

 <p>Rua Aquinos, 111 Água Branca 05036-070 - São Paulo/SP Tel/Fax (11) 3611-0833</p> <p>www.ifbq.com.br inovacons@falcaobauer.com.br</p>	<p>Produto “Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas (<i>light wood framing</i>) - MBTM”</p>	
<p>Emissão abril de 2021 Validade março de 2023</p>	<p>Proponente MBTM ENGENHARIA LTDA. Avenida Wilson Moreira de Santana, 251 – Subdistrito Fazenda Ipiranga – Jaguariúna/SP CEP. 13.919-899 Tel.: (11) 3111 – 2536 datec-lwf@tenda.com</p> <p>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA Instituto Falcão Bauer da Qualidade, IFBQ, e a decisão dos Técnicos Especialistas, conforme estabelece a Portaria nº 3.259/2020, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a Coordenação Geral do PBQP-H da Secretaria Nacional de Habitação resolveu conceder ao produto da MBTM o Documento de Avaliação Técnica Nº 042. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de unidades habitacionais térreas e sobrados, isolados e geminados, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</p>	<p>DATEC Nº 042</p>
<p>Limites da avaliação técnica do produto – Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas (<i>light wood framing</i>) – MBTM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para a avaliação do produto considerou-se como elementos inovadores as paredes externas, paredes internas e entrespisos formados por quadros estruturais em peças de madeira serradas autoclavadas; • Os componentes e elementos convencionais, tais como fundações, sistema de cobertura, chapas de gesso para <i>drywall</i>, placas cimentícias, caixilhos, instalações hidráulicas e instalações elétricas devem atender às normas técnicas correspondentes e foram analisados apenas na interface com as paredes, bem como a influência destes no desempenho do produto; • A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do produto em unidades habitacionais unifamiliares isoladas e geminadas (casas térreas e sobrados); • O desempenho térmico foi avaliado para as cidades representativas das 8 (oito) zonas bioclimáticas, considerando o sistema de cobertura descrito no item 4.2 deste documento; • O risco de condensação superficial foi avaliado conforme disposto no item 4.2.2 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, conforme descrito no item 4.3. deste documento; • A estanqueidade à água das juntas entre painéis de fachada e da interface das janelas com os painéis foi avaliada por meio de ensaios laboratoriais e análise de projeto. 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) e II (urbana). 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 Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas (*light wood framing*) – MBTM, objeto deste DATec, destina-se à produção de construção de unidades habitacionais unifamiliares isoladas e geminadas (casas térreas e sobrados), é constituído por estrutura em peças de madeira maciças serradas tratadas com fechamento em placas (chapas cimentícias, OSB e chapas de gesso para *drywall*).

As paredes são constituídas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm (montantes a cada 400mm para o pavimento térreo do sobrado e a cada 600mm para o pavimento superior do sobrado e para as casas térreas) e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces.

O entrepiso é constituído por quadros estruturais em peças de madeira serrada autoclavadas e barrotes (vigas) com espaçamento conforme projeto estrutural.

Os quadros estruturais que conformam as paredes e entrepisos do sistema leve em madeira da MBTM Engenharia Ltda. são produzidos por meio de ciclos padronizados nas respectivas linhas de produção da fábrica e são transportados para as obras sob demanda, onde a montagem desses é realizada com a utilização de equipamentos e ferramentas apropriadas. 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.

Todas as peças estruturais de madeira serrada do sistema construtivo são submetidas a tratamento químico sob pressão (autoclave), com produtos preservativos e retenções mínimas conforme a ABNT NBR 16143.

1.1. Condições e limitações de uso

O Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas (*light wood framing*) – MBTM destina-se ao emprego de unidades habitacionais unifamiliares isoladas e geminadas (casas térreas e sobrados).

Modificações nas paredes, como abertura de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou supressão de paredes não são permitidas sem autorização formal do 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 estruturais de madeira serrada a serem utilizadas nos sistemas de paredes e de 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 possuem 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, 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).

As peças de madeira serrada da estrutura do telhado devem atender as exigências das categorias de uso 2, 3 ou 4 da ABNT NBR 16143, sendo que as peças podem ter alta resistência natural ao ataque de organismos xilófagos, ou serem submetidas a tratamento químico sob pressão com produtos.

Além do tratamento das peças de madeira estruturais, das chapas de madeira de contraventamento e do entrepiso, detalhamentos de projeto 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 de projeção;

- b) Calçada externa ao redor da edificação, com largura no mínimo 100mm maior que a projeção horizontal do beiral;
- c) Pingadeiras nos peitoris de janelas;
- d) Inclinação mínima de 1% do piso da calçada em direção oposta a base da parede;
- e) Cota de nível do piso da calçada maior ou igual a 150mm em relação à cota da base da parede de fachada;
- f) Piso acabado do box em cota igual ou inferior a 15mm em relação à cota do piso acabado do banheiro (solução para o pavimento térreo). Opcionalmente, pode ser adotado componente de separação entre o piso acabado do box e o piso acabado do banheiro com altura mínima de 15mm. Pode ser utilizado piso pré-fabricado de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro – PRFV para box;
- g) Impermeabilização empregando mantas 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) 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;
- i) Utilização de mantas ou membranas de Impermeabilização na interface entre o piso e a parede de áreas molháveis (banheiro sem chuveiro/lavabo, cozinha e sacada coberta), até a altura de 200mm, antes da aplicação da camada de acabamento, e emprego de rodapés de material resistente à água impermeável de no mínimo 70mm de altura sobre as chapas de fechamento;
- j) Emprego de manta de impermeabilização na interface entre o piso e o ralo. Adicionalmente, o piso que contempla o ralo deve possuir inclinação de no mínimo 1% em sentido ao ralo;
- k) Emprego de barreiras impermeáveis à água e ao vapor nas paredes de banheiro com chuveiro, devendo estar posicionada sobre a chapa de fechamento da face da parede interna ao banheiro. Alternativamente, pode-se adotar um sistema de ventilação na unidade habitacional (natural ou forçada) que evite a concentração de vapor no banheiro, desde que a eficiência desse sistema de ventilação seja comprovada por meio de simulações em softwares específicos, como o Energyplus;
- l) Emprego 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;
- m) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em paredes que contenham cubas, lavatórios, pontos para torneira ou chuveiro. As dimensões do elemento de impermeabilização devem ultrapassar o equipamento em no mínimo 200mm (acima, a partir do piso, e laterais a partir do final do equipamento) para ambientes de áreas molháveis e molhadas (banheiro sem chuveiro/lavabo, cozinha e sacada coberta). No caso de vaso sanitário com caixa acoplada, deve ser prevista impermeabilização na parede, no mínimo 20cm além do ponto de entrada de água.
- n) 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;
- o) Utilização de contrapiso de base cimentícia (espessura de 40mm) moldado no local sobre os entrespisos e de filme de polietileno (lona plástica) sobre chapas de OSB ou chapas de compensado. No caso de áreas molhadas foi utilizado sistema de impermeabilização sobre o contrapiso.

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 15575:2013.

3. Informações e dados técnicos

3.1. Principais componentes, elementos e interfaces avaliados

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), com o produto preservativo arseniato de cobre cromatado (CCA). As Tabelas 01 e 02 apresentam, respectivamente, a caracterização das peças de madeira [1] e os valores de retenção de CCA [2] [3].

Tabela 01 – Caracterização dos componentes de madeira maciça utilizados nas paredes e entrepisos

Requisitos	Paredes		Entrepiso
	Montantes	Travessas	Barrotes
Densidade aparente (kg/m ³)	638	477	524
Classe de resistência à compressão paralela às fibras*	C30	C20	C20

*Atende à resistência característica mínima à compressão paralela as fibras, Classe C20, conforme Diretriz SiNAT Nº 005 Rev 03.

Tabela 02 – Retenção de produto preservativo – CCA

Amostra	Retenção de CCA (kg/m ³)*
Montante (38mm X89mm)	4,5
Travessa (45mm x 89mm)	4,4
Barrote (60mm x 150mm)	6,8

*Atende à retenção mínima para o produto CCA de 4,0kg/m³, conforme Diretriz SiNAT Nº 005 Rev 03.

Os quadros estruturais das paredes externas, internas e de geminação (em quadros duplos) apresentam montantes e travessas inferiores com seção de 38mm x 89mm e travessas superiores com seção de 45mm x 89mm.

O entrepiso apresenta contrapiso de base cimentícia com espessura de 40mm, chapa de OSB de 18mm de espessura, quadro estrutural formado por peças de madeira serrada e tratada por meio de autoclave com seção de 60mm x 150mm, denominados barrotes. As peças de madeira são fixadas entre si por meio de pregos metálicos (2,8mm x 80mm, com banho organometálico).

A seguir estão apresentadas as descrições das paredes e do entrepiso para casas térreas e sobrados avaliados neste documento:

- **paredes externas:** compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serradas de 38mm x 89mm (montantes a cada 400mm para o pavimento térreo do sobrado e a cada 600mm para o pavimento superior do sobrado e para as casas térreas) e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. O acabamento externo é realizado com auxílio da aplicação de barreira impermeável à água e permeável ao vapor sobre as chapas de OSB, placa cimentícia de 8mm, argamassa cimentícia “base coat” (espessura em 3mm a 5mm) e pintura texturizada de base acrílica (Figura 01).

O acabamento interno das paredes externas (Figura 02) é composto por chapa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura aplicadas sobre as chapas de OSB de 9,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 132mm. As juntas entre chapas de gesso são dissimuladas e recobertas com massa e fita celulósica para *drywall*.

As placas cimentícias com 8mm de espessura são fixadas às chapas de OSB por meio de grampos metálicos (2,00mm x 55mm – eletro galvanizados) e a fixação das chapas de gesso às chapas de OSB por meio de meio de grampos metálicos (1,55mm x 50mm - eletro galvanizados).

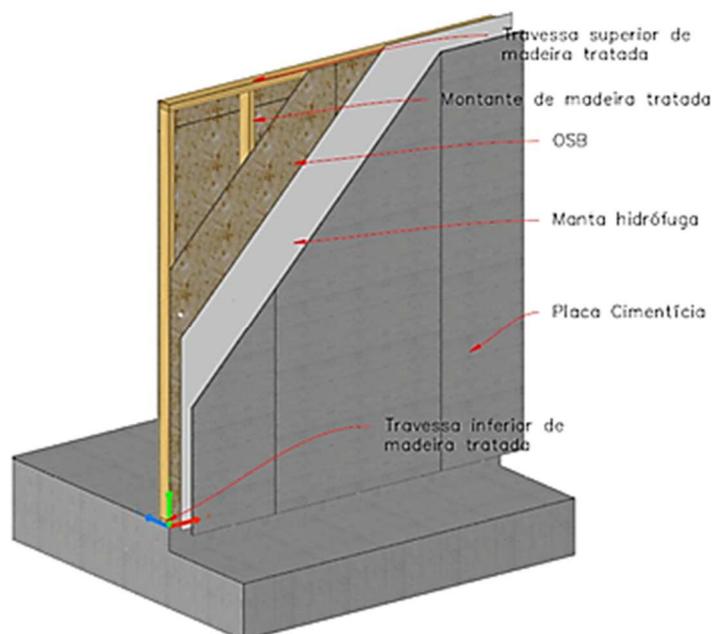


Figura 01 – Detalhes da face externa da parede.

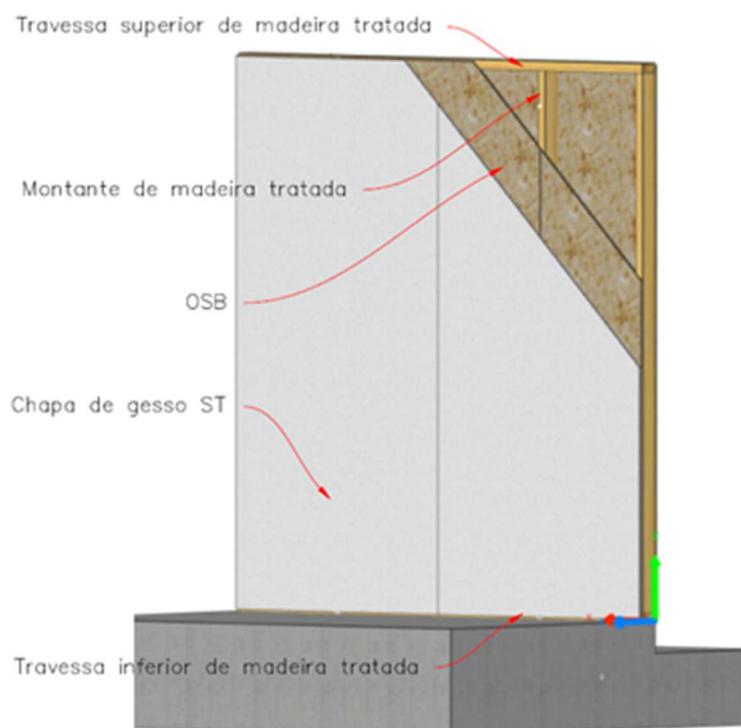


Figura 02 – Detalhes da face interna da parede.

- paredes internas: compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm (montantes a cada 400mm para o pavimento térreo do sobrado e a cada 600mm para o pavimento superior do sobrado e para as casas térreas) e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. O acabamento interno das áreas secas é realizado com uma camada de chapa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 133mm. As faces das paredes das áreas molhadas (banheiro) recebem

barreira permeável ao vapor e impermeável a água entre a camada de OSB e de gesso para *drywall*, que em áreas molhadas e molháveis (cozinha, lavanderia), são do tipo RU com 12,5mm de espessura, revestidas com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante em diferentes alturas;

- **paredes duplas de geminação:** são justapostas e compostas por dois quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm (montantes a cada 400mm para o pavimento térreo do sobrado e a cada 600mm para o pavimento superior do sobrado e para as casas térreas), fechamento em chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces de cada um dos quadros. As duas paredes são separadas por um vão de 16mm entre suas faces internas (Figura 03).

As faces das paredes voltadas para o interior dos ambientes são revestidas com chapas de *drywall* de 12,5mm de espessura fixadas às chapas de OSB, as juntas entre as placas de *drywall* são tratadas com fitas celulósicas e massa para tratamento de juntas para *drywall*.

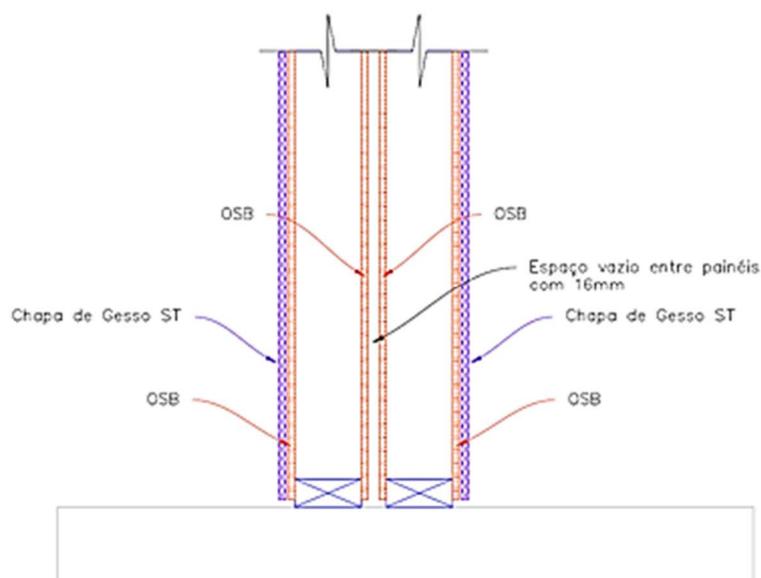


Figura 03 – Detalhes da parede dupla de geminação.

- **entrepisos:** são formados por quadros estruturais em peças de madeira serrada autoclavadas e barrotes (vigas) com espaçamento conforme projeto estrutural. O fechamento da face superior do entrepiso é realizado em chapas de OSB (18mm de espessura). Sobre as chapas de OSB é aplicado contrapiso de base cimentícia com espessura de 40mm. Para a área molhada (banheiro) o acabamento é realizado em revestimento de placas cerâmicas assentadas com argamassa industrializada do tipo ACII. Na face inferior recebe placa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura.
- **cobertura:** constituída de estrutura de madeira autoclavada, telhado em telhas de concreto, apresentando beiral de 600mm de projeção horizontal, forro em chapas de gesso para *drywall* (Tipo ST com 12,5mm de espessura) e, somente para os sobrados, material isolante térmico com espessura de 100mm e com condutividade térmica da ordem de 0,045 W/(m.K) posicionada sobre o forro.

A base dos quadros estruturais do pavimento térreo, na interface com a fundação, é envelopada por manta asfáltica impermeabilizante (manta betuminosa) até a altura de 200mm em ambos os lados.

A Figura 04 apresenta de forma esquemática o envelopamento da base das paredes estruturais de pavimentos térreos.

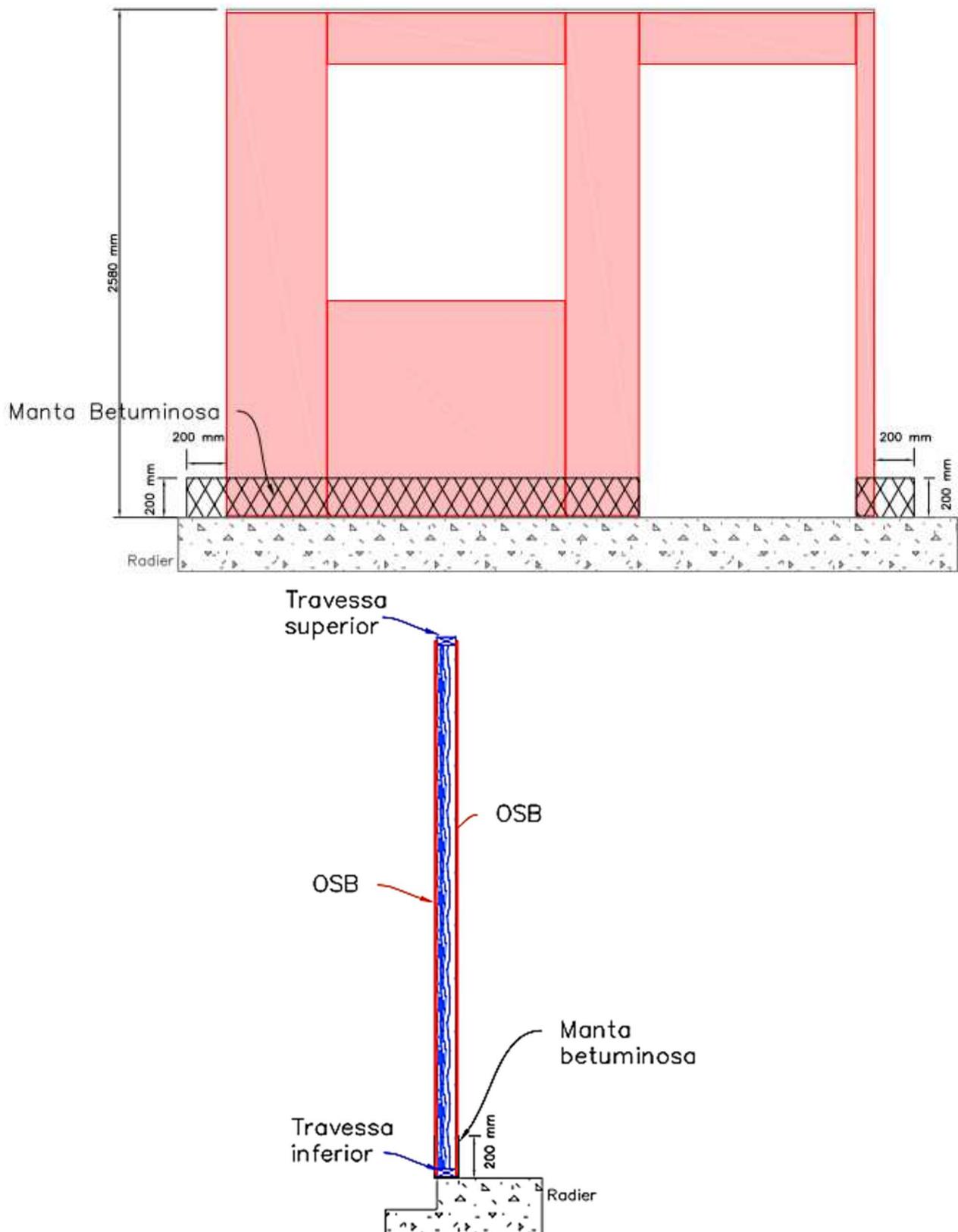


Figura 04 – Envolvimento da base dos painéis estruturais.

Nas áreas molháveis (cozinha e molhada (banheiro e área de serviço)) são utilizadas chapas de gesso para *drywall* do tipo Resistentes à Umidade (RU) com acabamento em revestimento cerâmico e/ou pintura acrílica. A impermeabilização da interface entre o piso e a parede é realizada por meio de membrana de impermeabilização até altura de 200mm do piso acabado. Nas paredes que

possuem instalações hidráulicas, a membrana de impermeabilização é aplicada do piso até a altura de 200mm acima do ponto de hidráulica mais alto.

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 [4] [5]. O índice de umidade das mesmas deve ser de no mínimo 2% e no máximo de 12%. O ensaio realizado aponta resultado de índice de umidade de 6% [6].

c) 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 Densidade de fluxo de vapor d'água (método úmido) $2,43 \times 10^{-6} \text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ (42,48US Perm) e gramatura de 61,03g/m² [7] [8] [9]. A barreira impermeável é fixada nas chapas de OSB por meio de grampos.

d) Membrana impermeável

Para a impermeabilização do banheiro do sobrado, situado no pavimento superior que é constituído por entrepiso de madeira, utiliza-se manta líquida à base de copolímero acrílico (Figura 05).



Figura 05– Aplicação da membrana impermeável nas paredes e piso do banheiro (sobrado).

Para a impermeabilização da cozinha, da área de serviço e do banheiro das casas térreas e da cozinha e da área de serviço situados no pavimento térreo dos sobrados, utiliza-se revestimento em argamassa polimérica flexível de base acrílica (membrana de polímero acrílico com cimento) (Figura 06).





Figura 06– Impermeabilização da cozinha e área de serviço com argamassa polimérica flexível de base acrílica (sobrado).

e) Revestimento dos quadros estruturais das paredes

O sistema de vedação vertical é composto por três tipos de chapas de revestimento: placas cimentícias classe A de 8mm de espessura, densidade de 850kg/m³ e variação dimensional de ± 2 mm/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 03);

Tabela 03 – Acabamentos aplicados sobre o revestimento dos quadros estruturais das paredes

Ambiente	Tipos de revestimento	Acabamento da superfície
Externo	Placa cimentícia - classe A	Base coat, selador acrílico e textura acrílica
Interno em áreas secas	Chapa de gesso para <i>drywall</i> tipo ST	Pintura PVA
Interno em área molhável (cozinha)	Chapa de gesso para <i>drywall</i> tipo RU	Faixa com 20cm de revestimento cerâmico sobre a pia da cozinha e tanque da área de serviços.
Interna em área molhada (banheiro)		Barreira impermeável à água e permeável ao vapor d'água entre a chapa de OSB e a chapa de gesso para <i>drywall</i> – RU. Revestimento cerâmico do piso ao teto no box e até 1500mm de altura nas demais paredes do banheiro.

f) Placas cimentícias

As placas cimentícias são enquadradas quanto ao uso na classe A (uso externo e interno em áreas molháveis) e apresentam características conforme Tabelas 04 e 05 [10] [11].

Tabela 04 – Caracterização das placas cimentícias

Requisitos	Caracterização
Classificação	A
Espessura média (mm)	8,18
Densidade aparente (g/cm ³)	1,3
Variação dimensional do comprimento (%)	0,14
Variação dimensional da espessura (%)	2,25
Reação ao fogo	Incombustível

Tabela 05 – Resistência à tração na flexão (longitudinal e transversal)

	Envelhecimento acelerado por imersão/secagem (MPa)	
	Envelhecido	Saturado
Resistência à tração na flexão longitudinal	7,96	7,74
Resistência à tração na flexão transversal	12,7	12,82
	Envelhecimento acelerado por imersão em água quente (MPa)	
	Envelhecido	Saturado
Resistência à tração na flexão longitudinal	12,88	8,1
Resistência à tração na flexão transversal	21,22	12,74

g) Tratamento de juntas entre placas cimentícias

O tratamento de juntas entre placas cimentícias é realizado com aplicação de argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*) nas juntas das placas cimentícias e, na sequência, aplicação de faixa de 200mm 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 álcali-resistente com largura de 1000mm. Em seguida promove-se solidarização da tela à argamassa polimérica (*base coat*) com o auxílio de desempenadeira lisa, finalizando o cobrimento total da tela, somando espessura média de 3mm a 5mm (Figura 07).

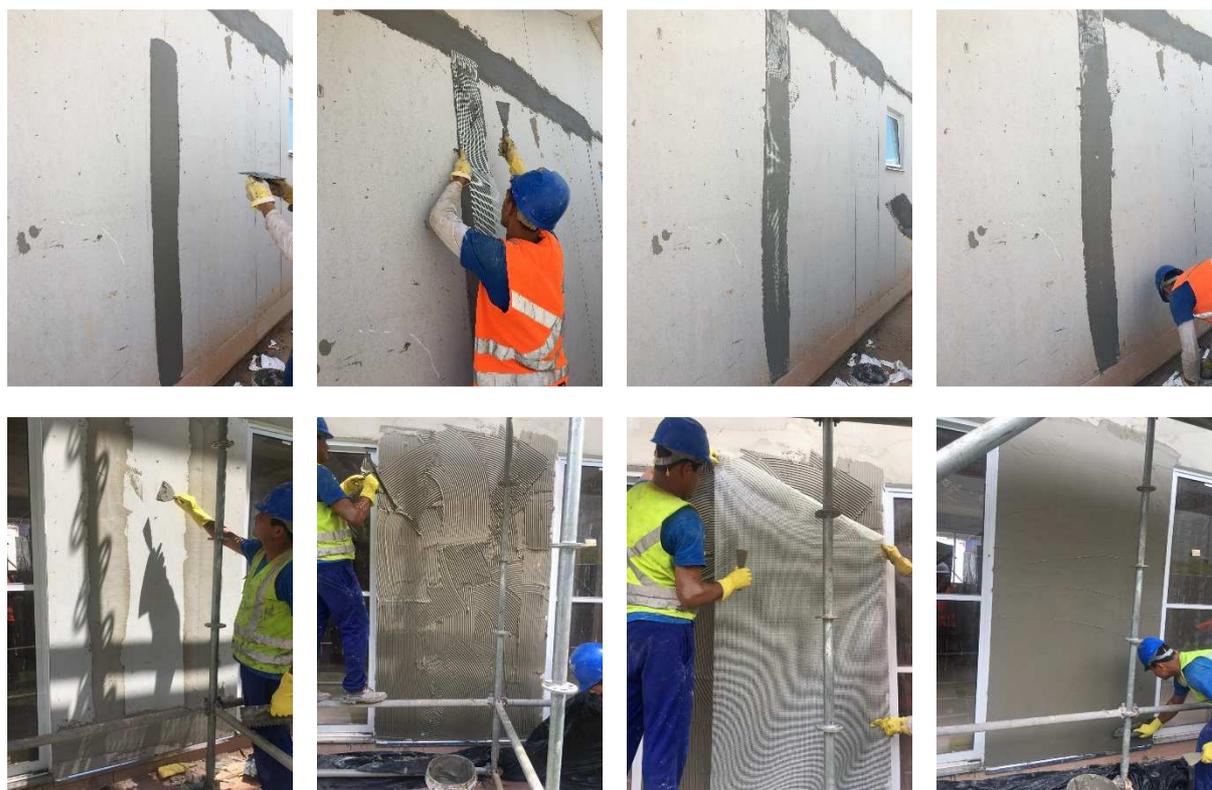


Figura 07 – Tratamento das juntas entre placas cimentícias e tratamento da fachada.

A Tabela 06 apresenta a caracterização da argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*) [12].

Tabela 06 – Características da argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*)

Requisitos	Caracterização
Retenção de água (%)	99%
Teor de ar incorporado (%)	33%
Densidade de massa no estado fresco (kg/m ³)	1367
Densidade de massa no estado endurecido (kg/m ³)	1262
Resistência à tração na flexão aos 28 dias (MPa)	4,7
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	7,8
Resistência potencial de aderência à tração (MPa)	1,56
Coefficiente de capilaridade (g/dm ² .min ^{1/2})	0,21
Permeância ao vapor d'água (E-10 (kg/(m ² .s.Pa)))	7,50
Módulo de deformação dinâmico (MPa)	6433
Variação dimensional aos 28 dias (mm/m)	-2,92

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

Sobre a fundação, onde são alocadas as paredes, aplica-se impermeabilizante de base betuminosa (Figura 08). Quando necessário, são distribuídos niveladores plásticos e aplicada argamassa do tipo AC-II entre os mesmos, previamente à colocação dos painéis de parede (Figura 09).

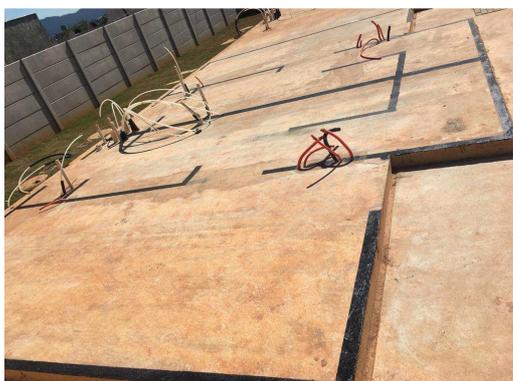


Figura 08 – Detalhe da impermeabilização de base betuminosa na fundação.



Figura 09 – Niveladores plásticos e argamassa.

A fixação da base dos quadros estruturais das paredes ao elemento de fundação é realizada com o auxílio de dispositivos metálicos em “L” (45mm de largura, 150mm de altura – fixação junto ao quadro estrutural e 50mm de dobra – fixação junto à fundação), os quais são fixados junto a madeira que compõe a base do quadro do painel (prego anelado 4mm x 40 mm) e junto ao radier (chumbador 3/8" x 3") (Figura 10). O dimensional e o espaçamento entre chumbadores é definido considerando o cálculo estrutural. A interface entre a parede de fachada e a fundação recebe pingadeira em chapa de aço galvanizado (Figura 11).

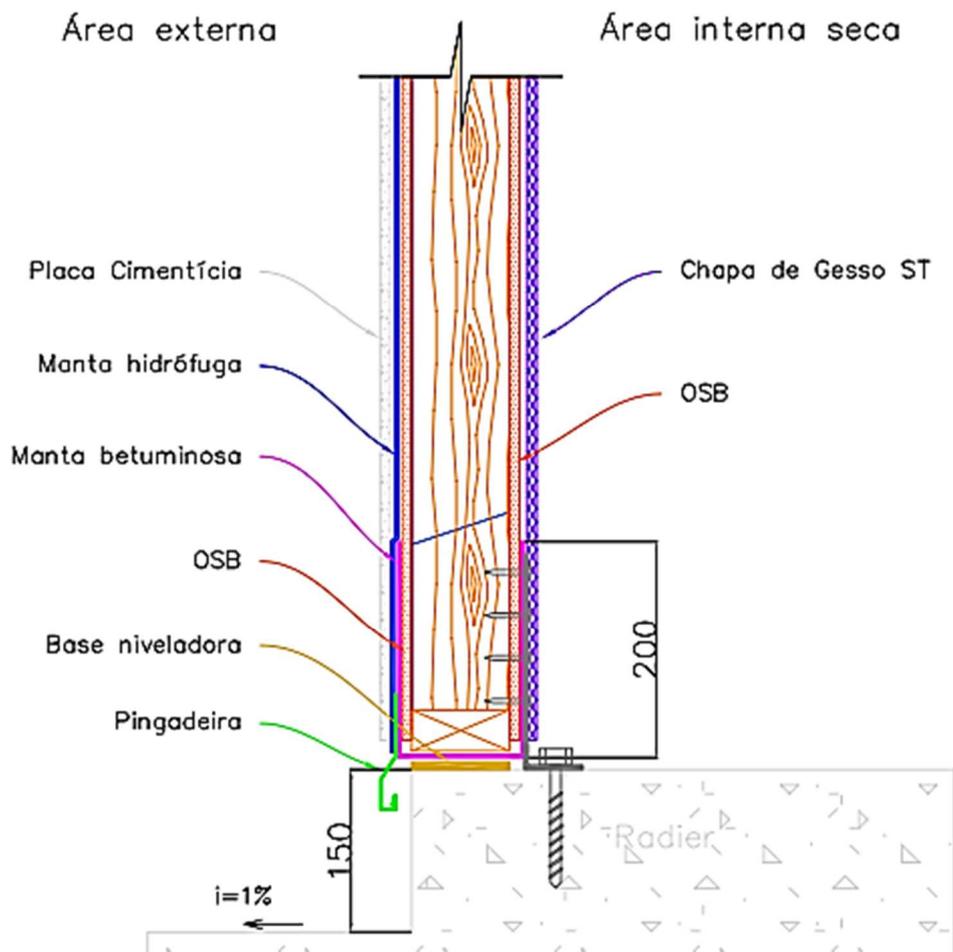


Figura 10 – Detalhe da fixação da parede externa no elemento de fundação.



Figura 11 – Pingadeiras metálicas.

h.1) interface entre os quadros estruturais das paredes e piso (radier) – áreas molhável e molhada.

Na interface entre o quadro estrutural das paredes e o piso nas áreas molhadas (área de serviço e do banheiro) e molhável (cozinha), situados no pavimento térreo dos sobrados e nas casas térreas, utiliza-se nos encontros entre paredes e entre paredes e piso, entre o delimitador do box (ardósia) e o piso e junto às interfaces de saídas de esgoto (ralos e bacias sanitárias) e abastecimento de água, tela de reforço em fibra de vidro fixada com argamassa polimérica flexível de base acrílica (membrana de polímero acrílico com cimento) (Figuras 15 e 16). Na sequência, a mesma membrana

é aplicada por todo o piso, conformando barrado de 200mm junto às paredes e nas paredes em diferentes alturas, de modo a ultrapassar em 200mm os pontos de abastecimento de água.

O revestimento cerâmico é aplicado em todo o piso das áreas molhadas e molháveis, e do piso ao teto nas paredes que delimitam a região do box. Nas demais paredes do banheiro o revestimento cerâmico é aplicado até a altura de 1,50m, sendo complementado com pintura acrílica. Na cozinha e área de serviço, aplica-se faixa de revestimento cerâmico sobre a pia da cozinha e o tanque da área de serviço.

h.2) interface entre os quadros estruturais das paredes e piso (radier) – áreas secas

O piso das áreas secas dos pavimentos térreos é entregue na fundação do tipo radier (Figura 12).



Figura 12 – Interface entre quadros estruturais e piso das áreas secas.

i) Interface entre os quadros estruturais das paredes com o entrepiso (sobrado)

Os painéis de entrepisos são alinhados de acordo com as travessas superiores das paredes do pavimento inferior. A fixação do entrepiso nas travessas superiores das paredes é executada com parafuso metálico de cabeça escareada 8mmx260mm. A fixação das paredes do pavimento superior ao entrepiso é realizada por meio de cantoneiras metálicas de ancoragem (45mm de largura, 150mm de altura – fixação junto ao quadro estrutural e 50mm de dobra – fixação junto ao entrepiso), fixados junto a madeira que compõe a base do quadro estrutural do painel (prego anelado 4mm x 40mm) e junto ao entrepiso (parafuso estrutural de cabeça escariada com diâmetro 8mmx120mm).

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 13 apresenta o detalhe da fixação do entrepiso na parede do pavimento inferior e do painel de parede sobre o entrepiso.

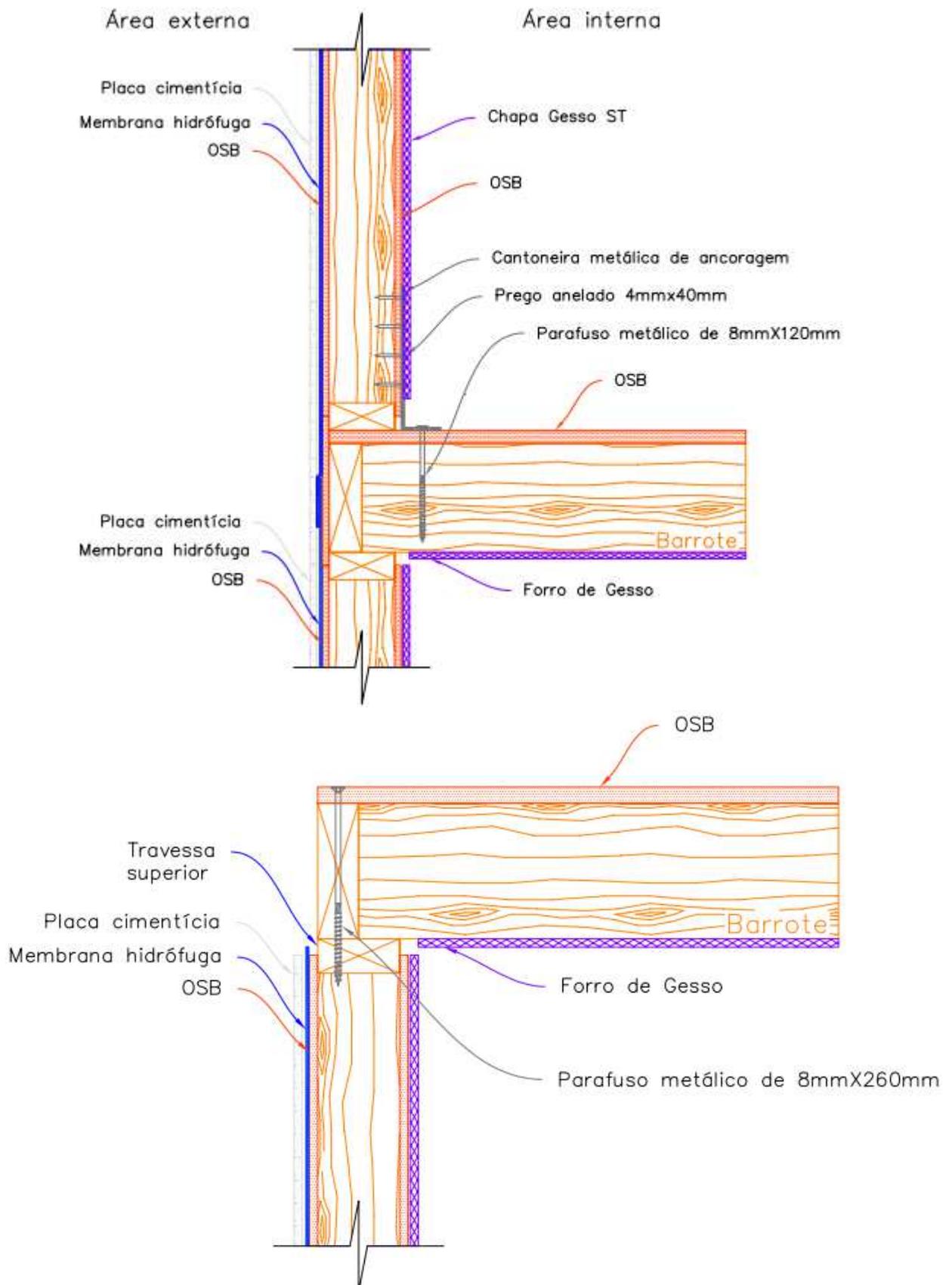


Figura 13 – Detalhe da ancoragem do entrepiso.

i.1) interface entre os quadros estruturais das paredes e entrepiso – área molhada (banheiro piso superior)

Na área molhada (banheiro – piso superior sobrado) o quadro estrutural do entrepiso é composto por barrotes de madeira serrada e por chapa de OSB. Sobre as chapas de OSB é disposta lona plástica (filme de polietileno). Na interface entre a base das paredes e o contrapiso é aplicada tira de dilatação em EPS (10mm de espessura e 50mm de altura). Na sequência é lançado o contrapiso de base cimentícia com 40mm de espessura. Após a cura do contrapiso, nos encontros entre paredes e entre paredes e contrapiso, entre o delimitador do box (ardósia) e o contrapiso e junto às interfaces de saídas de esgoto (ralos e bacias sanitárias), com o contrapiso é aplicada fita flexível de reforço de canto com auxílio da manta líquida de copolímero acrílico (Figuras 15 e 16). Na sequência, a mesma manta acrílica é aplicada por todo o piso e nas paredes em diferentes alturas, de modo a ultrapassar em 200mm os pontos de abastecimento de água.

O revestimento cerâmico é aplicado em todo o piso do banheiro e do piso ao teto nas paredes que delimitam a região do box. Nas demais paredes o revestimento cerâmico é aplicado até a altura de 1,50m, sendo complementado com pintura acrílica.

A Figura 14 apresenta de modo esquemático os detalhes das interfaces e impermeabilizações.

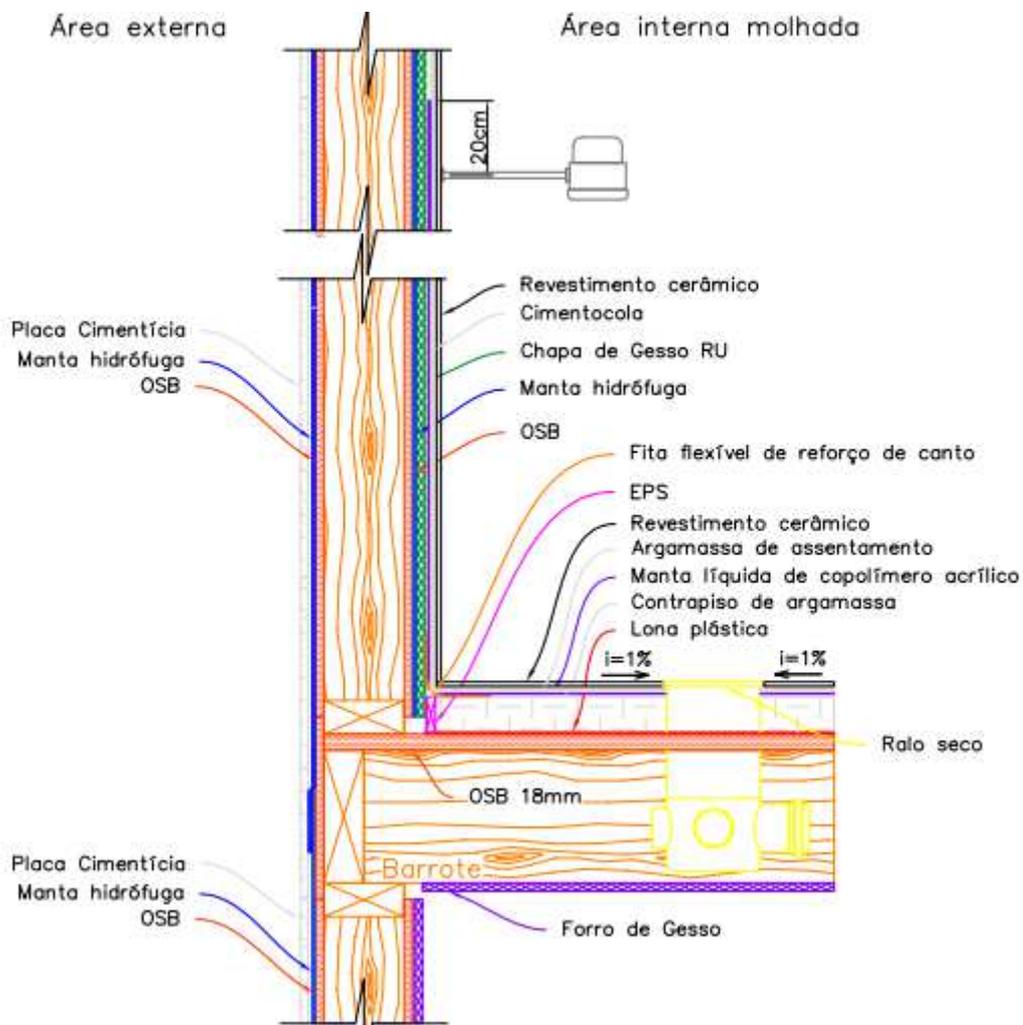


Figura 14 – Desenho esquemático da interface da base da parede externa e entrepiso – área molhada (box).



Figura 15 – Aplicação de telas de reforço na região do ralo.



Figura 16 – Aplicação de manta líquida de copolímero acrílica – região do box.

i.2) interface entre os quadros estruturais das paredes e entrepiso (sobrado) – áreas secas

Sobre as chapas de OSB do entrepiso e contrapiso é aplicada tira de dilatação em EPS (10mm de espessura e 50mm de altura). Na sequência é lançado o contrapiso de base cimentícia com 40mm de espessura (Figura 17).

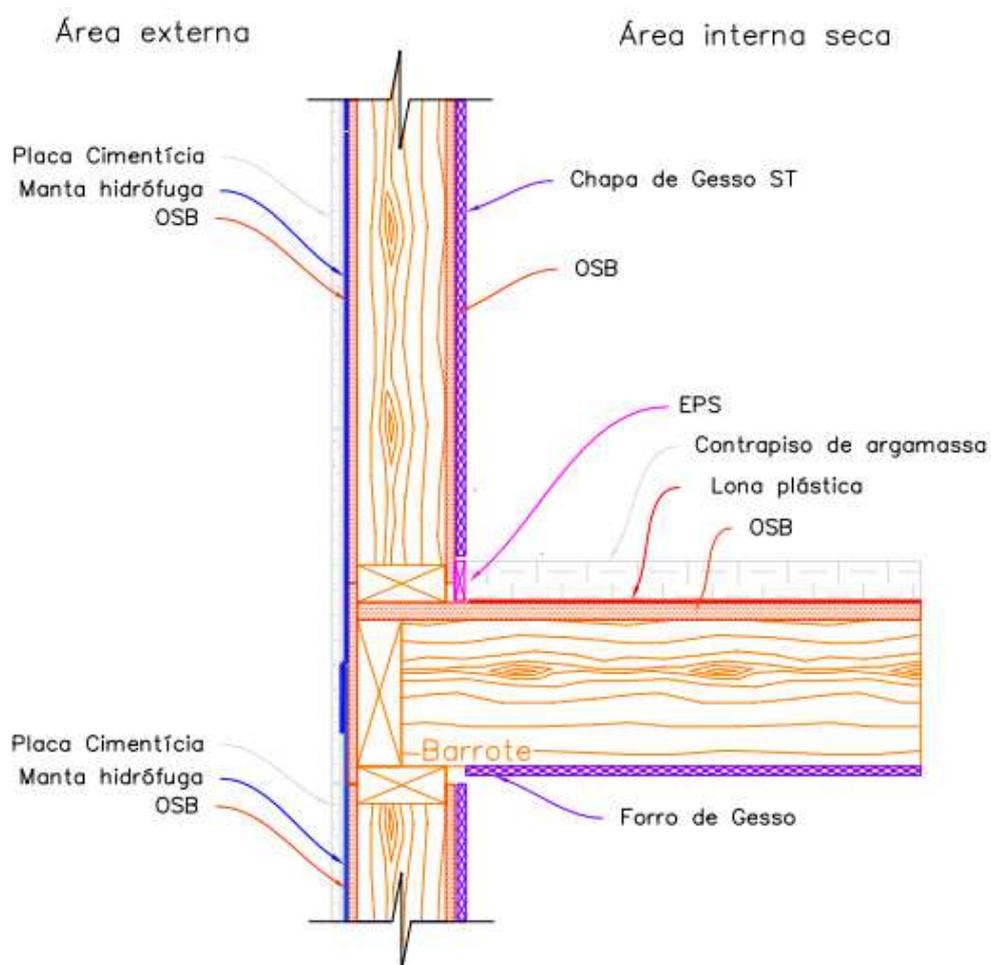


Figura 17 – Interface entre quadros estruturais das paredes e entrepiso – dormitório sobrado.

j) Interface entre os quadros estruturais das paredes e esquadrias

Conjunto de folha de porta e batente em madeira: os batentes são fixados aos montantes com parafusos metálicos do tipo *chipboard* com cabeça chata (4,5mm x 60mm). A junta entre batente e o painel é finalizada com aplicação de guarnição de madeira clicada (Figura 18).

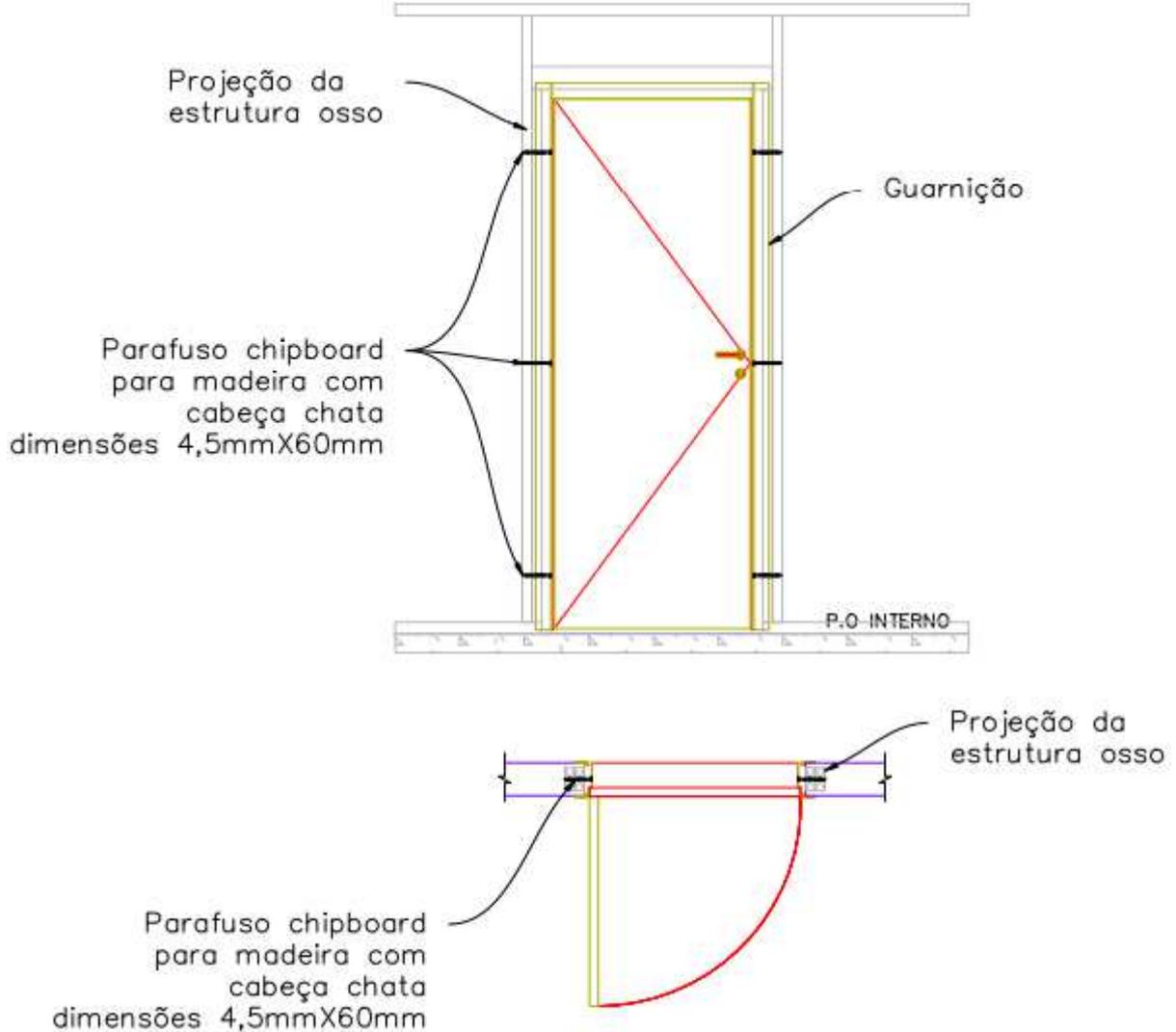
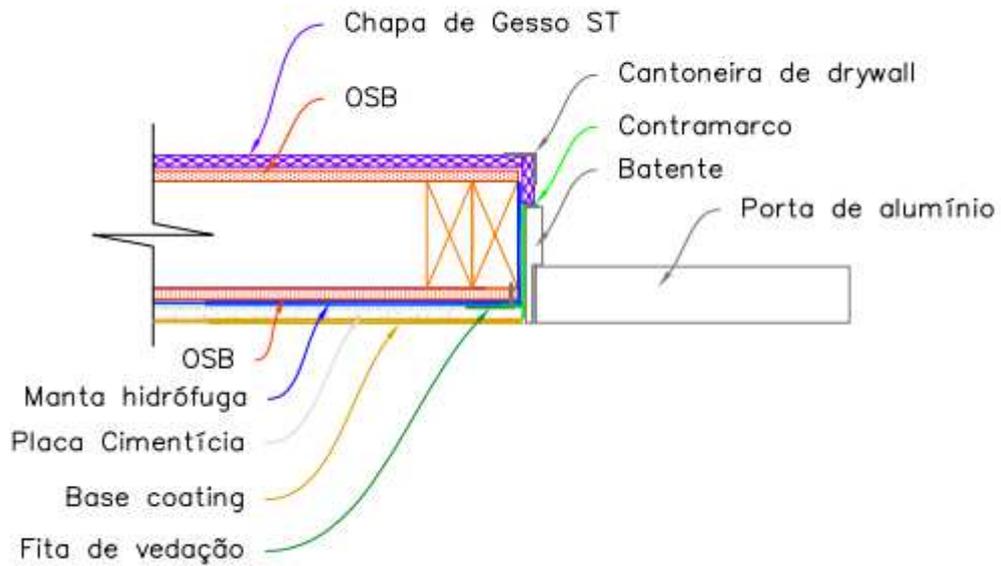


Figura 18 – Detalhe da fixação da porta de madeira.

Conjunto de folha de porta e batente em alumínio: os vãos de portas externas recebem contramarco em alumínio fixado por meio de parafusos metálicos com dimensões de (4,8mm x 50mm), 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).

Área interna seca



Área externa

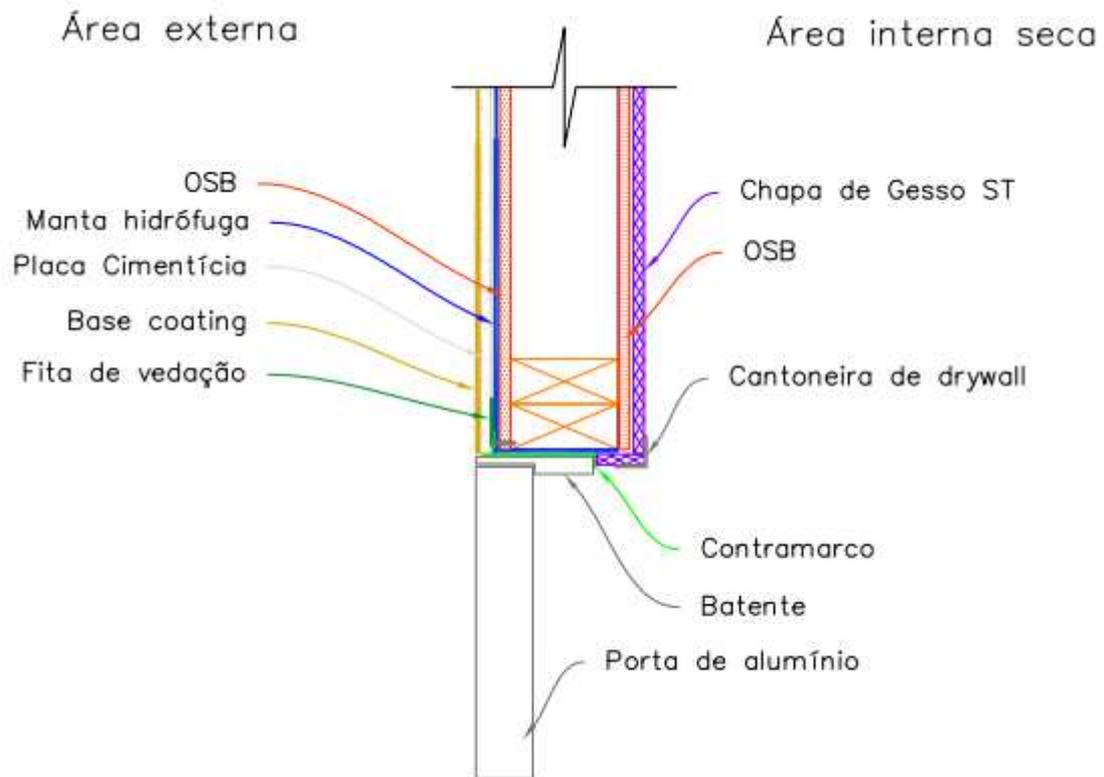


Figura 19 – Detalhe de batente e guarnições de 500mm internas.

Janela em alumínio: os vãos de janelas recebem contramarco em alumínio fixado por meio de parafusos metálicos nas dimensões (4,2mm x 50mm) (Figura 20), sendo a vedação entre contramarco e o quadro estrutural da parede viabilizada por meio de fita adesiva aplicada em todo o perímetro (face externa). Ressalta-se que o conjunto de esquadria, composto por contramarco, janela e pingadeira (inclinação de 3%), é instalado em fábrica (Figura 21).

As vedações finais são realizadas em obra utilizando selante de base PU (Figura 22).

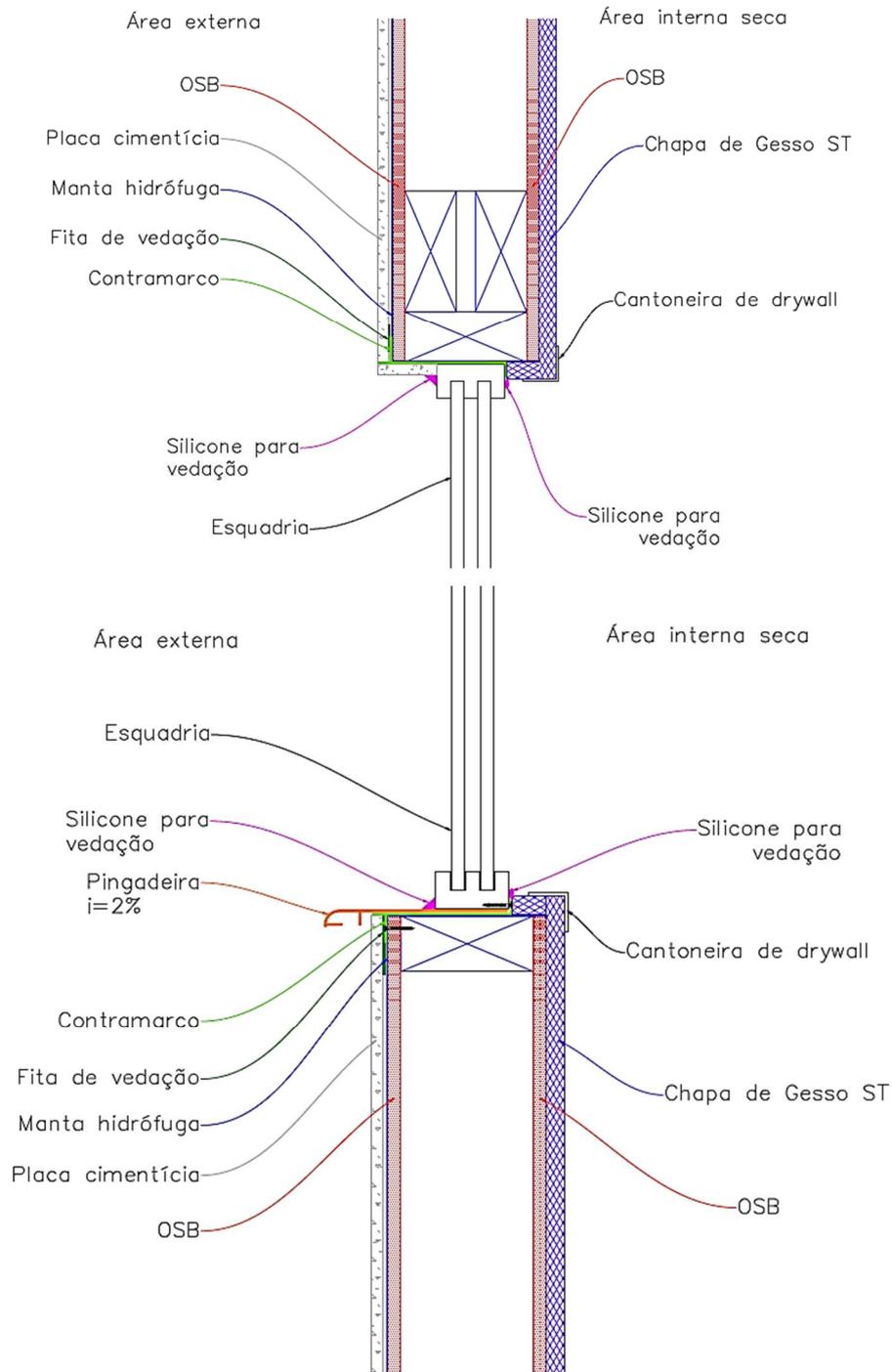


Figura 20 – Detalhe de fixação de janela em alumínio (detalhe superior e detalhe inferior).

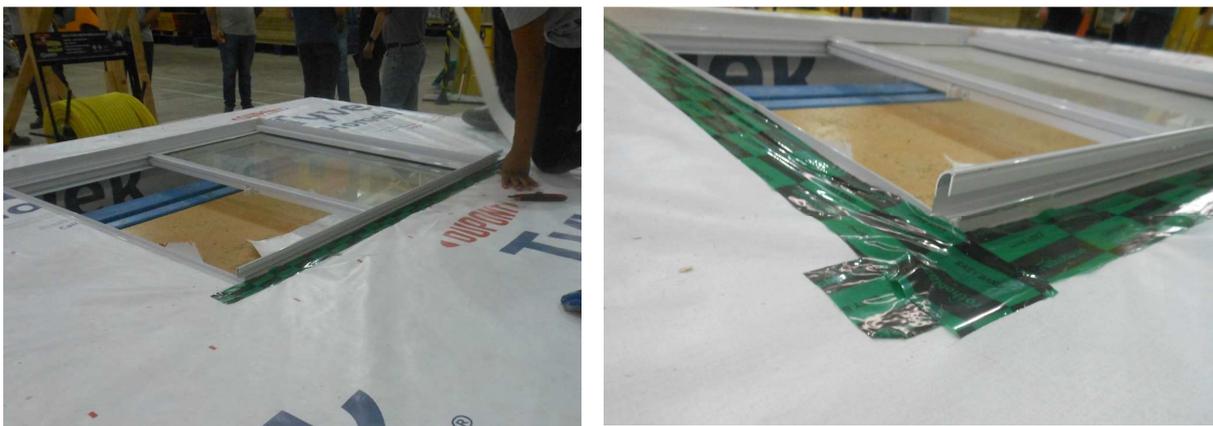


Figura 21 – Aplicação de fita adesiva no perímetro das esquadrias.



Figura 22 - Detalhe das esquadrias metálicas (peitoral e selagem em PU).

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

Os ramais de distribuição de água de abastecimento (sistema PEX) são viabilizados por meio de shafts e fixados por meio de cinta plástica. As tubulações de hidrossanitárias (esgoto e abastecimento de água fria) são alocadas em shafts, externamente às paredes (Figura 23).

As tubulações de hidrossanitárias (esgoto e abastecimento de água fria) são externas às paredes (Figura 24). Podem ser viabilizadas por meio de *shafts* ou protegidas por carenagens plásticas.



Figura 23 – Detalhe das tubulações sanitárias.



Figura 24 – Banheiro - Tubulação hidráulica externa, *shaft* e chapa de gesso para *drywall* tipo RU.

As instalações elétricas e de telefonia ocorrem internamente às paredes, entrepiso 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, barrotes e na estrutura da cobertura.

As caixas e quadros de elétrica são embutidos nos painéis de parede, sendo esses protegidos por lâ de rocha (densidade de 32kg/m³ e espessura de 100mm) em sua porção interna.

O suprimento de gás combustível é viabilizado por meio de botijões individuais alocados externamente à edificação.

3.2. Procedimento de execução

O processo de produção dos painéis de parede e de entrepiso 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 entrepiso são devidamente acomodados em *rack* com identificações e, para o carregamento do caminhão, utiliza-se plano de carregamento disponibilizado na plataforma de embarque.

3.2.1. Produção dos quadros estruturais das paredes 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 e para as chapas de OSB, chapas de gesso para *drywall* e placas cimentícias; estação de montagem para as treliças (sistema de cobertura) e estação de montagem para as paredes. Içamento e armazenamento para destinação final.

3.2.2. Produção dos quadros estruturais dos entrepisos na unidade fabril

- a) Montagem dos quadros estruturais dos entrepisos com peças de madeira serradas autoclavadas;
- b) Face superior do entrepiso:
 - Fixação das chapas de OSB sobre quadro estrutural.

3.2.3. Processo de montagem em obra

- Execução do elemento de fundação;
- Alocação das paredes: a porção do elemento de fundação, onde são alocadas as paredes, recebe aplicação de pintura de base betuminosa;
- Montagem das paredes: os painéis são posicionados sobre niveladores plásticos (quando necessário) e argamassa do tipo AC-II e alinhados sobre a fundação ou entrepiso. Os painéis alocados no piso térreo são posicionados sobre base impermeabilizada com pintura de base betuminosa (Figura 25). 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. Ao final da montagem das paredes, são verificadas as medidas das diagonais inferiores e superiores do quadrilátero, caso necessário, são realizados ajustes.

Após a verificação das diagonais e esquadros, os painéis de parede são fixados ao elemento de fundação por meio de dispositivos metálicos em "L" (Figura 26), os quais são fixados junto a madeira que compõe a base do quadro do painel (prego Anker 4mm x 40 mm) e junto ao radier (chumbador 3/8" x 3").



Figura 25 – Posicionamento dos painéis sobre impermeabilizante de base betuminosa e niveladores (interface radier e base das paredes).



Figura 26 – Detalhe da barreira impermeável a água e permeável ao vapor sob a placa cimentícia.



Figura 27 – Fixação do quadro estrutural de entrepiso na fundação.

- Entrepiso: a sequência de montagem do entrepiso segue o previsto no projeto executivo, onde os mesmos são apoiados sobre as paredes. A tubulação de elétrica proveniente das paredes não é afetada pela interface com o entrepiso (Figuras 28).



Figura 28 – Fixação do entrepiso sobre paredes do pavimento inferior – sobrado.

- Sistema de cobertura: em estrutura de madeira, telhas de concreto e beiral (600mm de projeção horizontal). Utiliza-se forro composto por chapa de gesso para *drywall* (tipo ST, espessura 12,5mm), sendo que no sobrado existe sobreposição de lã de rocha com 100mm de espessura (Figura 29).

Nas unidades geminadas, os septos (oitões internos) localizados acima das paredes de geminação, são independentes e compostos por estrutura em madeira contraplacada com uma camada de chapas de gesso para *drywall* do tipo “Standard” de 12,5mm de espessura.

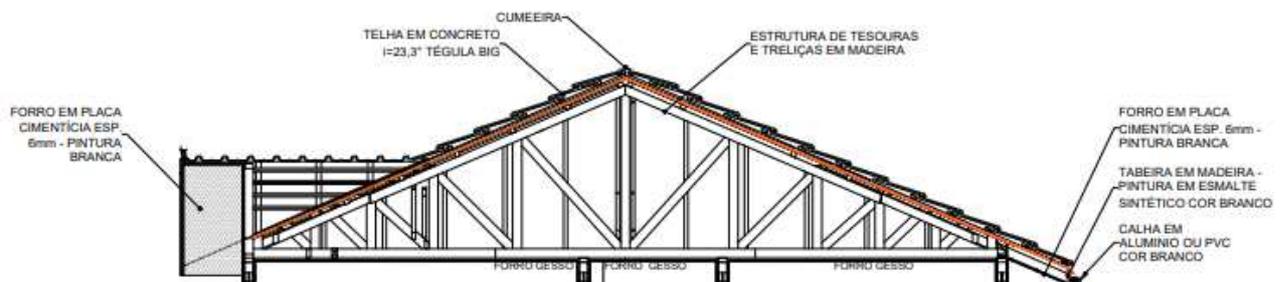


Figura 29 – Corte do sistema de cobertura e beiral em habitação térrea unifamiliar.

Fixação das esquadrias: as esquadrias são previamente fixadas aos painéis de parede no processo de produção dos painéis e contém peitoril metálico na porção inferior das janelas (Figura 30) e vedação da esquadria junto ao contramarco com selante de base PU;



Figura 30 - Detalhe das esquadrias metálicas (peitoril e selagem em PU).

- 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 (Figura 31) de pisos e de paredes e pintura das paredes;



Figura 31 – Acabamentos internos do banheiro e da cozinha.

- Acabamentos externos: aplicação de selador acrílico (primer) e pintura texturizada acrílica (Figura 32).



Figura 32 – Pintura texturizada acrílica sobre selante acrílico.

4. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi conduzida conforme a Diretriz SINAT Nº 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 e em obra 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, objeto desta avaliação, mostra que as ligações parafusadas, 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 analisada e respectivo projeto estrutural referem-se a edificações unifamiliares do tipo sobrado com dois pavimentos (térreo + pavimento superior), podendo ser executado em geminações de 2, 4 ou 6 unidades. Evidenciam os fatores considerados no cálculo, inclusive o método de análise estrutural e as premissas e hipóteses adotadas e também considera as exigências estabelecidas na Diretriz SiNAT N°005 – Rev. 03, quais sejam:

- Espaçamento entre montantes, quantidade de bloqueadores utilizados em cada elemento, especificação de fixações e definição de cargas atuantes;
- Ações laterais (ações de vento) conforme a ABNT NBR 6123, sendo que o deslocamento horizontal no topo da edificação atende ao critério estabelecido na ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15575-2;
- Hipóteses de cálculo, cargas consideradas, verificação da estabilidade das peças estruturais conforme a ABNT NBR 7190, dimensionamento dos chumbadores e dimensionamento das estruturas do piso (entrepiso) e do telhado, por serem constituídos de peças estruturais de madeira;
- O número, distanciamento e o tipo dos ganchos de ancoragem ou chumbadores empregados como dispositivos de fixação dos quadros estruturais à fundação e no entrepiso são dimensionados de acordo com as cargas provenientes da ação de vento e agressividade característica da região onde serão implantadas as unidades habitacionais, levando-se em conta sua resistência mecânica e resistência à corrosão. Todos esses fatores estão evidenciados na memória de cálculo;
- Paredes adjacentes fixadas entre elas por parafusos ao longo da altura do pavimento, sendo essas paredes fixadas aos barrotes do piso e nas fundações por meio de conectores metálicos e parafusos;
- Ancoragem das paredes à fundação, considerando ações de cargas verticais e horizontais, observando as regiões de cantos e de vãos de janelas e portas;
- Fixação entre as paredes dos pavimentos inferiores e superiores (subsequentes) por conectores metálicos ligados aos barrotes, ao menos nos cantos entre paredes (ligação para resistir esforço vertical e horizontal entre paredes e entrepiso);
- Entrepiso composto por barrotes fixados às chapas de madeira com função estrutural;
- Apoio contínuo das paredes sobre o piso, sem pontos de carregamento concentrado (cargas uniformemente distribuídas);
- Cálculo das cargas nos cantos de todas as paredes externas e nos cantos das paredes externas com internas, devido a concentração de esforços nestas regiões (regiões importantes que contribuem para a estabilidade global da edificação);
- Reforços verticais e horizontais na região dos vãos de portas e janelas;
- Existência de reforço entre barrotes, cujo espaçamento é definido pela análise do projeto estrutural, aumentando a rigidez da estrutura do piso, diminuindo a vibração induzida por caminhamento normal de pessoas;

Foram realizados ensaios laboratoriais em paredes representativas, considerando quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm com montantes a cada 40cm (pavimento térreo do sobrado) e a cada 60cm (pavimento superior do sobrado) e chapas de OSB com 9,5mm de espessura em ambos os lados, resultando em uma espessura final de aproximadamente 110mm.

As Tabelas 07 e 08 apresentam 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 [13].

Tabela 07 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica - montantes a cada 40cm

Corpo de prova ensaiado	Carga de Ruptura (N)	Carga do primeiro dano (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)
Quadro estrutural (montantes/40cm)	38mm x 89mm	38mm x 89mm	38mm x 89mm
CP 1	194618	162,18	162,18
CP 2	251283	209,40	209,40
CP 3	182712	152,26	152,26
	Média	174,61	174,61

CP – corpo de prova;

Dimensões de cada CP – altura de 2,56m, largura de 1,20m e espessura aproximada de 11cm.

Tabela 08 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica - montantes a cada 60cm

Corpo de prova ensaiado	Carga de Ruptura (N)	Carga do primeiro dano (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)
Quadro estrutural (montantes/40cm)	38mm x 89mm	38mm x 89mm	38mm x 89mm
CP 1	177612	148,01	148,01
CP 2	163446	136,21	136,21
CP 3	201879	168,23	168,23
	Média	150,82	150,82

CP – corpo de prova;

Dimensões de cada CP – altura de 2,56m, largura de 1,20m e espessura aproximada de 11cm.

Para a verificação da estabilidade da estrutura serão considerados os casos críticos quanto a resultados do ensaio de compressão excêntrica (carga de ruptura mínima de 136,21kN/m – montante a cada 60cm) e quanto a carga máxima atuante proveniente da memória de cálculo ($S_k = 10,4\text{kN/m}$ – pavimento térreo com montante a cada 40cm). Para ambos os casos os quadros estruturais são compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm, tanto para o pavimento térreo como para o pavimento superior do sobrado.

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de $S_k = 10,4\text{kN/m}$ (parede pavimento térreo), obtida no cálculo estrutural para edificações unifamiliares do tipo sobrado, e considerando a equação de resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando $\xi = 1,5$ e $\gamma_m = 2,0$), determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} = 47,67\text{ kN/m}$ e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que: $S_d = 14,56\text{ kN/m} \leq R_{ud} = 47,67\text{ kN/m}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Para o caso de verificação da resistência de serviço a partir dos resultados indicados não há dano visível até a ruptura. Desta forma adotando $\xi = 1,5$ chega-se ao valor de $R_{sd} = 95,35\text{ kN/m}$

Foram realizados ensaios de impacto de corpo mole [14] para diferentes regiões de paredes externas e internas, 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) = 0,13mm e o deslocamento horizontal residual (d_{hr}) = 0,05mm os maiores valores registrados, valores esses

inferiores aos estabelecidos $d_h \leq h/125$ ($2560\text{mm}/125 = 20,48\text{mm}$) e $d_{hr} \leq h/1250$ ($2560\text{mm}/1250 = 2,05\text{mm}$), bem como isentos de falhas (fissuras, mossas e frestas) e/ou rupturas nos componentes das paredes para as energias de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J e 960J, atendendo aos critérios mínimos estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03.

Os ensaios de impacto de corpo duro [14] foram realizados para as paredes externas (fachada) e internas (divisão entre ambientes), 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 mossas 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 [15] [16]. 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 [17] consideraram o dispositivo padrão de mão francesa, sendo o elemento de fixação constituído por “parafuso de rosca soberba de 50mmx6mm”, o qual deve constar no manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

Foi também realizado ensaio para avaliação de carga relativa a “rede de dormir” [18] 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 bucha do tipo *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, cargas concentradas e memória de cálculo para edificações unifamiliares do tipo sobrado com dois pavimentos (térreo + pavimento superior), sendo o maior vão de piso com comprimento de 2600mm. O entrepiso era constituído por barrotes de Pinus tratados, com seção transversal de 60mm x 150mm, espaçados a cada 400mm. Sobre os barrotes, chapas OSB estrutural de 18,3mm, fixadas com grampos eletro galvanizados com dimensões e 1,80mm x 50mm. O sistema ainda recebe um filme plástico de lona preta e contrapiso de argamassa com 40mm de espessura, sendo reforçado com tela metálica # 5cmx5cm, com fios de diâmetro de 1,65mm (sem função estrutural).

O ensaio de corpo duro para o entrepiso [19] [20] foi conduzido por meio da aplicação das energias de 2,5J, 3,75J e 5J e energias de 10J, 20J e 30J, utilizando-se esferas de 0,5kg e de 1,0kg, respectivamente. Os resultados apontaram a “não ocorrência” de falhas e/ou mossas, atendendo aos critérios estabelecidos no Anexo D da ABNT NBR 15575-2:2013.

O ensaio de corpo mole no entrepiso [19] [20] foi realizado sobre e entre os barrotes que compõem seu quadro estrutural, por meio da aplicação das energias variando de 120J a 960J. Os registros relatam a “não ocorrência” de ruínas e falhas localizadas (fissuras, destacamentos, etc.), atendendo aos critérios consolidados e estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03.

O entrepiso foi submetido a carga concentrada [19] [20] de 3kN aplicada no ponto mais desfavorável apresentando deformação no seu centro geométrico (flecha) de 0,01mm, valor esse inferior ao critério estabelecido de 7,68mm ($L/500 = 2600\text{mm}/500$). Também não foram apresentadas rupturas ou quaisquer outros danos.

Solicitações de peças suspensas em forros [21], critério válido também para forro do entrepiso, foi conduzido com a aplicação da carga mínima de uso de 30N. O resultado relata a “não ocorrência” de rupturas e de falhas (fissuras, destacamentos, etc.). Foi verificada deformação máxima de 0,15mm, atendendo ao máximo permitido de 5mm, conforme estabelecido na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03.

Verifica-se que os requisitos e critérios de desempenho estrutural para o sistema de paredes interna e externas, entretiso e forro, preconizados na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.03, são atendidos integralmente conforme análises e ensaios realizados no produto “Sistema construtivo MBTM – Sistema estruturado em peças de madeira”.

4.2 Estanqueidade à água das paredes externas

Para verificação da estanqueidade à água das paredes externas foram realizados ensaios laboratoriais (pressão de 50Pa e vazão 3L/min/m²) considerando “interfaces entre a janela e a ‘parede” [22] e “parede cega” [23]. Os corpos de prova representativos da “parede cega” consideraram o tratamento de juntas dissimuladas entre as placas cimentícias, conforme descrito no item 3.1, alínea g). Observa-se que tal verificação foi realizada antes e após ensaio de choque térmico.

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

As soluções e detalhes projetuais contribuem para a estanqueidade à água das fachadas:

- pingadeiras em alumínio nos peitoris de janelas;
- pingadeiras metálicas fixadas nas bases das paredes;
- calçada externa com (inclinação de 1% voltada para a face oposta da parede externa) e largura mínima, 100mm maior do que a projeção horizontal do beiral (700mm);
- desnível entre calçada e base da parede externa de 150mm;
- beirais de telhado (600mm de projeção horizontal);
- manta impermeabilizante de 0,9mm de espessura na base dos quadros estruturais com altura de 200mm em ambas as faces.

4.2.1 Estanqueidade à água das paredes internas

A estanqueidade de vedações verticais internas e de entretiso com incidência direta de água de uso e de lavagem dos ambientes (banheiro e cozinha), foi realizada por meio de verificação projetual e em obra. Para as paredes que compõem os ambientes de áreas molhadas e molháveis é realizada 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. Conforme descrito no item 3.1.

Para o entretiso em madeira, a impermeabilização da área molhada (banheiro) ocorre conforme descrito no item 3.1, alínea i).

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

4.3 Desempenho térmico

O desempenho térmico foi avaliado por meio de simulação computacional 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. Foram considerados os projetos de unidade habitacional térrea e de unidade habitacional assobradada.

4.3.1 Desempenho térmico para unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados), isoladas ou geminadas

O estudo computacional avaliou o sistema construtivo considerando as seguintes características relevantes para análise do desempenho térmico:

- sistema de cobertura composto por telhas de concreto sobre estrutura de madeira, com forro em uma placa de gesso para *drywall*. Exclusivamente para o sistema de cobertura dos sobrados, utiliza-se sobre o forro, material isolante térmico na cobertura (10cm de espessura e condutividade térmica da ordem de 0,045 W/(m.k))
- fundação do tipo radier, em concreto armado;

- paredes externas: compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. O acabamento externo é em placa cimentícia de 8mm, argamassa cimentícia “base coat” e pintura de base acrílica. O acabamento interno possui uma camada de chapa de gesso para drywall de 12,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 132mm;
- paredes internas: compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. O acabamento interno das áreas secas é em uma camada de chapa de gesso para drywall de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 133mm. As faces das paredes das áreas molhadas (banheiro) e molháveis (cozinha, lavanderia), recebem chapa de gesso para drywall (do tipo RU) de 12,5mm de espessura, revestida com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante em diferentes alturas;
- paredes duplas de geminação: compostas por dois quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. Os quadros estruturais são justapostos na largura da parede com espaçamento entre si de aproximadamente 16mm. As faces internas dos quadros estruturais voltadas para o interior dos ambientes da edificação são revestidas por uma camada de chapa de gesso para drywall de 12,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 257mm;
- piso do pavimento térreo: concreto sarrafeado, com espessura da ordem de 15 cm;
- piso do pavimento superior (sobrado): contrapiso com 40 mm de espessura; laje de piso com vigas de madeira de seção com 60 mm de largura e 150 mm de altura, cobertas por painéis de OSB de 18 mm de espessura; espaço de ar/estrutura de madeira com espessura de 150 mm; placa de gesso para *drywall*, na parte inferior, com espessura de 12,5 mm. Nos banheiros o acabamento do piso é composto por placas cerâmicas;

Foram também consideradas as seguintes variáveis referentes a absorvência à radiação solar da superfície externa das paredes:

- Absorvência à radiação solar da superfície externa das paredes igual a $\alpha=0,3$ para cores claras; $\alpha=0,5$ para cores médias e $\alpha=0,7$ para cores escuras.

Os períodos de verão e de inverno foram avaliados apenas na condição padrão:

- Condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas e uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h) e janelas sem sombreamento;
- Condição com ventilação: ambientes com ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0Ren/h) e janelas sem sombreamento;
- Condição com sombreamento: proteção solar que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente e ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h);
- Condição com sombreamento e ventilação: proteção solar que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente e ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0Ren/h).

Ressalta-se que a avaliação de inverno para as zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não necessitam avaliação.

A Tabela 09 demonstra a síntese da avaliação para as condições de exposição “padrão”, “com ventilação”, “com sombreamento” e “com sombreamento e ventilação”, para os períodos de verão (para as oito zonas bioclimáticas) e de inverno (para as zonas bioclimáticas 1 a 5), considerando a unidade habitacional térrea [24].

Tabela 09 – Condições para obtenção do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimática (casas térreas)

Zonas Bioclimáticas	Cor do acabamento externo das paredes			
	Períodos de verão e de inverno	Período de verão		
	Condição padrão	Com ventilação	Com sombreamento	Com sombreamento e ventilação
1	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
2	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
3	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
4	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
5	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
6*	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
7*	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
8*	Atende com cor clara ou média			

* As zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não necessitam avaliação para o período de inverno conforme ABNT NBR 15575-1.

A Tabela 10 demonstra a síntese da avaliação para as condições de exposição “padrão”, “com ventilação”, “com sombreamento” e “com sombreamento e ventilação”, para os períodos de verão (para as oito zonas bioclimáticas) e de inverno (para as zonas bioclimáticas 1 a 5), considerando a unidade habitacional sobrado [25].

Tabela 10 – Condições para obtenção do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (sobrado)

Zonas Bioclimáticas	Cor do acabamento externo das paredes			
	Períodos de verão e de inverno	Período de verão		
	Condição padrão	Com ventilação	Com sombreamento	Com sombreamento e ventilação
1	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
2 ¹	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
3	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
4 ¹	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
5 ¹	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
6*	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
7*	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara
8*	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara

* As zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não necessitam avaliação para o período de inverno conforme ABNT NBR 15575-1.

Considera-se o atendimento ao nível mínimo de desempenho térmico desde que sejam previstas as seguintes soluções arquitetônicas para o sobrado:

Zona Bioclimática 1: adoção de material isolante térmico nas paredes do pavimento superior nas extremidades do renque (2,5cm de espessura), uso de cores claras ou médias nas paredes externas e na superfície externa da cobertura e utilização e adoção de janela com dimensões 0,9m x 1,20m no “dormitório 2”;

Zona Bioclimática 2: adoção de cores claras ou médias na face externa das paredes de fachada;

Zona Bioclimática 3: adoção de material isolante térmico nas paredes do pavimento superior nas extremidades do renque (2,5cm de espessura e condutividade térmica da ordem de 0,045 W/(m.k)), uso de cores claras ou médias nas paredes externas dos sobrado e uso de cores claras na superfície externa das paredes dos sobrados do meio do renque, uso de cores claras ou médias na superfície externa da cobertura e utilização e adoção de janela com dimensões 0,9m x 1,20m no “dormitório 2”;

Zona Bioclimática 4: adoção de cores claras ou médias na face externa das paredes de fachada;

Zona bioclimática 5: uso de cores claras ou médias na face externa das paredes de fachada, para os sobrados localizados nas extremidades do renque e adoção de cores claras para os sobrados do meio do renque;

Zonas bioclimática 6 e 7: adoção de cores claras na face externa das paredes de fachada;

Zona Bioclimática 8: cores claras na face externa das fachadas e coberturas.

4.3.2 Análise do risco de condensação superficial

O risco de ocorrência de condensação superficial foi avaliado considerando as oito zonas bioclimáticas utilizando-se o projeto padrão contemplado no Anexo A da Diretriz N°001 Rev 03 [26] [27]. Os resultados obtidos demonstram atendimento ao item 3.4.3 da Diretriz N°005 Rev 03, a qual estabelece que para o período de um ano, o risco de condensação superficial do sistema em análise pode ser, no máximo, 20% maior que aquele de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos de 140mm de espessura com revestimento de argamassa de 20mm de espessura em ambas as faces.

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) e das paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação). 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 4.2.1.

4.4.1 Ensaios de desempenho acústico em campo

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

As medições foram realizadas em casas térrea e sobrado e são específicas aos ambientes avaliados.

4.4.1.1 Isolação sonora promovida pelos elementos da envoltória ($D_{2m,nT,w}$)

A Tabela 11 apresenta os critérios mínimos e o resultado obtido da diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa (fachada) do dormitório ($D_{2m,nT,w}$) [28]. As medições foram realizadas em sobrado e casa térrea, conforme apresentação na Tabela 10.

A parede externa (conformada por quadro formado por estrutura de madeira composta por travessas inferiores e montantes com seção transversal de 89mm x 38mm (largura x espessura) e por travessas superiores com seção transversal de 89mm x 45mm (largura x espessura)); Fechamento em chapas de OSB com espessura de 9,5mm em ambas as faces do quadro; Os montantes são espaçados, aproximadamente, a cada 600mm no pavimento superior, e a cada 400mm no pavimento térreo. O acabamento interno composto por duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura. A face externa da parede é revestida com membrana hidrófuga sobreposta por placas cimentícias com 8mm de espessura fixadas às chapas de OSB; Sobre esta face é aplicado o tratamento de juntas do tipo dissimulada composto por aplicação de tela de fibra de vidro envolvida em argamassa para *base coat*.

Tabela 11 – 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 (dB)	
			Sobrado	Casa térrea
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥ 20	27	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 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas (paredes de geminação) ($D_{nT,w}$)

A Tabela 05 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 para paredes de geminação.

As determinações foram realizadas em paredes com as seguintes características:

- Parede estrutural dupla, interna, do tipo “*Light Wood Framing*” com as seguintes características:
Duas paredes, cada uma composta por: quadro formado por estrutura de madeira composta por travessas inferiores e montantes com seção transversal de 89mm x 38mm (largura x espessura) e por travessas superiores com seção transversal de 89mm x 45mm (largura x espessura); Fechamento em chapas de OSB com espessura de 9,5mm em ambas as faces de cada um dos dois quadros; Os montantes são espaçados, aproximadamente, a cada 600mm no pavimento superior, e a cada 400mm no pavimento térreo; as duas paredes são separadas por um vão vazio de 16mm entre suas faces internas. As faces externas das paredes são revestidas com chapas de drywall com 12,5mm fixadas às chapas de OSB, as juntas entre placas de drywall são tratadas com fitas celulósicas para drywall e massa para tratamento de juntas para drywall”. Revestimento do teto: “Forro de gesso estruturado por perfis metálicos posicionados a cada 60cm, onde são fixadas placas de gesso *drywall*, com 12,5mm de espessura, tratadas com fitas celulósicas e massa para tratamento de juntas de *drywall*”.

A Tabela 12 apresenta a síntese da avaliação e os resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) [29] [30] [31].

Tabela 12 – Síntese dos resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ($D_{nT,w}$)

Elemento	Valor mínimo ABNT NBR 15575-4 (dB)	Valor determinado em ensaio de campo $D_{nT,w}$ (dB)	
		Sobrado	Casa Térrea
	$D_{nT,w}$	48dB	51dB
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	≥ 40	Atende	Atende
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	≥ 45	Atende	Atende

Os resultados obtidos de 48dB e 51dB para parede de geminação dupla (justapostas), atende ao estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.03 para parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação).

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

As paredes ensaiadas apresentavam as seguintes características:

- parede estrutural 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 89mm x 38mm, chapa de OSB com 9,5mm de espessura e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, totalizando espessura de 132,5mm [32];
- parede dupla estrutural (paredes justapostas conformadas por dois painéis espaçados entre si em 16mm) 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 89mm x 38mm, e chapa de OSB com 9,5mm de espessura totalizando espessura de 257mm [33];

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

- parede estrutural com espessura total de 132,5mm: $R_w=50$ dB;
- parede dupla estrutural, com espessura total aproximada de 257mm: $R_w=53$ dB.

A Tabela 13 apresenta a interpretação dos resultados do índice de redução sonora ponderada (R_w) obtidos [30], considerando os critérios mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575-4.

Tabela 13 – Síntese dos resultados obtidos do índice de redução sonora ponderada (R_w)

	Índice mínimo ¹ ABNT NBR 15575-4 (dB)	Valor de R_w obtido em ensaio de laboratório (dB)	
		Espessuras (mm)	
		132	257
	R_w	50dB	53dB
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	≥45	Atende	Atende
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	≥50	Atende	Atende
(1) valores referenciais para paredes cegas; (2) parede dupla.			

Conforme apresentado na Tabela 14, pode-se concluir que o valor obtido do índice de redução sonora ponderada ($R_w = 50\text{dB}$ e de 53dB) das paredes com espessura de 132mm e de 257mm , respectivamente, atendem ao critério estabelecido para os seguintes elementos:

- ✓ parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório;
- ✓ parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.

4.5 Durabilidade e Manutenibilidade

A avaliação da durabilidade considerou 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, verificação da conformidade das características de componentes, especificações das proteções contra corrosão dos componentes de fixação, ensaio de resistência à ação do calor e choque térmico e de estanqueidade à água após o ensaio de choque térmico, ensaio de resistência de aderência à tração do revestimento de argamassa antes e após o ensaio de choque térmico e verificação do manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

4.5.1 Resistência aos organismos xilófagos dos componentes de madeira

Foi realizado ensaio para verificação do valor de retenção (CCA) para peças de madeira maciça serrada [2] [3] com dimensões de $38\text{mm} \times 89\text{mm}$, $45\text{mm} \times 89\text{mm}$ e $60\text{mm} \times 150\text{mm}$ e obteve-se como resultado os valores de $4,5\text{kg/m}^3$, $4,4\text{kg/m}^3$ e $6,8\text{kg/m}^3$ respectivamente, atendendo ao disposto no item 2.1.2 da Diretriz N°005 – Rev.03.

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*) [4] [5]. 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:

- Beirais com projeção horizontal de 600mm , 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, 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 barreiras impermeáveis à água e ao vapor (manta líquida a base de copolímero acrílico) nas paredes de banheiro com chuveiro, posicionada sobre a chapa de fechamento (*drywall* tipo RU) da face da parede interna ao banheiro.

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:

- ✓ Dispositivos para a fixação grampos) das chapas internas de contraventamento dos quadros estruturais de áreas secas: 240 horas [34];
- ✓ Dispositivos para a fixação grampos) das chapas internas de contraventamento dos quadros estruturais de áreas molhadas ou molháveis: 240 horas [34];
- ✓ Dispositivos para a fixação entre peças de madeira dos quadros estruturais: 240 horas [35];
- ✓ Dispositivo para a fixação entre quadros estruturais: 240 horas [36];
- ✓ Dispositivos para a fixação (cantoneiras, pregos ardox/anelados e chumbador) dos quadros estruturais ao elemento de fundação: 360 horas [37] [38];
- ✓ Dispositivos para a fixação 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 [39];

(*) 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 aos critérios 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 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 [20] [21] 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) foi inferior a $h/300$, onde h é altura da parede ($h=2500\text{mm}$).

Foram analisados, os itens relacionados aos elementos construtivos que compõem o produto e as interfaces com demais elementos. No referido manual foram considerados os prazos de vida útil de projeto (VUP) em conformidade com a ABNT NBR 15575:2013, 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 ótica 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

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

Para a avaliação da reação ao fogo da face interna das paredes conformadas por chapas de gesso para *drywall* do tipo Standard com 12,5mm de espessura foram realizados ensaios conforme BS EN ISO 11925-2:2010 para verificação da ignitabilidade da chapa de OSB e BS EN 13823:2010 para determinação da propagação superficial de chama, quantidade de calor desenvolvido, densidade ótica de fumaça e desprendimento de partículas do painel de parede [40].

Os corpos de prova eram constituídos por quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm (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” e por manta impermeável a água e permeável ao vapor na face oposta à face exposta ao fogo. O tratamento das juntas das placas de gesso para *drywall* foi realizado com fita celulósica microperfurada e massa de gesso. A espessura total do painel ensaiado era de aproximadamente 121mm.

Considerando a ABNT NBR 15575-4 e a Instrução Técnica nº 10 do Decreto Estadual de São Paulo nº 63.911 – Corpo de bombeiros, os resultados obtidos nos ensaios permitem enquadrar a amostra na Classe II-A.

Adicionalmente, considerando a ABNT NBR 16626 que envolve gotejamento, os resultados obtidos permitem enquadrar a amostra como Classe II-A-d0.

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

4.6.3.1 Face externa acabada composta por chapas cimentícias com aplicação de basecoat

Considera-se as chapas cimentícias e o *basecoat* (argamassa inorgânica) produtos incombustíveis. A Classe Incombustível conferida a esses produtos tem como fundamento o ensaio conforme ISO 1182, preconizado na ABNT NBR 15575-4 [41].

4.6.4 Reação ao fogo do entrepiso em madeira

4.6.4.1 Reação ao fogo da face inferior do entrepiso

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 B atendendo às exigências estabelecidas pela Diretriz SiNAT N°005 - Rev.03 [40], 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.

4.6.5 Reação ao fogo da face superior do entrepiso

A face superior do entrepiso recebe contrapiso de base cimentícia e revestimento cerâmico nas áreas molhadas (banheiro, cozinha e área de serviço). Áreas secas destinadas a circulação, sala e quartos são entregues somente com o contrapiso. Por constituírem-se de produtos incombustíveis (contrapiso e revestimento cerâmico) enquadram-se na Classe I e atendem às exigências estabelecidas na Diretriz SiNAT N°005-Rev. 03.

Como o sistema construtivo é comercializado e entregue sem a aplicação da camada de acabamento final do piso para as áreas secas, é indicado no manual de uso e manutenção (manual do proprietário), bem como no manual técnico de uso, os acabamentos possíveis e/ou o critério de desempenho relativo à reação ao fogo (propagação de chama e densidade ótica de fumaça), desde que não superem a classificação IV A.

4.6.6 Resistência ao fogo dos painéis de parede

Foram realizados ensaios de resistência ao fogo conforme método estabelecido na ABNT NBR 5628:2001 para paredes de geminação entre unidades habitacionais e para paredes internas da habitação, considerando-se a carga de projeto fornecida pelo proponente.

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

Foram realizados ensaios de resistência ao fogo em paredes da unidade habitacional, as quais representavam paredes internas e paredes de fachada (perimetrais) [42] [43]. Tais paredes apresentam função estrutural e, considerando sobrados, elegeram-se a maior carga de serviço (pavimento térreo) e o maior distanciamento de 600mm entre montantes (pavimento superior) para conduzir os ensaios de resistência ao fogo nas situações de exposição mais críticas. Os corpos de prova apresentavam dimensões de 2.800mm de largura e 2.700mm de altura, sendo a espessura total aproximada de 133mm para o representativo das paredes internas e a de 125mm para o representativo das paredes de fachada.

Ressalta-se que a região central e na metade superior de cada corpo de prova, entre os montantes centrais, foram embutidas duas caixas elétricas, interligadas com eletroduto e fiação, as quais foram protegidas com uma camada de material isolante denominado “Lã de Rocha - 32kg/m³”, com 600mm de lado e espessura de 100mm.

Os resultados obtidos nos ensaios demonstram que as paredes apresentaram resistência ao fogo, no grau corta-fogo, pelo período de 30 minutos, durante o qual foi aplicada uma carga uniformemente distribuída de 1.730kgf/m.

4.6.8 Resistência ao fogo do entrepiso em madeira

Foi realizado ensaio de determinação da resistência ao fogo conforme método estabelecido na ABNT NBR 5628 [44]. O corpo de prova reproduziu o sistema de piso avaliado no contexto desse

documento e apresentava dimensões aproximadas de 2.000mm de largura, 2.500mm de comprimento e 220mm de espessura total.

A estrutura interna do corpo de prova era composta por barrotes em peças de madeira com seção transversal de 60 X 150mm, espaçados em 400 mm, de centro a centro.

Na face exposta ao fogo (face inferior), o corpo de prova recebeu nas bordas laterais duas linhas de travessas de madeira com seção transversal 45 x 90mm, para simular a travessas de união entre a parede e o entepiso. Uma camada de placas de gesso acartonado denominadas “Placas de Gesso *drywall* 12,5mm” foi inserida no nicho entre as travessas, de modo a preencher todo o vão, e fixada nos barrotes internos, com auxílio de parafusos auto atarrachantes. As juntas da camada externa das chapas de gesso foram tratadas com aplicação de fita de papel e camada de massa de gesso. As bordas das travessas que ficaram expostas também receberam o mesmo revestimento descrito acima.

Na face não exposta ao fogo (face superior), o corpo de prova recebeu uma camada de placas de fibras de madeira denominadas “Chapas de OSB estrutural 18mm”, fixadas na estrutura interna (barrotes) com o emprego de grampos metálicos. Nas bordas laterais superiores foram inseridas travessas de madeira com seção transversal 45 x 90mm. Posteriormente, no nicho entre as travessas laterais e as chapas de OSB foi aplicado filme plástico e sobre este uma camada de massa cimentícia (contrapiso), com, aproximadamente, 40mm de espessura, a qual recebeu em sua região central uma tela soldada de aço galvanizado com malha 50mm x 50mm e diâmetro dos fios de 1,65mm. Na região central do corpo de prova, entre os barrotes centrais, foi embutida uma caixa elétrica com eletroduto e fiação, a qual foi protegida com uma camada de material isolante denominado “Lã de Rocha 32 kg/m³”, com 350mm de lado e espessura de 50mm.

O carregamento do corpo de prova foi realizado através da colocação de 28 massas metálicas de 25kg, distribuídas uniformemente sobre uma superfície de, aproximadamente, 4m² do corpo de prova, para atingir 1,75kN/m², visando reproduzir as solicitações de serviço. O carregamento se deu durante todo o programa de aquecimento.

Os resultados obtidos em ensaio demonstraram que o item apresentou resistência ao fogo, no grau corta-fogo, pelo período de 30 minutos.

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

O sistema construtivo “sistema MBTM – sistema estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas – *Light wood frame*”, destinado a unidades habitacionais térreas e assobradadas, isoladas ou geminadas, atende aos requisitos e critérios de segurança ao fogo preconizado na Diretriz SiNAT N°005 – Rev.03.

5 Controle da qualidade

Foi realizada auditoria técnica inicial em obra e em unidade fabril no processo de produção do sistema construtivo Sistema construtivo estruturado em peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas (*light wood framing*) - MBTM” permitindo verificar o comportamento potencialmente positivo do produto quanto ao controle da qualidade de produção e de seus elementos constituintes e conformidade às exigências da Diretriz SiNAt N°005 Rev 03.

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, 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). 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, 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.

6.2 Documentos da empresa

- Projetos e detalhamentos executivos arquitetônicos, estruturais, instalações de hidráulica e de elétrica das unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas e sobrados;
- Projetos executivos de produção e de montagem das unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas e sobrados;
- Memorial de cálculo estrutural: Obra Casa Sobrado Heitor – Mogi das Cruzes/SP, Responsável Técnico Eng. Civil Dr. Guilherme Corrêa Stamato – CREA SP 5060495216, STAMADE Projeto e Consultoria em Madeira Ltda., dezembro/2020;
- Memorial de validação técnica do uso de grampos para produção do *woodframe*, Responsável Técnico Eng. Civil Dr. Guilherme Corrêa Stamato – CREA SP 5060495216, STAMADE Projeto e Consultoria em Madeira Ltda, (2020);
- Instruções de trabalho e planilhas de recebimento de materiais e serviços;
- Manual de uso, operação e manutenção.

6.3 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico de Avaliação – RTA - 01/2020 – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°07/2020 (Pré-DATec) – IFBQ;
- [1] Relatório de Ensaio N°1 118 305- 203 – Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Ensaio Físicos e Mecânicos em Madeira (agosto de 2020);
- [2] Relatório de Ensaio N°1 117 553- 203 – Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Retenção e Penetração de CCA) (julho de 2020);
- [3] Relatório de Ensaio N°1 117 554- 203 – Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Determinação da Penetração do Produto Preservativo CCA em Madeira Preservada) (julho de 2020);
- [4] Relatório de Ensaio N°1 092 317-203 – 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) (julho de 2017);
- [5] Relatório Técnico 1008 855 -203 – Laboratório de Madeira e Produtos Derivados/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Determinação de resistência ao ataque de cupins de madeira seca em chapas de OSB) (abril de 2009);
- [6] Certificado de Qualidade – Ref. LP OSB APA – (10 de junho de 2020);

- [7] Informe de Ensayo de Autocontrol N°1356074 (Ensayos de Transmisión de vapor de agua – método humedo) – idioma – Investigación, Desarrollo e Innovación e Estructuras y Materiales. Produto: *Tyvek HomeWrap* (Barreira impermeável);
- [8] Informe de Ensayo de Autocontrol N°1353404 (Ensayos de Transmisión de vapor de agua – Método seco) – idioma – Investigación, Desarrollo e Innovación e Estructuras y Materiales. Produto: *Tyvek HomeWrap* (Barreira impermeável);
- [9] Ficha Técnica – *Physical Properties Data Sheet*- DuPont *Tyvek HomeWrap* (Barreira impermeável);
- [10] Relatório de Ensaio N° CCC/L – 275.458/PRELIMINAR/16 – Placas de Fibrocimento – Ensaio diversos, L.A. Falcão Bauer Ltda, (junho de 2016);
- [11] Relatório de Ensaio N° CCC/280.105/COMPLEMENTAR/16 – Placas de Fibrocimento – Ensaio diversos, L.A. Falcão Bauer Ltda, (janeiro de 2017);
- [12] Relatório Técnico IPT nº 1 098 901 – 203 – Ensaio de caracterização de argamassa inorgânica (*basecoat*), (março de 2018);
- [13] Relatório de Ensaio 2020/003 – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil – Laboratório de Sistemas Estruturais (Ensaio de compressão excêntrica de painéis de madeira – painéis de parede 1,20 x 2,56 x 0,90m), (fevereiro de 2020);
- [14] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/7/A/20 – (Sistema de vedações verticais internas e externas - SVVIE – Impactos de corpo mole e corpo duro), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2020);
- [15] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/1/A/20 – (Ações transmitidas por portas internas ou externas) L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2020);
- [16] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/3/20 – (Ações transmitidas por portas internas ou externas) L.A. Falcão Bauer Ltda, (novembro de 2020);
- [17] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/9/A/20 – (Determinação da Resistência dos SVVIE às solicitações de peças suspensas), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2020);
- [18] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/11/20 – (Determinação da Resistência dos SVVIE às solicitações de peças suspensas – redes de dormir), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2020);
- [19] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/5/20 – (Sistema de pisos - Cargas verticais concentradas, impactos de corpo mole e corpo duro), L.A. Falcão Bauer Ltda, (novembro de 2020);
- [20] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/4/A/20 – (Sistema de pisos - Cargas verticais concentradas, impactos de corpo mole e corpo duro), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2020);
- [21] Relatório de Ensaio N° ENE/327.354/6/A/20 – (Determinação da resistência de peças fixadas em forro), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2020);
- [22] Relatório de Ensaio N° ENE/325.711/COMPLEMENTAR/20 – (Estanqueidade, choque térmico interface da parede e esquadria), L.A. Falcão Bauer Ltda, (julho de 2020);
- [23] Relatório de Ensaio N° ENE/324.951/A/20 – (Estanqueidade, choque térmico – juntas do tipo dissimuladas), L.A. Falcão Bauer Ltda, (julho de 2020);
- [24] Relatório Técnico ENE/327.537/1/20 – L.A. FALCÃO BAUER (Desempenho térmico casa térrea isolada);
- [25] Relatório Técnico N°160 382 – 205 – IPT – Desempenho térmico para sobrado geminado;
- [26] Relatório Técnico - ENE/327.538/1/20 - Análise do risco de condensação superficial (casa térrea), L.A. Falcão Bauer Ltda, (outubro de 2020);
- [27] Relatório Técnico IPT nº 161524-205 - Verificação do risco de ocorrência de condensação de vapor d'água em paredes internas de sobrado nas oito Zonas Bioclimáticas Brasileiras (sobrado), (dezembro de 2020);
- [28] Relatório Técnico IPT nº 1 121736-203 - Determinação do Isolamento ao Ruído Aéreo de um elemento de vedação vertical externa de dormitório, conforme a norma ISO 16283-3:2016 e

cálculo da Diferença Padronizada de Nível Ponderada, conforme norma ISO 717-1:2013 (sobrado), (dezembro de 2020);

- [29] Relatório Técnico IPT nº 1 121773-203 - Determinação do Isolamento ao Ruído Aéreo de um elemento de vedação vertical externa de dormitório, conforme a norma ISO 16283-3:2016 e cálculo da Diferença Padronizada de Nível Ponderada, conforme norma ISO 717-1:2013 (casa térrea), (dezembro de 2020);
- [30] Relatório Técnico IPT nº 1 121735-203 - Determinação do Isolamento ao Ruído Aéreo de um elemento de vedação vertical interna, conforme a norma ISO 16283-1:2014 e cálculo da Diferença Padronizada de Nível Ponderada, conforme norma ISO 717-1:2013(sobrado), (dezembro de 2020);
- [31] Relatório Técnico IPT nº 1 121734-203 - Determinação do Isolamento ao Ruído Aéreo de um elemento de vedação vertical interna, conforme a norma ISO 16283-1:2014 e cálculo da Diferença Padronizada de Nível Ponderada, conforme norma ISO 717-1:2013. (casa térrea), (dezembro de 2020);
- [32] Relatório de Ensaio Nº1 118 392 – 203 – IPT – Ensaio de determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) das paredes de fachada;
- [33] Relatório de Ensaio Nº1 118 393 – 203 – IPT – Ensaio de determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) das paredes de geminação;
- [34] Relatório de Ensaio Nº MET – 044.403/19 – Ensaio de exposição à névoa salina (grampo 1,80), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2019);
- [35] Relatório Técnico IPT nº 1 120 663 – 203 – Ensaio acelerado de corrosão por exposição à névoa salina (prego bea ossatura), (novembro de 2020);
- [36] Relatório Técnico IPT nº 1 118 948 – 203 – Ensaio acelerado de corrosão por exposição à névoa salina (parafuso HBS 8mm), (setembro de 2020);
- [37] Relatório Técnico IPT nº 1 120 665 – 203 – Ensaio acelerado de corrosão por exposição à névoa salina (chumbador fundação), (novembro de 2020);
- [38] Relatório de Ensaio Nº MET – 009.453/20 – Ensaio de exposição à névoa salina (prego Anker 4x40mm Rothoblas), L.A. Falcão Bauer Ltda, (2020);
- [39] Relatório Técnico IPT nº 1 118 951– 203 – Ensaio acelerado de corrosão por exposição à névoa salina (grampo 200), (setembro de 2020);
- [40] Relatório Técnico IPT nº 1 117 744 -203 – Determinação do desempenho quanto à reação ao fogo (SBI – single burning item) (julho de 2020);
- [41] Relatório Técnico IPT nº 1 081 241 -203 – Verificação da incombustibilidade do material – Chapa cimentícia (junho de 2016);
- [42] Relatório Técnico IPT nº 1 118 597 -203 – Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural – parede externa (setembro de 2020);
- [43] Relatório Técnico IPT nº 1 118 595 -203 – Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural – parede interna (setembro de 2020);
- [44] Relatório Técnico IPT nº 1 119 138 -203 – Determinação da resistência ao fogo em sistema de piso com função estrutural (outubro de 2020)
- Relatório Técnico IPT nº 161593-205 – Determinação da classe de ruído em um empreendimento habitacional em Mogi das Cruzes – SP, (dezembro de 2020);
- Relatório de Ensaio Nº1 081 241 - 203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Verificação da incombustibilidade do material lã de escória e vidro);
- Atestado de qualificação da empresa GYPSUM S.A. Mineração, Indústria Comercio (marca comercial: GYPSUM DRYWALL) – Programa Setorial Qualidade dos Componentes para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall. (emissão 02 de março de 2020);
- Relatório Técnico IPT nº 1 080 159 – 203 – Resistência à tração de materiais têxteis – método da tira, (abril de 2016);

- Relatório de Ensaio Nº MET – 044.402/19 – Ensaio de exposição à névoa salina (grampo 1,55), L.A. Falcão Bauer Ltda, (dezembro de 2019).

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, MBTM ENGENHARIA LTDA., 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 abril de 2021.***