eram do tipo aparente conforme item 3.1 alínea f).

Considerando a ABNT NBR 15575-4, os resultados obtidos nos ensaios permitem enquadrar a amostra ensaiada na Classe II-A.

4.6.1.2.2. Face externa acabada com seladora e textura de base acrílica aplicada diretamente sobre as placas cimentícias (juntas dissimuladas)

Foram realizados ensaios conforme BS EN 13823:2010 para a avaliação da reação do fogo da face externa das paredes conformadas por placas cimentícias com 8mm de espessura revestidas com argamassa polimérica de base cimentícia “*base coat*” reforçada com tela poliéster.

Os corpos de prova eram constituídos por quadro estrutural em madeira com seção transversal de 38mm x 90mm, placas cimentícias com 8mm aplicada na face exposta ao fogo e chapas de madeira tipo OSB estrutural com 9,5mm de espessura aplicadas em ambas as faces do quadro estrutural, sem miolo interno. Entre a placa de OSB e a placa cimentícia foi aplicada barreira impermeável. A espessura total do painel era de 117mm. As juntas entre placas cimentícias eram do tipo dissimuladas, conforme item 3.1 alínea f).

Considerando a ABNT NBR 15575-4, os resultados obtidos nos ensaios permitem enquadrar a amostra ensaiada na Classe II-A.

4.6.2. Reação ao fogo do entrepiso em madeira

4.6.2.1. Reação ao fogo da face inferior do entrepiso

A face inferior do entrepiso constituída por barrotes autoclavados sobrepostos por chapa de OSB foi avaliada com relação a reação ao fogo no que diz respeito a propagação superficial de chama (ABNT NBR 9442) e desenvolvimento de fumaça (ASTM E 662), conforme item 3.2.1.3 da Diretriz SiNAT N°005 – Rev.03, sendo que os valores obtidos permitem seu enquadramento na Classe IIIA. Tal classificação libera sua utilização associada a locais internos da habitação, com exceção de cozinhas.

O forro do entrepiso é constituído por chapa de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com 12,5mm de espessura e, quando ensaiado conforme BS EN 13823:2010 enquadra-se na Classe IIA, atendendo às exigências estabelecidas pela Diretriz SiNAT N°005 - Rev.03, especialmente para elementos associados a espaços de cozinha.

Para unidades habitacionais unifamiliares (térreas ou sobrados) qualquer outro material que venha eventualmente a ser aplicado como forro do entrepiso nos demais ambientes (exceto cozinha) deve atender, no mínimo, à classe IIIA. No caso de unidades habitacionais multifamiliares de até quatro pavimentos, obrigatoriamente o forro dos entrepisos, em todos os ambientes, deve ser executado com camada dupla de chapa de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com 12,5mm de espessura.

4.6.2.2. Reação ao fogo da face superior do entrepiso

A face superior do entrepiso recebe contrapiso de base cimentícia revestido com placas cerâmicas. Por constituírem-se de produtos incombustíveis enquadram-se na Classe I e atendem às exigências estabelecidas na Diretriz SiNAT N°005-Rev. 03.

4.6.3. Resistência ao fogo dos painéis de parede

Foram realizados ensaios de resistência ao fogo conforme método estabelecido na ABNT NBR 5628 para paredes de geminação entre unidades habitacionais e para paredes internas da habitação, considerando-se a carga de projeto fornecida pelo proponente.

4.6.3.1. Resistência ao fogo da parede interna e de geminação entre unidades habitacionais

Foi realizado ensaio de resistência ao fogo em parede interna representativa da unidade habitacional. A parede ensaiada era composta quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, revestida em ambas as faces por chapas de madeira tipo OSB com 9,5mm de espessura, sobrepostas por chapas de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com espessura de 12,5mm, somente na face exposta ao fogo. A espessura total da parede ensaiada era de 134mm. O espaçamento entre montantes do quadro estrutural era de 600mm.

O programa de aquecimento foi conduzido mediante aplicação de carga axial de 2800kg/m, visando a reprodução das solicitações de serviço conforme determinado pelo proponente.

Adicionalmente, para casas térreas isoladas e geminadas, foi ensaiado corpo de prova composto por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, chapa de OSB de 9,5mm de espessura em uma face e uma camada de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em ambas as faces. A espessura total da parede ensaiada era de 123,5mm. O espaçamento entre montantes do quadro estrutural era de 600mm. A face voltada para o fogo foi a isenta de chapa de OSB.

O ensaio foi realizado conforme descrito na ABNT NBR 5628:2022 e na ABNT 16965:2022, e o corpo de prova recebeu carga distribuída de 0,52tf/m.

Os resultados dos ensaios indicam que os corpos de prova ensaiados apresentaram resistência ao fogo por um período de 30 minutos, permitindo sua classificação, no grau corta-fogo, como CF30.

Analogamente, considerando-se que as paredes de geminação são compostas por dois quadros estruturais justapostos (com espaço entre eles de no mínimo 5mm e no máximo 30mm), conformados por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm e chapas de OSB com 9,5mm nas duas faces, sendo os acabamentos em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face para as paredes de geminação entre áreas secas (salas) e, acabamento em chapa de gesso para *drywall* (do tipo RU) de 12,5mm de espessura revestida com placas cerâmicas para as paredes de geminação entre áreas molháveis (cozinha e lavanderia), conclui-se que o critério de resistência ao fogo de 30 minutos é atendido.

4.6.4. Resistência ao fogo do entrepiso em madeira

Foi realizado ensaio de determinação da resistência ao fogo conforme método estabelecido na ABNT NBR 5628.

A avaliação do entrepiso considerou corpo de prova representativo do sistema construtivo. O corpo de prova era conformado por barrotes de madeira de *Pinus C25*, tratados em autoclave com CCA e seção de 45mm x 190mm, espaçados entre si a cada 300mm. Sobre os barrotes foram aplicadas

chapas de OSB com espessura de 18mm. Sob o entrepiso, como forro, foi aplicada uma camada de chapas de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com 12,5mm de espessura. A carga distribuída foi de 2,55kN/m² (255kg/m²). O vão livre entre apoios do entrepiso ensaiado era de 3000mm.

Os resultados do ensaio indicam que o entrepiso ensaiado permitiu sua classificação, no grau corta-fogo, como CF30 em atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SiNAT N°005 – Rev.03.

Ressaltamos que no projeto avaliado, os entrespisos entre unidades habitacionais distintas do edifício, objeto deste documento, possuem forro em camada dupla de chapa de gesso para *drywall*, dispostas com juntas desencontradas. Da mesma forma, ocorre a disposição das camadas das chapas de gesso das paredes na interface com o forro (ver Figura 26) de forma a permitir a compartimentação do incêndio no ambiente de origem.

4.6.5. Resistência ao fogo das aberturas, *shafts* e tubulações (selagem corta fogo)

As aberturas existentes nos entrespisos, destinadas a passagem de prumadas de instalações elétricas e hidráulicas, são enclausuradas por meio de *shaft* composto por peças de madeira serrada e chapas de OSB revestidas por chapa de gesso para *drywall* do tipo RU com 12,5mm de espessura. Tal configuração atende ao tempo de resistência ao fogo requerido de 30 minutos, isentando a necessidade de selagem corta-fogo para as aberturas entre os entrespisos dos pavimentos, atendendo ao disposto na Diretriz SiNAT N°005 – Rev.03.

As perfurações para passagem de tubulações nas paredes de compartimentação são vedadas por meio de selantes corta-fogo com resistência ao fogo idêntica à requerida para as paredes (30 minutos), evitando que chamas possam entrar ou sair para o interior dessas paredes, através das juntas entre tubulações e parede ou pelas próprias tubulações.

As instalações da rede de distribuição de gás (GLP) não devem estar localizadas internamente aos elementos estruturais do sistema *light wood frame* (paredes e entrespisos) devido ao risco de vazamento e acúmulo de gás em espaço enclausurado, podendo ocasionar explosões. Também não é permitida a passagem de tubulação de gás embutida em contrapiso aplicado sobre o sistema de piso objeto deste documento.

Caso seja imprescindível que a rede de distribuição interna de gás passe por espaços fechados (internos a *shafts*), as tubulações devem passar pelo interior de dutos ventilados (tubo luva), mantendo-se distâncias adequadas de outras instalações, conforme item 7.2.2 da ABNT NBR 15526.

5. Controle da qualidade

Foram realizadas auditorias técnicas na fábrica e em obras, tanto em execução quanto acabadas e ocupadas, permitindo avaliar o desempenho global das unidades habitacionais e o comportamento potencialmente positivo do produto quanto ao controle da qualidade de produção e de seus elementos constituintes.

O proponente mantém controles necessários para a qualidade do processo de produção de seu produto por meio de instruções que contemplam critérios de aceitação para os principais materiais e componentes (peças de madeira serrada autoclavada, chapas de OSB, chapas de gesso para *drywall*, placas cimentícias, barreira impermeável à água e permeável ao vapor, mantas e membranas de impermeabilização, selantes corta-fogo, selantes para tratamentos de juntas – estanqueidade e elementos de fixação). Para as peças de madeira serrada são realizados controles quanto à identificação de espécie, retenção de CCA, teor de umidade e existência de anomalias intrínsecas a madeira (nós, veios, vazios, etc.). Para as chapas de OSB a comprovação dos requisitos de resistência à flexão, teor de umidade e inchamento é verificada por meio de ensaios de controle de produção realizados pelo fabricante, bem como por controles realizados pela APA (*American Plywood Association* -, entidade certificadora das chapas de OSB), além dos ensaios periódicos de verificação realizados por laboratório de terceira parte. Para as placas cimentícias a comprovação dos requisitos de resistência à flexão, absorção de água e variação dimensional, é realizada por meio de ensaios de controle da produção do fabricante, com validação desses controles realizados por laboratório de terceira parte. Para os elementos metálicos de fixação, a resistência à corrosão deve ser comprovada por meio de certificado de conformidade fornecido pelo fornecedor dos fixadores, que acompanha cada lote entregue a obra, ou por relatório de ensaio

realizado em laboratório de terceira parte. Para barreira impermeável à água e permeável ao vapor, selantes hidráulicos, selantes corta-fogo e chapas de gesso para *drywall* o controle é realizado mediante verificação da compatibilidade da ordem de compra com a nota fiscal e ensaios periódicos (por lote de fabricação) entregues pelos respectivos fabricantes.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada, no mínimo, 6 (seis) meses, para verificação dos controles realizados em fábrica e em obra. 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.

6. Fontes de informação

As principais fontes de informação são os documentos técnicos da empresa e os Relatórios Técnicos emitidos pelo IFBQ.

6.1. Documentos da empresa

- Projetos e detalhamentos executivos arquitetônicos, estruturais, instalações de hidráulica e de elétrica de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas e geminadas, sobrados geminados e unidades habitacionais multifamiliares (edifício com até 4 pavimentos);
- Projetos executivos de produção e de montagem;
- Memórias de cálculo;
- Fluxogramas da produção e da montagem;
- Instruções de trabalho e planilhas de recebimento de materiais e serviços;
- Manual de uso, operação e manutenção.

6.2. Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico de Avaliação - 015/2012 – IFBQ;
- Relatório Técnico de Avaliação - 001/2017 – IFBQ;
- Relatório Técnico - 004/2022 – IFBQ;
- Relatório de inspeção de campo – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°07/2014 (1ª Manutenção Periódica do DATec N°020) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°07/2015 (2ª Manutenção Periódica do DATec N°020) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°08/2015 (3ª Manutenção Periódica do DATec N°020) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°04/2016 (Pré-DATec) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°01/2017 (1ª Auditoria) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°04/2017 (2ª Auditoria) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°010/2018 - 1ª Manutenção Periódica do DATec N°020-C;
- Relatório de Auditoria Técnica N°003/2019 - 2ª Manutenção Periódica do DATec N°020-C;
- Relatório de Auditoria Técnica N°011/2019 - 3ª Manutenção Periódica do DATec N°020-C.
- Relatório de Auditoria Técnica N°03/2022 - 1ª Manutenção Periódica do DATec N°020-D;
- Relatório de Auditoria Técnica N°11/2022 - 2ª Manutenção Periódica do DATec N°020-D;
- Relatório de Auditoria Técnica N°04/2022 (Casas térreas – modelo C4.E) – IFBQ;
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/18/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda.. (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 5290/2016 LACTEC/PR (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes 38mm x 140mm);
- Relatório de Ensaio REL EC 01489/2022 LACTEC/PR (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 7098/2017-R1, LACTEC/PR (Resistência a impactos de corpo mole, corpo duro, peças suspensas e rede de dormir – 38mm x 89mm)

- Relatório de Ensaio REL DVPE 3767/2015-R1, LACTEC/PR (Resistência a impactos de corpo mole, corpo duro, peças suspensas e rede de dormir – 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/19/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Resistência à compressão – carga centrada para paredes de geminação);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/20/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes de geminação);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 6451/2016, LACTEC/PR, 06.09.2016 (Ensaio de desempenho estrutural em sistema de entepiso);
- Relatório de Ensaio REL EC 01483/2022, LACTEC/PR (Resistência a impactos de corpo-mole e de corpo-duro – face interna);
- Relatório de Ensaio REL EC 01488/2022, LACTEC/PR (Resistência a impactos de corpo-mole e de corpo-duro – face externa);
- Relatório de Ensaio REL EC 01481/2022, LACTEC/PR (Ensaio de cargas suspensas – face interna);
- Relatório de Ensaio REL EC 01482/2022, LACTEC/PR (ensaio de cargas suspensas – face externa);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/3/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Solicitações transmitidas por portas para as paredes – 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio REL EC 01465/2022, LACTEC/PR (Solicitações transmitidas por portas para as paredes – face interna); Relatório de Ensaio REL EC 01419/2022, LACTEC/PR (Solicitações transmitidas por portas para as paredes – face externa);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/14/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Estanqueidade na interface parede/janela);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 3776/2015-R1 – LACTEC – (Estanqueidade, choque térmico e resistência potencial de aderência à tração – juntas do tipo aparente e dissimulada);
- Relatório de Ensaio REL EC 01467/2022, LACTEC (Estanqueidade e choque térmico);
- Relatório de Ensaio REV/293.368/A/16, Resistência a umidade do sistema de piso, L.A. Falcão Bauer Ltda. 26.04.2016;
- Relatório de Ensaio REL EC 01417/2022, LACTEC (ensaio de verificação da estanqueidade de sistema de pisos de áreas molhadas);
- Relatório de Ensaio N°1293e/2016 (desempenho térmico considerando forro em réguas de PVC), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 2016;
- Relatório de ensaio N°1294e/2016 (desempenho térmico considerando forro em chapas de gesso), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 2016;
- Relatório de Ensaio N°1388b/2016 (avaliação de desempenho por simulação computacional de edificação de quatro pavimentos com forro em chapas duplas de gesso), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 2016;
- Relatório Técnico N°002/2022 – IFBQ (desempenho térmico por meio de simulação computacional – casas térreas);
- Relatório Técnico N°003/2023 – IFBQ (desempenho térmico por meio de simulação computacional – sobrados e edifícios);
- Relatório de Ensaio N°71995 – Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFSM/RS (Ensaio de isolamento sonora de fachada);
- Relatório de Ensaio N°71997 – Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFSM/RS (Ensaio de isolamento sonora de paredes geminadas entre dormitórios);
- Relatório de Ensaio N°97375, (diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$) para paredes duplas com 246mm de espessura), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 01.09.2015;

- Relatório de Ensaio N°784-1/2017 (diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa (fachada) do dormitório ($D_{2m,nT,w}$) com espessura nominal de 190mm), SENAI,17.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°14174-5/2016, (diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$) para paredes com 158mm de espessura), SENAI,17.11.2016;
- Relatório de Ensaio N°784-3/2017 (conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades) para paredes com 158mm de espessura), SENAI,09.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°784-2/2017 (diferença de nível ponderada ($D_{nT,w}$), entre os apartamentos 22 e 12 do bloco 02 (Leste) para entrepiso com 328,3mm mm de espessura), SENAI,17.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°14174-2/2016 (diferença de nível ponderada ($D_{nT,w}$), entre os apartamentos 23 e 13 do bloco 01 (Oeste) para entrepiso com 328,3mm mm de espessura), SENAI,17.11.2016;
- Relatório de Ensaio N°14174-3/2016 (determinação do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, ($L'_{nT,w}$), para entrepiso, SENAI, 17.11.2016;
- Relatório de Ensaio N°102598 (determinação do índice de redução sonora ponderada (R_w) para parede dupla com espessura de 263mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 01.06.2016;
- Relatório de Ensaio N°106626 (determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) para parede com espessura de 184mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 06.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°106627 (determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) para parede com espessura de 209mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 06.02.2017;
- Relatório de Ensaio N° 4918/2022, (determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) para painel de vedação vertical de fachada); Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance;
- Relatório de Ensaio N°1 038 697-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural – parede de geminação);
- Relatório de Ensaio N°0986/2015 – Instituto Tecnológico itt Performance – UNISINOS/RS (Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural – parede interna);
- Relatório Oficial SET 2015 - Laboratório do Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (Determinação da resistência ao fogo do entrepiso), 09.2015;
- Relatório de Ensaio N°1378/2016, Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural, Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 02.06.2016;
- Relatório de Ensaio N° 4927a/2022, Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural, Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 26.09.2022;
- Relatório de Ensaio N°1 045 345-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação do índice de propagação superficial de chama – chapa de OSB);
- Relatório de Ensaio N°1 045 792-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação da densidade óptica específica de fumaça – chapa de OSB);
- Relatório de Ensaio N°1 042 086-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação do índice de propagação superficial de chama – régua de PVC);
- Relatório de Ensaio N°1 022 853-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Verificação da incombustibilidade da lâ de escória e vidro);
- Relatório de Ensaio N°1 008 524-203 verificação da incombustibilidade, IPT, 22.04.2010;
- Relatório de Ensaio N°1377/2016 – Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil/itt Performance – Unisinos/RS (*SBI – single burning item*);

- Relatório de Ensaio N°1395/2016 – Determinação da reação ao fogo (Placa Cimentícia – junta aparente) conforme BS EN 13823:2001 – (SBI - Single Burn Item), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 07.07.2016;
- Relatório de Ensaio N°1396/2016, Determinação da reação ao fogo (Placa Cimentícia – junta dissimulada) conforme BS EN 13823:2001 – (SBI - Single Burn Item), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 07.07.2016;
- Identificação de espécie da Madeira – Laudo Técnico 007/16 – Universidade Federal do Paraná – Curitiba/PR;
- Relatório de Ensaio FACQ N°0071/17 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA – Madeira serrada II);
- Relatório de Ensaio FACQ N°1769/15 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA);
- Certificado de tratamento da madeira em autoclave – SOMAPAR, 06.06.2016;
- Relatório de Ensaio FACQ N°1017/16 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA-C);
- Especificação técnica para fornecimento de painéis tratados – SOMAPAR, julho de 2016;
- Ficha Técnica de Produto “Somacca – compensado de madeira” – SOMAPAR;
- Relatório de Ensaio N°3153 – SOMAPAR, 01.12.2016;
- Laudo de Análise – Osmose K33 C 60 – Montana Química S.A.;
- Determinação da densidade e tensão de compressão, LTM/UFPR;
- Relatórios de Ensaio FACQ N°428/16 e 432/16 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA);
- Relatório de Ensaio N°603.087/11-3 – Laboratório Técnico de Ensaio – SENAI – São José dos Pinhais/PR (Determinação da densidade básica e aparente e flexão da madeira maciça Pinus);
- Relatório de Ensaio de compressão da madeira – Laboratório Ciências da Madeira - Universidade Federal de Pelotas/RS;
- Relatório de Ensaio N°1008 855-203 – Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Determinação de resistência ao ataque de cupins de madeira seca em painéis de OSB);
- Relatório Técnico 126 415-205 – Laboratório de Madeira e Produtos Derivados/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Ensaio em chapas de OSB);
- Relatório de Ensaio N°1 023 275-203 – Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/ CETAC – IPT/SP (Determinação de isolamento sonora da lã de escória e vidro);
- Relatório de Ensaio N°1 024 640-203 – Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/ CETAC – IPT/SP (Determinação da condutividade térmica da lã de escória e vidro);
- Ficha Técnica Knauf Standard e Resistente à Umidade (chapa de gesso para *drywall*);
- Relatório de Ensaio N°1 011 459-203 – Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/ CETAC – IPT/SP (Determinação de permeabilidade ao vapor de água da barreira impermeável);
- Ficha Técnica *Typar – Weather Protection Systems* (Barreira impermeável);
- Ficha Técnica *Drykomanta AR* (Manta impermeabilizante);
- Documento N°1293/RT022 – Caracterização das placas cimentícias Decorlit, Tesis, setembro/2015;
- Documento N°293/RT016. – Caracterização da barreira impermeável, Tesis, agosto/2015;
- Documento N°1293/RT013 – Caracterização do LP OSB, Tesis, agosto/2013;
- Relatório de Ensaio REL DVPE 6680/2016 – Ensaio para caracterização de placa cimentícia – LACTEC-PR, 26.10.2016;

- Relatório Técnico N° 154 234-205 – IPT (Avaliação técnica do desempenho de piso de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro – PRFV para box, utilizado em edifícios *light wood frame*);
- Ficha Técnica Monopol® PU 25 – Viapol (Selante para preenchimento de juntas);
- Relatório de Ensaio N°1293/RT005 – TESIS (Ensaio de caracterização da argamassa de revestimento Decorlit (Base Coat));
- Boletim Técnico Massa Cimentícia Flex Decorlit (Massa para tratamento de juntas dissimuladas);
- Boletim Técnico Argamassa Base Coat Decorlit (Argamassa polimérica para tratamento de juntas dissimuladas);
- Boletim Técnico Fita Telada auto-adesiva Decorlit – 100mm e 1000mm de largura (Fitas para tratamento de juntas dissimuladas);
- Relatório de Ensaio N°142956 – Caracterização de argamassa – Sikawall 121 Dry Basecoat Nivelador;
- Relatório de Ensaio N°142957 – Determinação da deformação transversal – Sikawall 121 Dry Basecoat Nivelador;
- Ficha Técnica – *Tela Vertex R131 A101*– Saint Gobain Adfors America;
- Ficha Técnica – Isolamento em lã de vidro Wallfelt, ISOVER 2014
- Ficha Técnica Monopol® PU 25 – Viapol (Selante para preenchimento de juntas);
- Relatório de Ensaio REL DVEE 2711/2014 – LACTEC (Ensaio de névoa salina neutra para prego anelado e parafuso de fixação de placas cimentícias);
- Relatório de Ensaio N°14007816 – TECPAR (Ensaio de névoa salina neutra para cantoneiras metálicas);
- Relatório de Ensaio LAME 0214/2013 R1 - Ensaio de corrosão por exposição em câmara de névoa salina, LACTEC/PR, 21.11.2013;
- Relatório de Ensaio N°15002523 – Ensaio de corrosão por exposição em câmara de névoa salina, Instituto de Tecnologia do Paraná, 25.03.2015;
- Relatório de Ensaio REL EC 01420/22, LACTEC/PR (Ensaio de exposição dos dispositivos de fixação em câmara de névoa salina);
- Rapporto N°2012/165 – *Salt spray test – Sistemi di fissaggio Rothoblaas, MATED S.R.L.*, 17/08/2012;
- Rapporto N°2013/188Rev.0 – *Esposizione alla nebbia salina – HBS 690, MATED S.R.L.*, 19/12/2013
- Relatório de Ensaio N°15002462 – TECPAR (Ensaio de névoa salina neutra para parafuso SKS 9,5mm x 110mm);
- Relatório de Ensaio N°15002461 – TECPAR (Ensaio de névoa salina neutra para parafuso TBS 8mm x 160mm);
- Certificado de qualidade – Resistência a corrosão – Parafuso SF Placa OSB, Steel Products do Brasil Ltda., 02/04/2013
- Ficha técnica F457.de Knauf Sealing Membrane Katja Sprint, (manta impermeabilizante) Knauf, maio.2013;
- Ficha técnica de produto Classic Poliester – manta asfáltica, Viapol, 16.05.2016;
- Ficha técnica de produto Viabit – pintura de imprimação, Viapol, 16.05.2016;
- Ficha técnica de produto Viaplus 7000 - Revestimento impermeabilizante flexível com fibras sintéticas, Viapol, 30.06.2016;
- Ficha técnica de produto Mantex – malha de poliéster, Viapol, 08.01.2016.

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) o IFBQ 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, TECVERDE Engenharia 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 o IFBQ, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SiNAT
Brasília, DF, 23 de maio de 2023