

 <p>Rua Aquinos, 111 Água Branca 05036-070 - São Paulo/SP Tel/Fax (11) 3611-1729  www.ifbq.com.br inovacons@falcaobauer.com.br</p>	<p>Produto</p> <p><b>“Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo <i>light wood framing</i>)”</b></p>  <p>Proponente</p> <p><b>TECVERDE Engenharia S.A.</b> Rua Otto Willi Michaelis, 330B – Bairro Butiatuvinha 82315-430/PR Tel.: (41) 3209-2431 – <a href="http://www.tecverde.com.br">www.tecverde.com.br</a></p>	 <p><b>SINAT</b></p>
<p><b>Emissão</b> agosto de 2018 <b>Validade</b> julho de 2020</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto Falcão Bauer da Qualidade, IFBQ, e a decisão do Comitê Técnico, de 30/07/2018, a Comissão Nacional, em sua reunião de 03/08/2018, concede ao produto “Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo <i>light wood framing</i>)” o Documento de Avaliação Técnica Nº020-C. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até 04 pavimentos (térreo + 3 pavimentos) às condições expressas neste Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p><b>DATec</b> <b>Nº 020-C</b></p>
<p>Limites da avaliação técnica do produto – Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo <i>light wood framing</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para a avaliação do produto considerou-se como elementos inovadores as paredes externas, paredes internas e entrepisos formados por quadros estruturais em peças de madeira serradas autoclavadas;</li> <li>• O fechamento da face externa das paredes de fachada é realizado em chapas de <i>Oriented Strand Board</i> – OSB revestidas com placas cimentícias com tratamento de juntas aparentes ou dissimuladas. O fechamento da face interna das paredes de fachada e de ambas as faces das paredes internas é realizado em chapas de OSB revestidas com chapas de gesso para <i>drywall</i>;</li> <li>• O entrepiso dos pavimentos apresentam acabamento em revestimento convencional, contrapiso de base cimentícia; chapa de OSB, quadro estrutural formado por peças de madeira serrada e tratada por meio de autoclave e forro em camada dupla (nas edificações multifamiliares) de chapas de gesso para <i>drywall</i>. Nos ambientes de áreas molhadas, em substituição às chapas de OSB, o entrepiso deve receber chapas de madeira maciça ou chapas de compensado, ambas com tratamento fungicida e inseticida;</li> <li>• Os componentes e elementos convencionais, tais como fundações, sistema de cobertura, chapas de gesso para <i>drywall</i>, placas cimentícias, caixilhos, instalações hidráulica e elétrica devem atender às normas técnicas correspondentes e foram analisados apenas na interface com as paredes, bem como a influência destes no desempenho do produto;</li> <li>• A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do produto em unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até três pavimentos (térreo + 2 pavimentos);</li> <li>• O desempenho térmico foi avaliado para as cidades representativas das 8 (oito) zonas bioclimáticas, considerando os sistemas de cobertura descritos no item 4.3 deste documento;</li> <li>• As avaliações de desempenho acústico foram realizadas em laboratório e em campo e os resultados são restritos às características de conformação das paredes e ao local avaliado, descrito no item 4.4. deste documento;</li> <li>• 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, análise de projeto e constatações em obras. As placas cimentícias e as esquadrias devem obedecer às normas técnicas pertinentes;</li> <li>• 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),</li> </ul>		

ensaios de envelhecimento acelerado dos dispositivos de fixação (parafusos, pregos, grampos, cantoneiras metálicas e chumbadores) para as Classes de agressividade ambiental I (rural), II (urbana) e III (marinha) e ensaios de degradação das chapas de OSB. 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;

- O comportamento das chapas de OSB e das juntas entre placas cimentícias de fechamento externo deve ser objeto de monitoramento constante pela detentora da tecnologia, informando periodicamente a ITA e ao SINAT sobre eventuais ocorrências de patologias e providências.

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

O projeto de edifícios multifamiliares avaliado neste documento refere-se a edifício habitacional com três pavimentos (térreo + 2 pavimentos) e apresenta estrutura em quadros estruturais formados por peças de madeira maciça serrada, conformando as paredes e o entrepiso. A seguir estão apresentadas as descrições das paredes e do entrepiso:

- paredes externas: compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 140mm 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*” com 5mm e textura acrílica com 3mm de espessura. O acabamento interno possui duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 200mm;
- 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 duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 158mm de espessura. 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 do tipo ACII;
- 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 5mm (Figura 01). As faces internas dos quadros estruturais das áreas secas (sala de estar) são compostas por duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 271mm. Nas paredes de geminação das áreas molháveis (cozinha e lavanderia) os quadros estruturais recebem camada dupla em chapa de gesso para *drywall* (do tipo RU) de 12,5mm de espessura revestida com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante industrializada do tipo ACII;

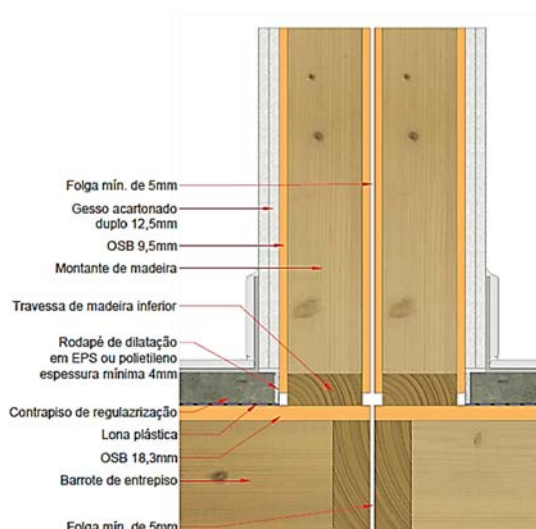


Figura 01 – Ilustração da parede dupla de geminação

- entrepisos: quadro estrutural conformado por barrotes de 45mm x 190mm. A face superior recebe chapa de OSB de 18,3mm de espessura nas áreas secas e molháveis e, nas áreas molhadas (banheiro), recebe chapa de compensado do tipo naval multilaminada em madeira *Pinus* com 18mm de espessura, com tratamento fungicida. Sobre estas chapas, recebe contrapiso de base cimentícia com espessura de 40mm e acabamento em revestimento de placas cerâmicas assentadas com argamassa industrializada do tipo ACII. O forro é em camada dupla de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura.

O sistema de cobertura é constituído por estrutura em madeira, telhas cerâmicas, forro em camada dupla de chapas de gesso para *drywall* sobrepostas por manta de lã de vidro.

## 1. Descrição do produto

Os quadros estruturais que conformam as paredes e entrepisos do sistema leve em madeira da Tecverde Engenharia S.A. 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.

As peças estruturais de madeira serrada e chapas do sistema construtivo são submetidas a tratamento químico sob pressão, com os seguintes produtos preservativos e retenções mínimas conforme a ABNT NBR 16143 a saber:

- Peças estruturais de madeira

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

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

- Chapas de madeira

As chapas OSB de fechamento e/ou contraventamento devem ser do Tipo 2 (para uso interno em ambientes secos) e do Tipo 3 (para uso externo e interno em áreas molháveis e molhadas), segundo EN 300. Devem ainda possuir tratamento inseticida, conforme ABNT NBR 16143. Abrangem as paredes externas, paredes internas e os entrepisos.

As chapas de compensado, utilizadas nos entrepisos, do tipo naval multilaminadas em madeira *Pinus*, devem receber tratamento sob pressão com produto preservativo, segundo ABNT NBR16143, na retenção mínima de: arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 4,0kg de i.a/m<sup>3</sup>; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 1,7kg de i.a/m<sup>3</sup>, com penetração total.

As paredes estruturais são compostas por quadro estrutural formado por peças de madeira serradas autoclavadas. As peças verticais, denominadas montantes, as peças horizontais superiores e inferiores, denominadas soleiras (ou travessas) e as vergas e contra vergas são fixadas entre si por meio de pregos do tipo anelados (em rolo) ou do tipo espiralados (ardox) com diâmetro mínimo de 3,1mm e comprimento mínimo de 75mm. O espaçamento entre montantes é determinado de acordo com o cálculo estrutural, sendo o máximo permitido de 600mm.

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

A face externa das paredes externas é formada por chapas de OSB estrutural (Tipo 3), barreira impermeável e placas cimentícias. As chapas de OSB com 9,5mm de espessura são alinhadas aos quadros estruturais e fixadas com o auxílio de grampos galvanizados com comprimento mínimo de 50mm e espaçados a cada 150mm ou com pregos anelados com diâmetro mínimo de 2,5mm, comprimento mínimo de 50mm e espaçamento entre pregos de 200mm. A barreira impermeável à água e permeável ao vapor é fixada sobre a chapa de OSB com grampos. As placas cimentícias

(no mínimo classe A3, conforme ABNT NBR 15498) com 8mm de espessura são fixadas às chapas de OSB por meio de parafusos do tipo rosca soberba, cabeça cônica estriada, sendo o espaçamento máximo entre parafusos na horizontal e na vertical determinado pelo fornecedor das placas cimentícias. As juntas entre placas cimentícias podem ser do tipo dissimulada ou aparente.

A face interna das paredes externas e ambas as faces das paredes internas é formada por chapas de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura aplicadas sobre as chapas de OSB de 9,5mm de espessura. As juntas entre chapas de gesso são dissimuladas e recobertas com massa e fita celulósica para *drywall*. As chapas de gesso são fixadas às chapas de OSB com parafusos de rosca soberba (ponta agulha). Os fechamentos internos em chapas de gesso para *drywall* devem atender a ABNT NBR 14715 e ABNT NBR 15758.

A base das faces internas das paredes de áreas secas do pavimento térreo, recebe membrana acrílica elástica (de aplicação a frio até altura de 200mm acima do piso acabado interno), e rodapé em material cerâmico com no mínimo 70mm de altura, assentado com argamassa colante tipo ACII.

Nas áreas molhável (cozinha) e molhada (banheiro) são utilizadas chapas de gesso para *drywall* do tipo Resistentes à Umidade (RU) com acabamento em revestimento cerâmico 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.

A Figura 02 apresenta de forma esquemática a composição das paredes externas e das paredes internas do edifício habitacional avaliado com três pavimentos.

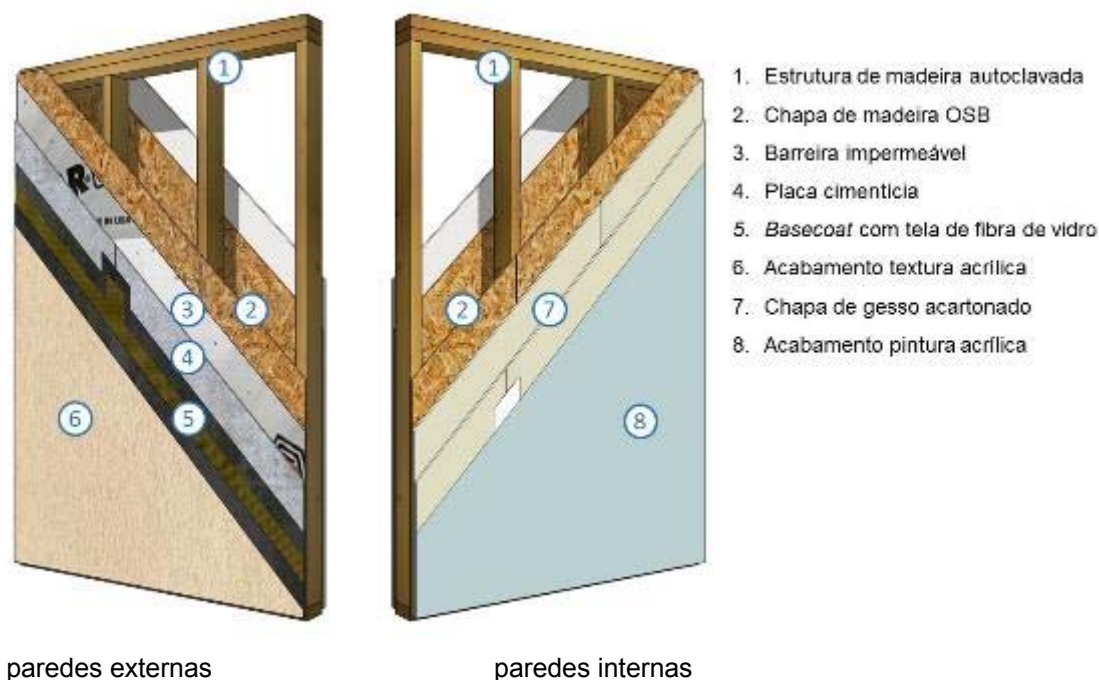


Figura 02 – Ilustração da composição da parede externa e interna

As paredes e gemação podem ser conformadas por quadros estruturais simples ou duplo, e são determinadas a partir do projeto arquitetônico e do projeto estrutural.

No projeto avaliado, as paredes de gemação são conformadas por quadros estruturais duplos, compostas por quadros justapostos com distanciamento entre si de no mínimo 5mm e máximo de 30mm.

O sistema de cobertura é composto por estrutura em madeira e telhas cerâmicas, apresentando beiral de 800mm de projeção horizontal. O forro é composto por camada dupla em chapa de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura, sobreposto por manta de lã de vidro com 100mm de espessura. A seleção de madeiras naturalmente resistentes aos organismos xilófagos para

estrutura de telhado pode ser orientada pelas publicações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 2009; IPT, 2013). Também é possível obter informações características das espécies de madeira no Banco de Informações sobre Madeiras dessa Instituição ([http://www.ipt.br/consultas\\_online/informacoes\\_sobre\\_madeira](http://www.ipt.br/consultas_online/informacoes_sobre_madeira)).

A avaliação técnica não contemplou elementos e componentes convencionais, como fundações, instalações elétricas e hidráulicas, esquadrias, chapas de gesso para *drywall*, placas cimentícias e revestimentos, dentre outros, exceto as interfaces entre elementos inovadores e convencionais, como a ligação entre parede-esquadria, parede-fundação, parede-instalações e parede-cobertura. Os elementos e componentes convencionais devem ser projetados e executados conforme as respectivas normas técnicas brasileiras.

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

O produto é destinado a edificações unifamiliares, térreas ou assobradadas, isoladas ou geminadas, e em edificações multifamiliares de até quatro pavimentos (térreo + 3 pavimentos).

Modificações nas paredes, como abertura de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou supressão de paredes não são permitidas sem autorização formal do proponente, exclusivamente para edificações unifamiliares. Para edificações multifamiliares não é permitida qualquer modificação. Tubulações de gás devem ser posicionadas externamente aos painéis de parede, entrepisos ou em *shafts* específicos, em acordo com normas técnicas pertinentes. Os cuidados na utilização constam do manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário), elaborado pelo proponente para cada empreendimento específico.

Durante a montagem, em períodos de intempéries (chuva), as chapas de gesso para *drywall* e as chapas de OSB expostas a água podem contrair umidade indesejável, sendo alvo de deterioração. Neste caso, o proponente deve providenciar medidas para se evitar o umedecimento das madeiras e chapas de gesso para *drywall*.

O desempenho térmico foi avaliado considerando-se as cidades representativas das oito zonas bioclimáticas conforme disposto no item 4.3 deste documento.

Com relação ao desempenho acústico, foram realizados ensaios de campo e ensaios de laboratório considerando as paredes e o entrepiso. Os resultados estão apresentados no item 4.4 deste documento.

As peças de madeira, sejam peças de madeira serradas (peças estruturais) ou chapas, a serem utilizadas nos sistemas de paredes e entrepiso objeto deste documento devem atender as exigências das categorias de uso 2, 3 ou 4 e submetidas a tratamento químico com produtos e retenções mínimas conforme ABNT NBR 16143. A chapa de OSB para fins de contraventamento de parede 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 e às chapas de compensado, utilizam produtos preservativos à base de CCA-C (arseniato de cobre cromatado do tipo C), CCB (borato de cobre cromatado) ou CA-B (cobre e azóis).

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

Além do tratamento das peças de madeira estruturais, das chapas de madeira de contraventamento e do entrepiso, 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. Para edificações multifamiliares, além do telhado e beiral, adoção de calhas e condutores de águas pluviais na cobertura;
- b) Calçada externa ao redor da edificação, com 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) Componente de separação (sóculo em madeira maciça serrada) entre a região que delimita o piso do box e o piso do banheiro, providenciando diferença de nível entre o piso acabado do box e a face acabada superior do sóculo de 100mm;
- 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) Impermeabilização na interface entre o piso em concreto (pavimento térreo) e a parede empregando membranas para impermeabilização com altura mínima sobre a parede de 200mm, acima do piso acabado, para ambientes de áreas molhadas (banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas) e ambientes de áreas molháveis (banheiro sem chuveiro/lavabo, cozinha e sacada coberta), com a obrigatoriedade de rodapés de material impermeável de no mínimo 70mm de altura;
- i) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em toda a superfície do contrapiso de áreas molhadas (banheiro com chuveiro, incluindo piso do box e área de serviço);
- j) Emprego de manta de impermeabilização na interface entre o piso e o ralo. Adicionalmente, o piso que contempla o ralo possui inclinação de no mínimo 2% em sentido ao ralo;
- k) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em paredes que contenham cubas, lavatórios, pontos para torneira ou chuveiro. As dimensões do elemento de impermeabilização 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 (banheiro sem chuveiro/lavabo, cozinha e sacada coberta) e molhadas (banheiro, sacada descoberta);
- l) Uso de chapas de gesso para *drywall* resistentes à umidade em áreas molhadas e molháveis de acordo com a ABNT NBR 14715-1, com adoção dos tratamentos impermeabilizantes previstos na ABNT NBR 15758-1;
- m) Utilização de membrana impermeáveis à água e ao vapor nas paredes de banheiro com chuveiro, posicionada sobre a chapa de fechamento (chapa de gesso para *drywall*) da face da parede interna ao banheiro;
- n) Utilização de contrapiso de base cimentícia (espessura de 40mm) moldado no local sobre os entrepisos e de filme de polietileno (lona plástica) sobre chapas de OSB e chapas de compensado. No caso de áreas molhadas foi utilizado sistema de impermeabilização sobre o contrapiso.

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

- a) Considerando que as paredes e entrepisos podem servir como câmara para o acúmulo de gases, a tubulação da rede de distribuição interna de gás combustível não deve estar localizada internamente aos elementos estruturais do sistema *light wood frame* (paredes e entrepisos) devido ao risco de explosões. Nos casos em que seja imprescindível que a rede de distribuição interna de gás passe por espaços fechados, como internos a *shafts*, as tubulações devem passar pelo interior de dutos ventilados (tubo luva), mantendo-se distâncias adequadas de outras instalações, em conformidade com o item 7.2 da ABNT NBR 15526:2016. No caso de embutimento de tubulação de gás em elementos maciços não estruturais (tais como contrapisos da fundação do pavimento térreo), esses devem estar envoltos por revestimento maciço e sem vazios, evitando que infiltrações de detergentes ou outros materiais corrosivos possam provocar danos à tubulação. Não é permitida a passagem de tubulação de gás em contrapiso aplicado sobre o entrepiso, objeto deste documento (sistema de piso leve);



- b) É proibida a instalação da tubulação da rede de distribuição interna aparente em espaços fechados que possibilitem o acúmulo de gás ou que dificultem a inspeção e a manutenção.

As restrições abaixo são aplicáveis somente nos projetos de edificações multifamiliares com até 04 pavimentos:

- a) A configuração estrutural das paredes é formada por montantes e travessas de madeira maciça serrada e ao menos uma chapa de madeira possui função de contraventamento (OSB);
- b) Aplicação de barreira impermeável à água e permeável ao vapor nas faces das chapas de madeira internas aos *shafts* e que integram as paredes estruturais, proporcionam maior proteção no caso de vazamentos prolongados;
- c) Restrição à existência de dutos ou ambientes vazios lacrados, ou seja, sem aberturas que permitam ventilação ou inspeção periódica. Exemplos: vazios sob escadas, porões e *shafts* devem ter abertura que permitam inspeção e ventilação. No caso dos *shafts*, aberturas de 400cm<sup>2</sup>, no pavimento térreo e na cobertura, são suficientes;
- d) Adoção de ressalto (molduras com declividade) com pingadeiras na região das juntas horizontais entre pavimentos;
- e) Inexistência de espaço vazio sob o imóvel, constituindo uma espécie de porão sem qualquer abertura que possibilite inspeção periódica ou ventilação, podendo gerar situação favorável a ocorrência de cupins subterrâneos ou condições propícias para a formação de focos de umidade.

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

- a) Encapsulamento das peças estruturais com chapas de gesso para *drywall*, tanto das paredes quanto do entepiso. As paredes ou forros protegidos adequadamente com camada dupla de chapas de gesso para *drywall* com juntas desencontradas e tratadas, num eventual incidente, permite que o fogo não atinja as peças do quadro estrutural durante os 30 minutos de resistência ao fogo requeridos;
- b) Proteção dos dispositivos de fixação das paredes e dos entrepisos contra a ação do fogo, posicionando-os sob as chapas de gesso para *drywall*;
- c) Parede de separação entre ambientes (compartimentação horizontal) com resistência ao fogo de 30 minutos, confinando o fogo nos ambientes e evitando a sua propagação para os demais ambientes da edificação. Detalhes no topo das paredes de compartimentação com relação à interface entre as chapas de gesso do forro e das paredes foram adotados (ver Figura 27), gerando interrupções que dificultam a passagem do fogo e permitem a separação entre unidades.

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

## 2. Diretriz para avaliação técnica

O IFBQ realizou a avaliação técnica de acordo com a Diretriz SINAT N° 005 Rev.02 – “Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light Wood Framing*)”, publicada em março de 2017 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 denominadas montantes, barrotes, soleiras, vergas e contra vergas são submetidas a tratamento químico sob pressão, com o produto preservativo arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) apresentando retenção de 7,0kg de i.a/m<sup>3</sup> com penetração 100% do alburno e da porção permeável.

Os quadros estruturais das paredes externas possuem peças de seção 38mm x 140mm, nas paredes internas possuem peças de seção 38mm x 89mm e nas paredes de geminação podem ser quadros simples ou duplos, com peças de seção 38mm x 89mm. O entepiso apresenta contrapiso de base cimentícia com espessura de 40mm, chapa de OSB de 18,3mm de espessura, quadro estrutural formado por peças de madeira serrada e tratada por meio de autoclave com seção de 45mm x 190mm, denominados barrotes. As peças de madeira são fixadas entre si por meio de prego do tipo anelado (em rolo) ou do tipo espiralados (ardox) conforme projeto estrutural. O espaçamento entre montantes é de no máximo 600mm;

##### b) Contraventamentos das paredes

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

##### c) Juntas entre chapas de OSB

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

##### d) Barreira impermeável

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

##### e) Membrana impermeável

Nas paredes de áreas molhadas (banheiro), a face das chapas de gesso para *drywall* (do tipo RU) que conformam o box são completamente revestidas ( piso ao teto) por membrana impermeável. As demais paredes recebem membrana impermeável aplicada desde o piso até a altura de 200mm acima do ponto de hidráulica mais alto (lavatório, pontos para torneira e registros).

Nas paredes sem pontos de hidráulica, a membrana impermeável de base acrílica é aplicada em três demãos cruzadas até altura de 200mm do piso acabado;

##### f) Revestimento dos quadros estruturais das paredes

O sistema de vedação vertical é composto por três tipos de chapas de revestimento: placas cimentícias classe A3 de 8mm de espessura, densidade de 850kg/m<sup>3</sup> e variação dimensional de  $\pm 2\text{mm/m}$ , 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 01);



**Tabela 01 – Acabamentos aplicados sobre o revestimento dos quadros estruturais das paredes**

Ambiente	Tipos de revestimento	Acabamento da superfície
Externo	Placa cimentícia - classe A3	Selador, base coat e textura acrílica
Interno em áreas secas	Chapa de gesso para <i>drywall</i> tipo ST	Pintura acrílica
Interno em áreas molhável (cozinha) e molhada (banheiro)	Chapa de gesso para <i>drywall</i> tipo RU	Placa cerâmica (do piso ao teto no box) Até 1500mm de altura nas demais áreas

**g) Tratamento de juntas entre placas cimentícias**

As juntas entre placas cimentícias podem ser do tipo aparente ou dissimulada. As bordas laterais das placas cimentícias não apresentam rebaxos, sendo as placas fixadas de modo a conformar uma junta de 3mm a 5mm. O tratamento de juntas do tipo aparente consiste em aplicação de selante a base de poliuretano com tempo de cura de 24h e capacidade de deformação de 25% nas juntas entre placas cimentícias (Figura 03).

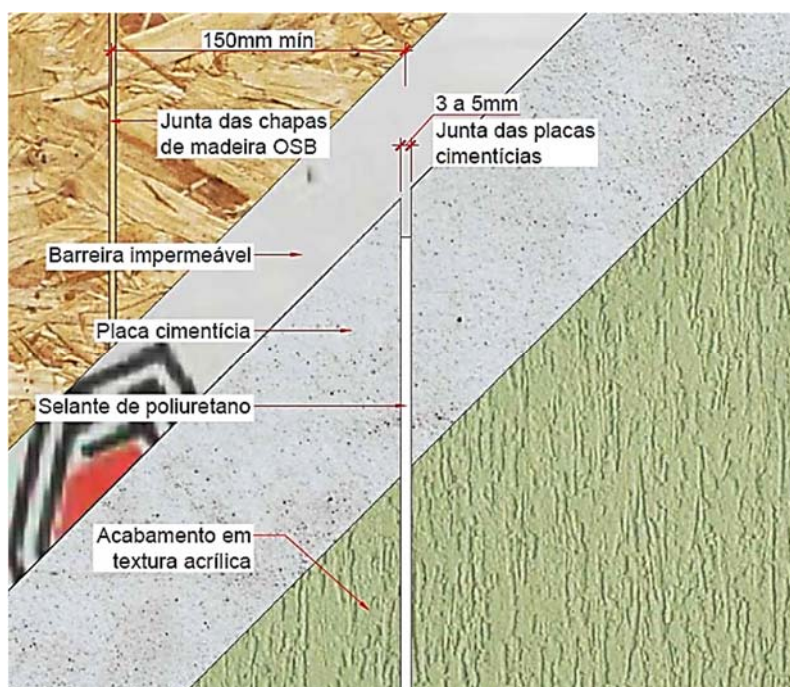


Figura 03 – Detalhe da junta aparente entre placas cimentícias

A Tabela 02 apresenta a caracterização do selante a base de poliuretano.

**Tabela 02 – Características do selante (base poliuretano)**

Requisitos	Indicadores de Conformidade
Alongamento	>500% <sup>(*)</sup>
Dureza inicial (1 a 6 meses) (20°C)	~25
Resistência aos raios ultravioletas	Boa
Resistência à produtos químicos (resistência a ácidos e bases diluídos)	Razoável
Temperatura de trabalho (°C)	5°C a 35°C
Tempo de cura (23°C e 50% U.R.)	24h

O tratamento de juntas do tipo dissimulada consiste em aplicação de massa de base acrílica nas juntas das placas cimentícias com bordas rebaxadas, seguida da aplicação de fita telada

de fibra de vidro álcali-resistente com largura de 100mm em toda a superfície da junta sobreposta por argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*). Sobre as placas cimentícias e juntas é aplicada uma primeira camada de argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*) e, na sequência, aplica-se tela de fibra de vidro álcali-resistente com largura de 1000mm. Em seguida é aplicada uma segunda camada da mesma argamassa polimérica (*base coat*) finalizando o cobrimento total da tela (Figura 04).

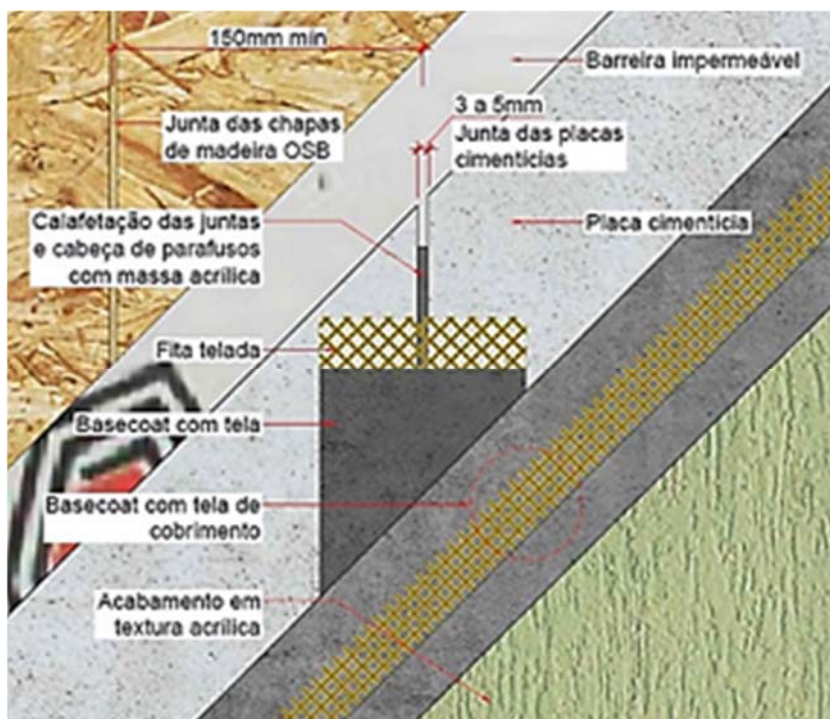


Figura 04 – Detalhe da junta dissimulada entre placas cimentícias

As Tabelas 03, 04 e 05, apresentam as caracterizações da massa de base acrílica, fita telada de fibra de vidro e da argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*), respectivamente;

**Tabela 03 – Características da massa de base acrílica**

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

**Tabela 04 – Características da fita telada de fibra de vidro**

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

**Tabela 05 – Características da argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*)**

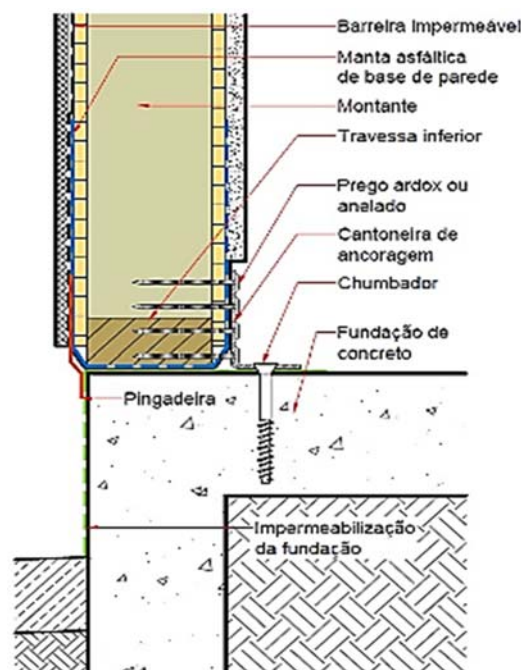
Requisitos	Caracterização
Retenção de água	97%
Densidade de massa no estado fresco	1.621,40kg/m <sup>3</sup>
Densidade de massa no estado endurecido	1.839,56kg/m <sup>3</sup>
Resistência à tração na flexão aos 28 dias	4,21Mpa
Resistência à compressão aos 28 dias	8,2Mpa
Resistência potencial de aderência à tração	0,9Mpa
Coefficiente de capilaridade	1,9g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>
Módulo de deformação dinâmico	7868,73Mpa
Variação dimensional aos 28 dias	0,13mm/m

**h) Tratamento de juntas entre placas cimentícias nas extremidades de paredes (canto vivo) e requadros de aberturas**

Sobre as placas cimentícias, em todas as extremidades de paredes (canto vivo) e requadros de aberturas isentas de contramarcos, são aplicadas cantoneiras perfuradas (do tipo “L”) em PVC ou metálicas galvanizadas, revestidas com argamassa polimérica de base cimentícia (*base coat*), sendo posteriormente pintadas;

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

Sobre o piso da fundação, onde são alocadas as paredes, aplica-se impermeabilizante (pintura de base betuminosa ou argamassa polimérica de base acrílica). A fixação da base dos quadros estruturais das paredes ao elemento de fundação é realizada com o auxílio de cantoneiras metálicas com largura de 40mm e altura mínima de 120mm (ou conforme projeto estrutural). Tais cantoneiras são fixadas à soleira (ou travessa inferior) e montante do quadro estrutural por meio de pregos anelados ou ardox e, ao elemento de fundação por meio de chumbadores do tipo aparafusável com cabeça escareada, diâmetro de 7,5mm e comprimento de 100mm. O dimensional e o espaçamento entre chumbadores é definido considerando o cálculo estrutural, sendo o espaçamento máximo permitido de 1500mm. A interface entre a parede de fachada e a fundação recebe pingadeira em chapa de aço galvanizado (Figura 05).



**Figura 05 – Detalhe da fixação da parede externa no elemento de fundação.**

A base dos quadros estruturais é protegida por manta asfáltica impermeabilizante de 0,9mm de espessura até a altura de 200mm em ambas as faces. A interface entre contrapiso e o quadro estrutural é preenchida com manta de dilatação em EPS ou polietileno (espessura mínima de 4mm). A base das faces internas das paredes de áreas secas do pavimento térreo, recebe membrana acrílica elástica (de aplicação a frio até altura de 200mm acima do piso acabado interno), e rodapé em material cerâmico com no mínimo 70mm de altura, assentado com argamassa colante tipo ACII (Figura 06);



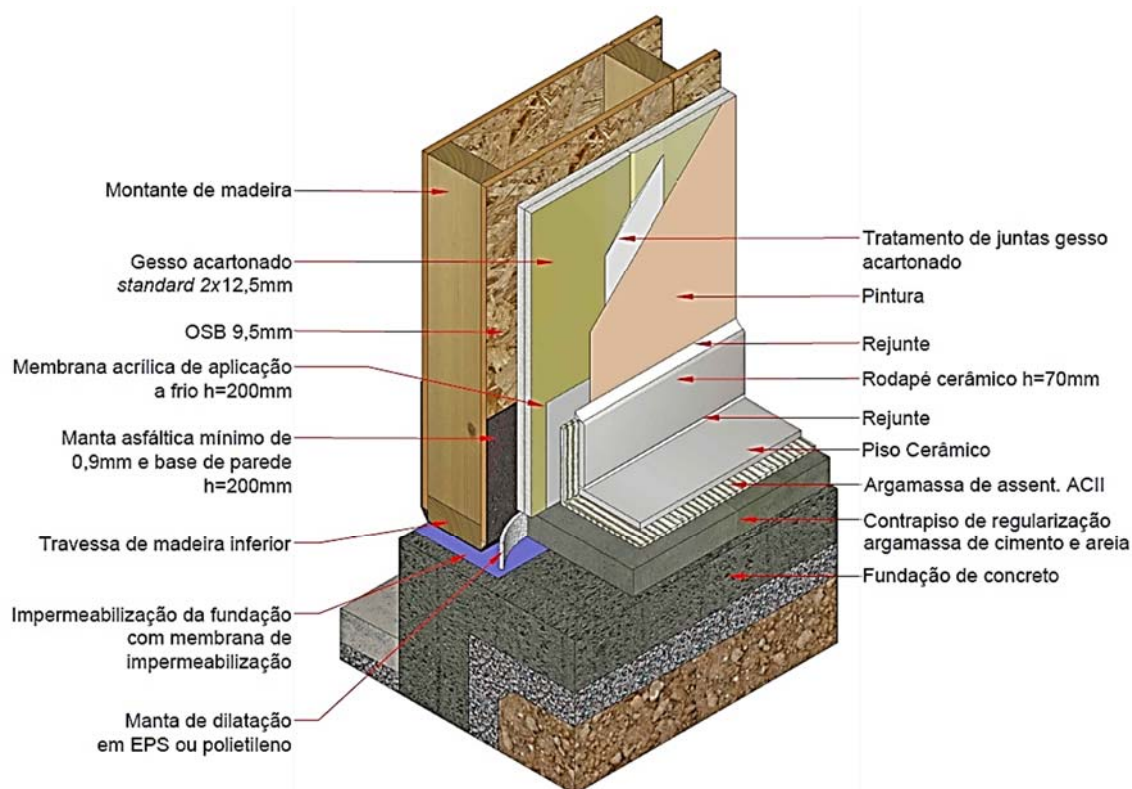


Figura 06 – Detalhe da impermeabilização da base das paredes externas junto ao elemento de fundação (áreas secas)

#### j) Interface entre os quadros estruturais das paredes com os entrepisos

Os painéis de entrepisos são alinhados de acordo com as travessas superiores das paredes dos pavimentos inferiores. A fixação do entrepiso nas travessas superiores das paredes é executada com parafuso metálico de cabeça escareada 8mmx260mm em número e espaçamento conforme projeto estrutural. A fixação das paredes do pavimento superior ao entrepiso é realizada por meio de cantoneiras metálicas de ancoragem com largura de 40mm e altura mínima de 120mm. Tais cantoneiras são fixadas à travessa inferior e aos montantes do quadro estrutural por meio de pregos anelados ou ardox e ao entrepiso por meio de parafusos, diâmetro de 8,0mm e comprimento de 100mm. O espaçamento entre cantoneiras de ancoragem dos painéis no entrepiso, bem como o tipo e a quantidade deve ser definida considerando o projeto executivo e o cálculo estrutural específico para cada empreendimento. A Figura 07 apresenta o detalhe da fixação do entrepiso na parede do pavimento inferior. A Figura 08 apresenta a ilustração da pingadeira entre pavimentos sobre a placa cimentícia do pavimento inferior a Figura 09 a mesma pingadeira instalada em obra;

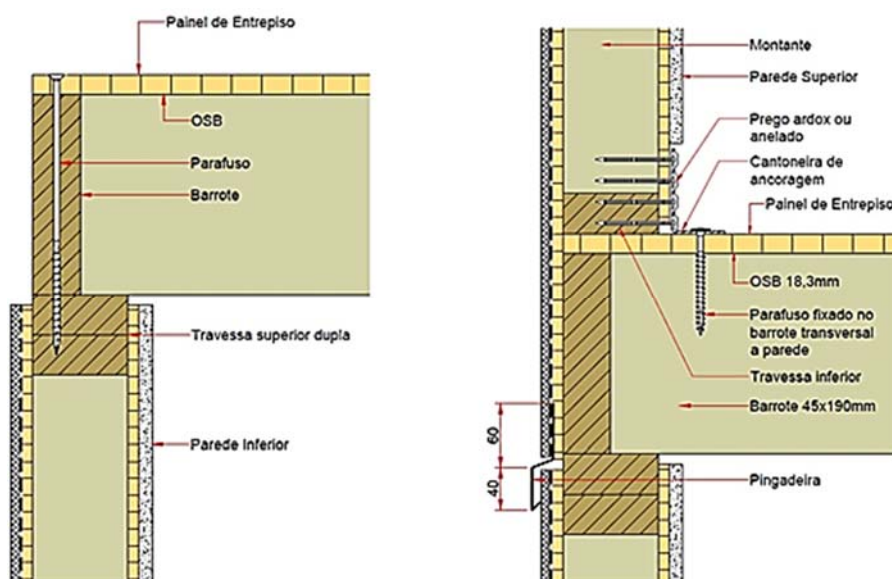


Figura 07 – Detalhe da ancoragem do entrepiso

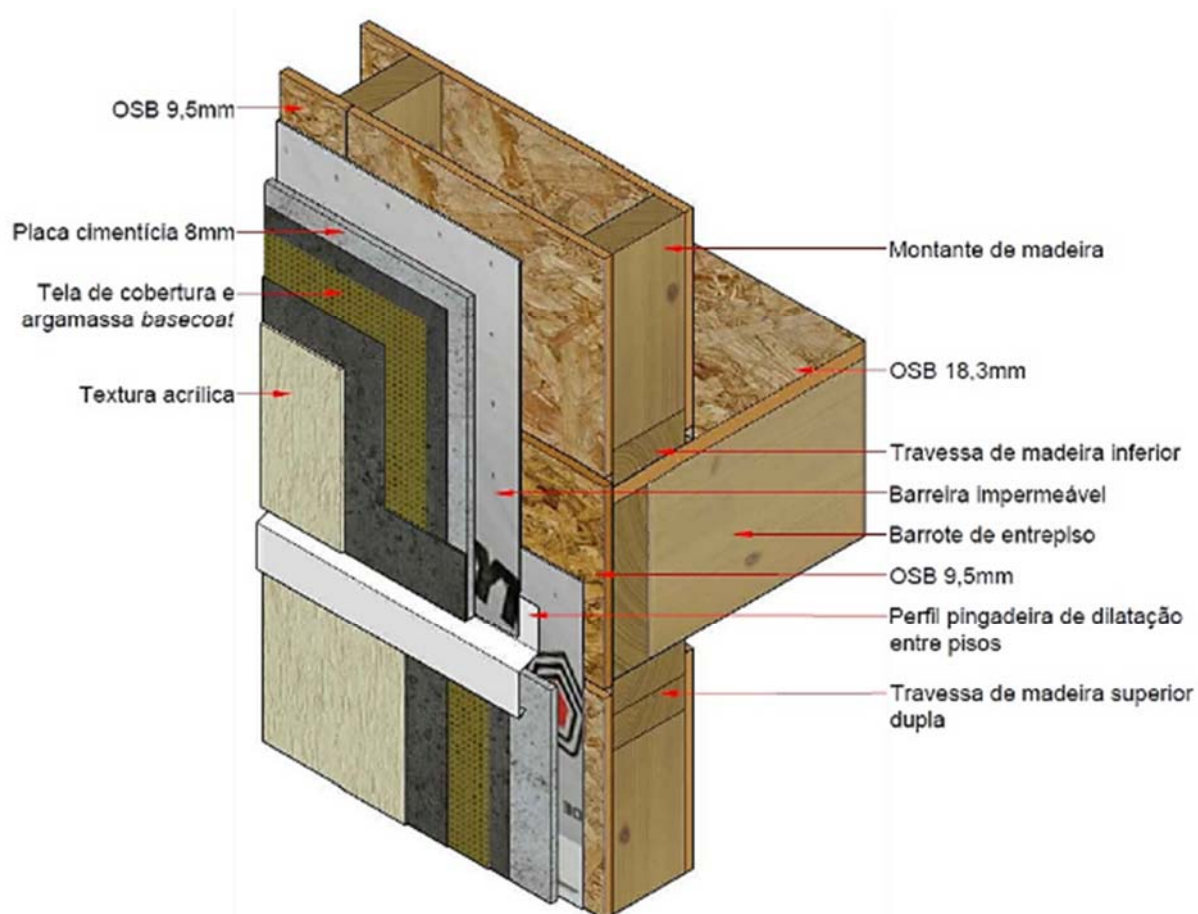


Figura 08 – Ilustração do posicionamento da pingadeira entre pavimentos



Figura 09 – Pingadeira instalada

#### k) Interface entre os quadros estruturais das paredes e sistema de piso

##### k.1) interface entre os quadros estruturais das paredes entrepiso – áreas molhadas

Nas áreas molhadas (banheiro) o quadro estrutural do entrepiso é composto por barrotes de madeira serrada e por chapa de compensado tratada. Sobre as chapas de compensado é disposta lona plástica (filme de polietileno com espessura de 50µm). Na interface entre a base das paredes e o contrapiso é aplicada manta de dilatação em EPS ou polietileno (espessura mínima de 4mm). Na sequência é lançado o contrapiso de base cimentícia com 40mm de espessura. Na área do box, após a cura do contrapiso (com caimento de 2% e espessura mínima de 40mm), é aplicada pintura betuminosa e na interface com as paredes é aplicado mastique a

base de elastômeros de poliuretano monocomponente (PU) como elemento de “quebra de canto”. A região do box é delimitada por meio de peça de madeira serrada (38mm x 140mm) (sóculo) e recebe manta asfáltica (3mm de espessura) de impermeabilização conformando barrado com 200mm de altura sobre as paredes e sobre o sóculo. Sobre a manta asfáltica de impermeabilização é aplicada proteção mecânica (argamassa de base cimentícia) com 20mm de espessura, de modo a obter-se caimento para o ralo. Após cura, é aplicada em todo o contrapiso do banheiro (incluindo o box) e nas paredes, membrana de impermeabilização de base acrílica. Observa-se que a membrana de impermeabilização de base acrílica é aplicada (três demãos cruzadas) nas paredes da região do box, desde o piso até a altura de 200mm acima do ponto de hidráulica mais alto. Nas demais paredes, a membrana de impermeabilização de base acrílica é aplicada até altura de 200mm do piso e, nas paredes que contem lavatório, pontos para torneira e registro, ultrapassa em no mínimo 200mm acima destes equipamentos. Adicionalmente é aplicada tela de reforço em todos os cantos e na interface da chapa de gesso para drywall e a proteção mecânica em argamassa cimentícia. O acabamento é providenciado por meio de revestimento cerâmico, assentado com argamassa tipo ACII, no contrapiso e nas paredes do piso até o teto.

As Figuras 10, 11 e 12 apresentam de modo esquemático os detalhes das interfaces e impermeabilizações.

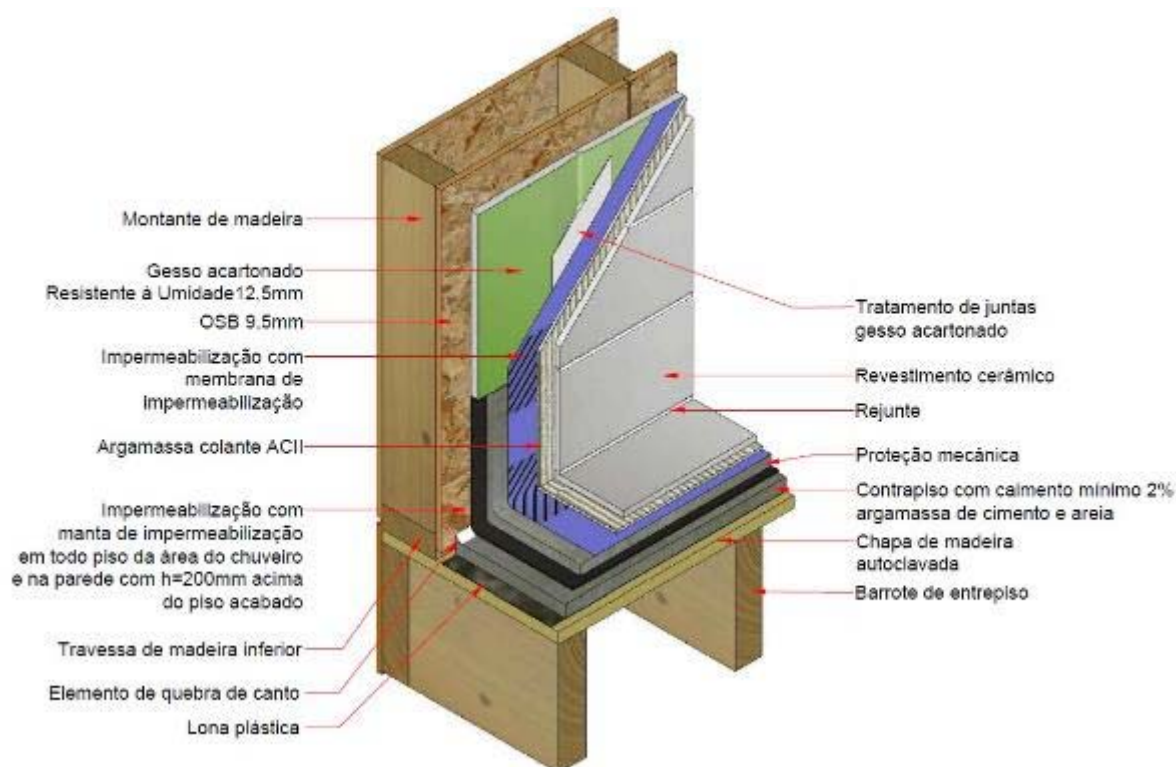


Figura 10 – Desenho esquemático da interface da base da parede externa e entrepiso – área molhada (box).



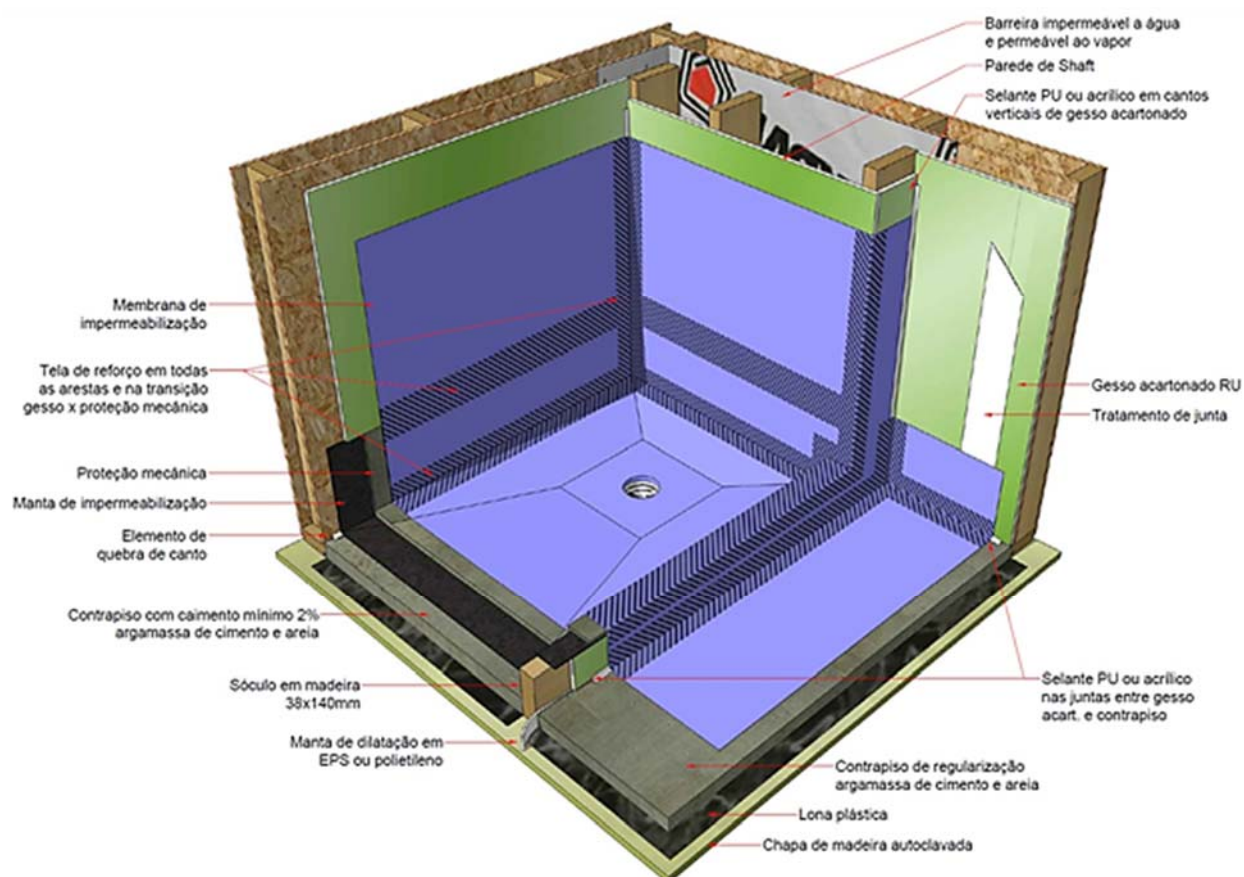


Figura 11 – Desenho esquemático das interfaces para áreas molhadas (box do banheiro)

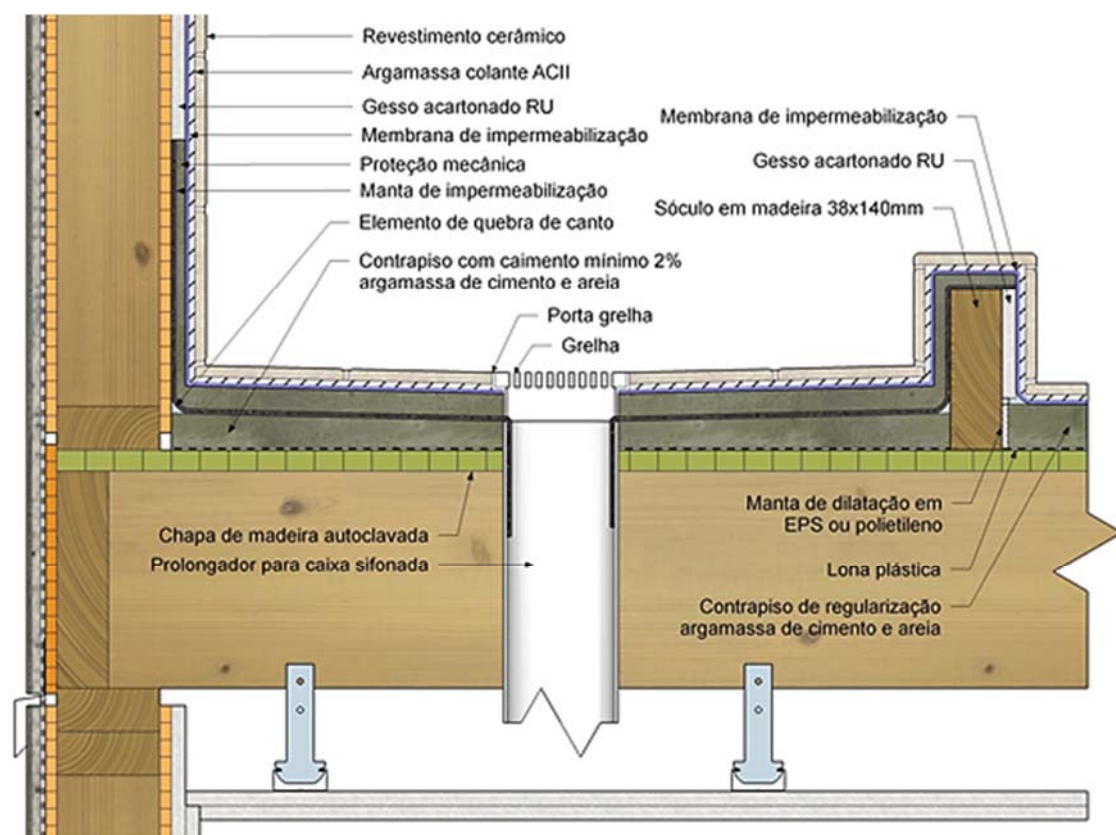


Figura 12 – Corte esquemático da região do box



A aplicação das etapas de impermeabilização realizadas em obra estão apresentadas nas Figuras 13 a 15. A Figura 16 apresenta o aspecto final com revestimento cerâmico;



Figura 13 – Aplicação de pintura betuminosa e mastique de poliuretano (quebra de canto) – região do box



Figura 14 – Aplicação de manta asfáltica – região do box



Figura 15 – Detalhe das camadas de impermeabilização



Figura 16 – Aspecto final do revestimento cerâmico

#### **k.2) interface entre os quadros estruturais das paredes e entrepiso – áreas molháveis**

Nas áreas molháveis (cozinha) 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 com espessura de 50µm). Na interface entre a base das paredes e o entrepiso é aplicada manta de dilatação em EPS ou polietileno (espessura mínima de 4mm). Na sequência é lançado o contrapiso de base cimentícia com 40mm de espessura, armado com tela metálica. Após a cura do contrapiso, na interface com as paredes é aplicado mastique a base de elastômeros de poliuretano monocomponente (PU) como elemento de “quebra de canto”. Após cura, é aplicada em todo o contrapiso e nas paredes, membrana de impermeabilização de base acrílica. Observa-se que a membrana de impermeabilização de base acrílica é aplicada em três demãos cruzadas nas paredes desde o piso até a altura de 200mm. Adicionalmente é aplicada tela de reforço em todos os cantos. O acabamento é providenciado por meio de revestimento cerâmico, assentado com argamassa tipo ACII, no contrapiso e nas paredes do piso até o teto.

A Figura 17 apresenta a interface do entrepiso em áreas molháveis (cozinha);

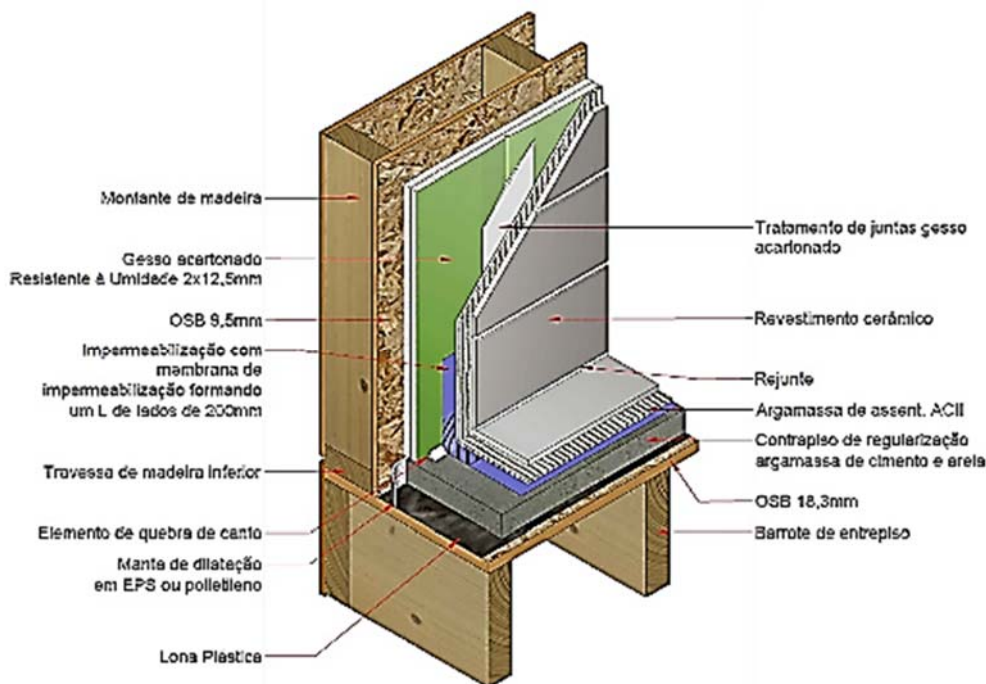


Figura 17 – Detalhes da interface da parede externa e entrepiso – Área molhável

### k.3) interface entre os quadros estruturais das paredes e entrepiso – áreas secas

Nas áreas secas o quadro estrutural do entrepiso é composto por barrote de madeira serrada e por chapa de OSB. Sobre as chapas de OSB é disposta lona plástica (filme de polietileno com espessura de 50µm). Na interface entre a base das paredes e o contrapiso é aplicada manta de dilatação em EPS ou polietileno (espessura mínima de 4mm). O acabamento é providenciado por meio de revestimento cerâmico no contrapiso assentado com argamassa tipo ACII, e nas paredes pintura acrílica.

A Figura 18 apresenta em corte a interface do entrepiso e paredes de áreas secas (quarto, sala, etc.);

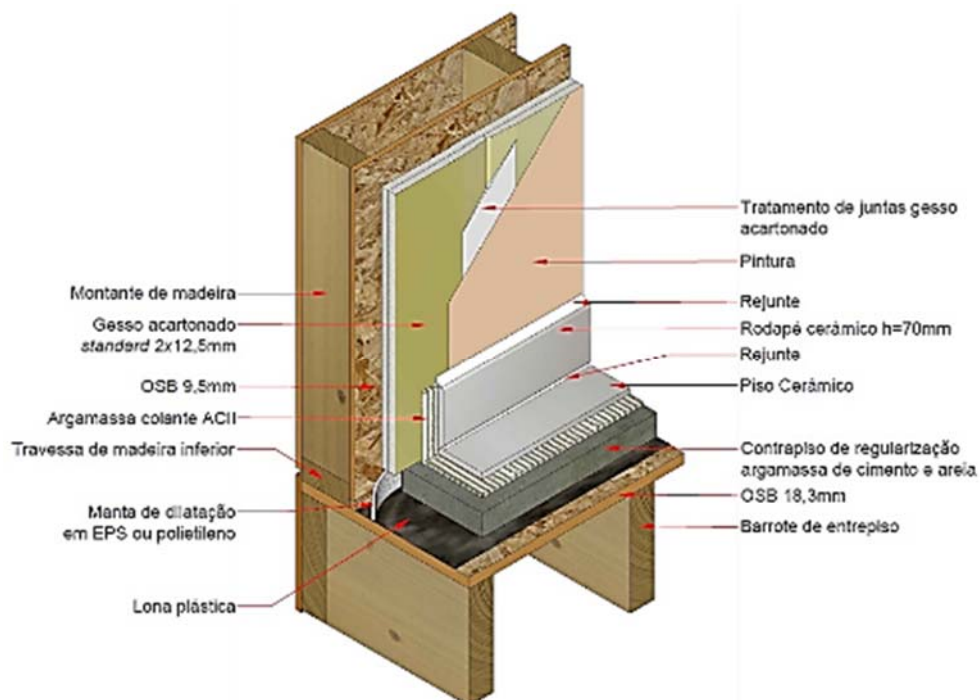


Figura 18 – Detalhes da interface da base da parede e entrepiso – Áreas secas.

## I) Interface entre os quadros estruturais das paredes e esquadrias

Conjunto de folha de porta e batente em madeira: os batentes são fixados aos montantes e verga com parafusos bicromatizados, do tipo chip chato, cabeça Philips com diâmetro de 4,5mm e comprimento de 50mm. A vedação do batente aos montantes e verga é realizada com espuma de poliuretano, aplicada em todo o contorno externo e interno do vão (Figura 19).

Conjunto de folha de porta e batente em alumínio: os vãos de portas externas recebem contramarco em alumínio fixado por meio de parafusos metálicos de rosca soberba, cabeça cônica estriada com comprimento de 15mm a 35mm, sendo a vedação entre contramarco e o quadro estrutural da parede realizada por meio de fita selante adesiva acrílica. A vedação externa da porta é realizada com selante a base de poliuretano aplicado em todo o contorno entre o batente e o contramarco (Figura 20).

Janela em alumínio: os vãos de janelas recebem contramarco em alumínio fixado por meio de parafusos metálicos de rosca soberba, cabeça cônica estriada com comprimento de 15mm a 35mm, sendo a vedação entre contramarco e o quadro estrutural da parede realizada por meio de fita selante adesiva acrílica. Sobre a porção inferior do contramarco é assentada pingadeira em alumínio (inclinação de 3%) com o auxílio de selante a base de poliuretano. A vedação externa da janela é realizada com selante a base de poliuretano aplicado em todo o contorno entre o caixilho e o contramarco. (Figura 21);

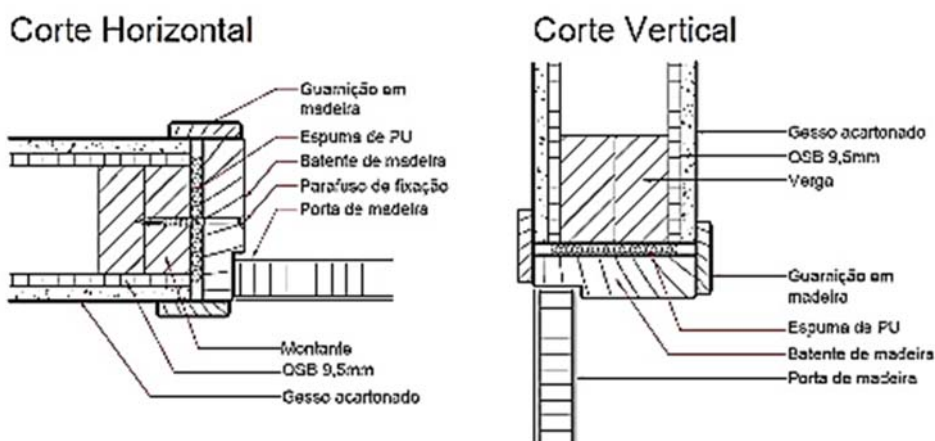


Figura 19 – Detalhe em corte da fixação do conjunto de folha porta e batente em madeira na parede interna

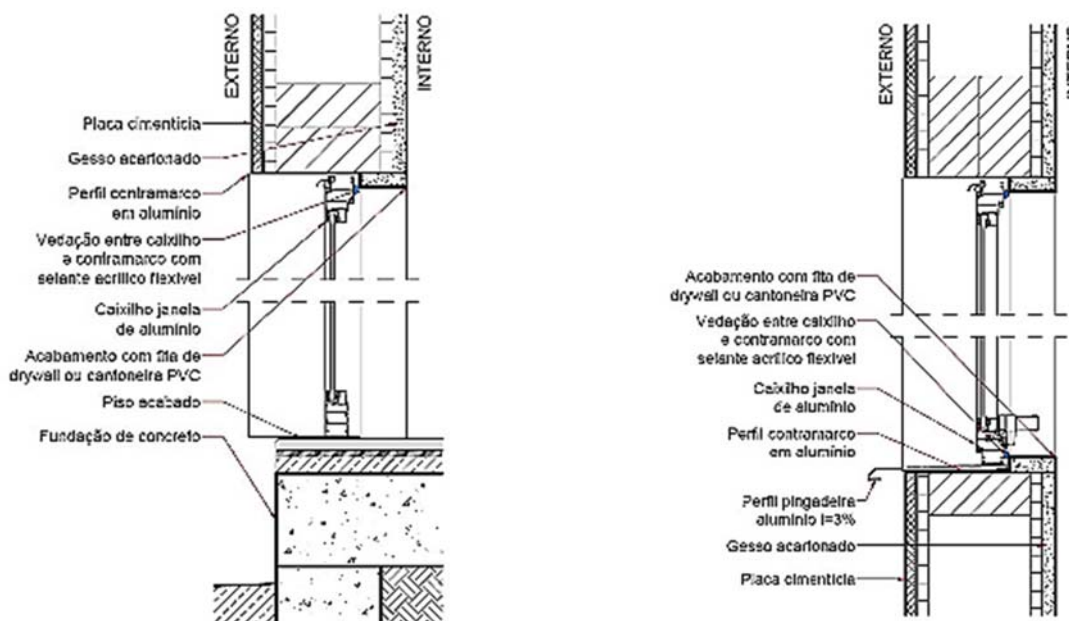


Figura 20 – Detalhe da fixação do conjunto de folha porta e batente em alumínio

Figura 21 – Detalhe de fixação de janela em alumínio

### **m) Interface com tubulações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de gás**

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

As tubulações de hidrossanitárias (esgoto e abastecimento de água fria) são alocadas em shafts, externamente às paredes (Figuras 22 e 23). Nos shafts são previstas janelas para inspeções e manutenções.



Figura 22 – Detalhe do posicionamento das tubulações hidráulicas



Figura 23 – Detalhe das tubulações sanitárias

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 tubulações de gás combustível são externas às paredes e entrepiso, tendo em vista que em eventual vazamento podem servir como câmara para o acúmulo de gases.

### **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 transportados por meio de caminhão equipados com guindastes para o canteiro de obra, sendo o descarregamento desses elementos realizado conforme plano de montagem estabelecido para cada empreendimento.

A obra deve prever acessos compatíveis aos veículos de transporte e estrutura que providencie a proteção contra intempéries dos painéis de paredes e de entrepisos durante o processo de montagem.

A segunda camada de chapas de gesso, nos revestimentos internos da edificação é executada após montagem final das paredes e da cobertura, permitindo otimização de acabamentos e demais revestimentos cerâmicos, assim como os arremates de entrepisos na face externa, pelas placas cimentícias e o respectivo acabamento externo de argamassa polimérica (*base coat*) e pintura acrílica texturizada.

#### **3.2.1. Produção dos quadros estruturais das paredes na unidade fabril**



- a) Montagem dos quadros estruturais das paredes (externas, internas e de geminação) com peças de madeira serradas autoclavadas;
- b) Aplicação da manta impermeabilizante na base dos quadros estruturais das paredes térreas;
- c) Face externa das paredes externas:
  - Fixação das chapas de OSB sobre quadro estrutural;
  - Aplicação da barreira impermeável sobre as chapas de OSB. Nos vãos destinados a portas e janelas, as barreiras impermeáveis são cortadas e dobradas sobre os respectivos requadros;
  - Inserção dos contramarcos em alumínio nos vãos de portas e janelas, quando existentes;
  - Fixação das placas cimentícias sobre a barreira impermeável;
- d) Face interna das paredes externas:
  - Fixação das chapas de OSB sobre quadro estrutural;
  - Fixação das chapas de gesso para *drywall* (ST ou RU);
- e) Paredes internas ou de geminação:
  - Fixação das chapas de OSB em uma das faces sobre o quadro estrutural;
  - Fixação das chapas de gesso para *drywall* (ST ou RU);
  - Finalizada as etapas em uma face da parede, a mesma é rotacionada para a execução do fechamento oposto seguindo o mesmo procedimento;
- f) Finalizada a montagem dos quadros estruturais, das paredes externas, das paredes internas e das paredes de geminação, estes são codificados e encaminhados para estoque da fábrica.

### 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 ou compensado tratado sobre quadro estrutural.

### 3.2.3. Processo de montagem em obra

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

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



Figura 24 – Movimentação e montagem das paredes

O dimensionamento e espaçamento deve ser conforme projeto estrutural (máximo de 1500mm). A (Figura 24) apresenta a movimentação e montagem das paredes;

- d) Montagem do entrepiso: os painéis de entrepisos são alinhados de acordo com as travessas superiores das paredes do pavimento térreo, de modo a deixar uma junta de 4mm entre cada quadro estrutural que compõe o entrepiso. A fixação nas travessas superiores das paredes do pavimento térreo é executada com parafuso metálico de cabeça escareada (Figuras 25 e 26). Após conclusão, inicia-se a montagem do forro em chapas de gesso para *drywall* na face inferior do entrepiso.



Figura 25 – Fixação do entrepiso



Figura 26 – Fixação do quadro estrutural de entrepiso na travessa superior da parede

A Figura 27, referente a edificações multifamiliares, apresenta como deve ser executada a disposição das duas camadas das chapas de gesso para *drywall* das paredes na interface com as duas camadas das chapas de gesso para *drywall* utilizadas no forro, de forma a colaborar com a segurança contra incêndio;

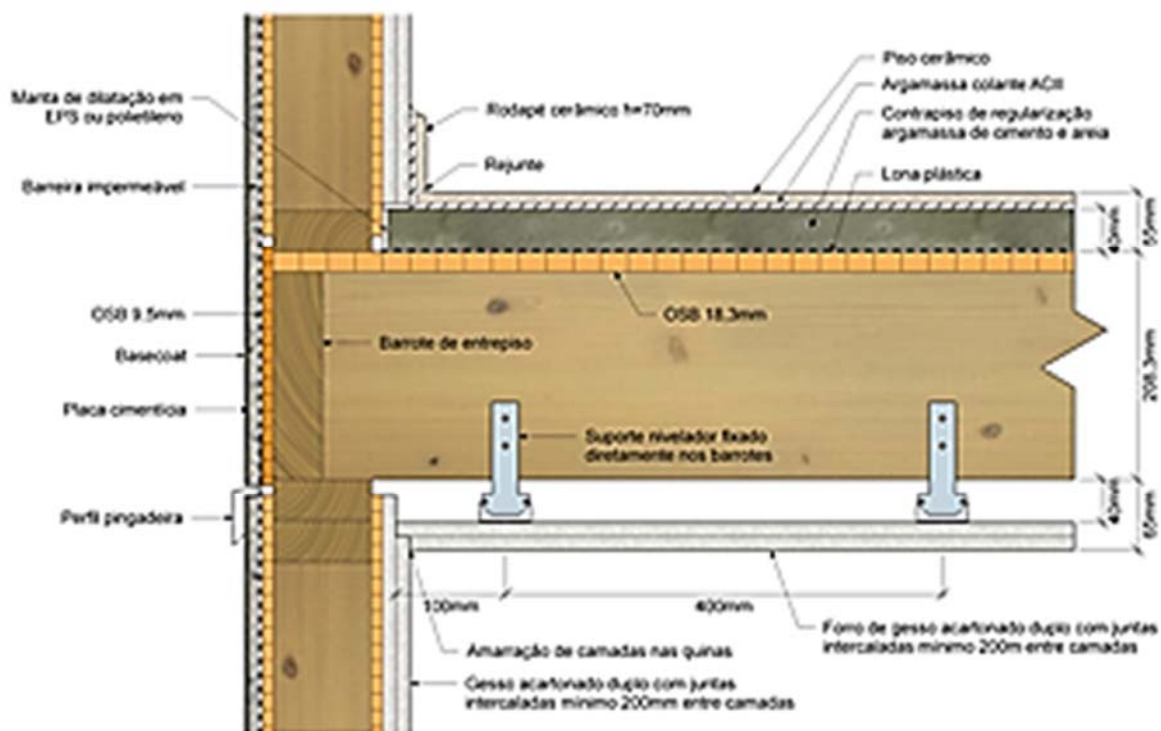


Figura 27 – Detalhe em corte da disposição das duas camadas das chapas de gesso para *drywall* na interface das paredes com o forro em edificações multifamiliares

- e) Montagem das tesouras em madeira da estrutura da cobertura, fixadas com parafusos nas travessas superiores das paredes, conforme projeto específico da cobertura e projeto estrutural.

Em edificações multifamiliares, sobre as tesouras que conformam a estrutura aplica-se chapa de OSB com 11,1mm de espessura e, sobre esta, barreira impermeável. Sobre a estrutura de fixação do forro em camada dupla das chapas de gesso para *drywall* (12,5mm de espessura), é aplicada manta de lã de vidro com espessura de 100mm.

O telhado é em telha cerâmica com 20mm de espessura, sendo o beiral com projeção horizontal de 800mm em todo o perímetro da edificação, o qual recebe forro em réguas de PVC com 8mm de espessura (Figura 28).

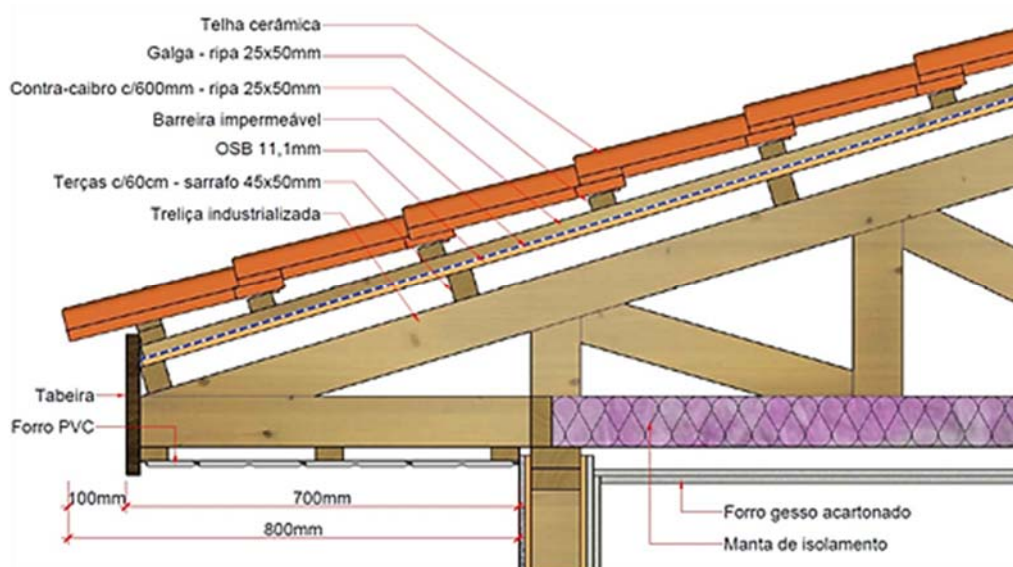


Figura 28 – Corte do sistema de cobertura e beiral em edifício multifamiliar

Em edificações unifamiliares (casas térreas e sobrados) o telhado em telhas cerâmicas com 20mm de espessura é aplicado sobre ripamento sendo o beiral de 600mm de projeção horizontal. Nas unidades geminadas, os septos (oitões internos) localizados acima das paredes de geminação simples, são independentes e compostos por estrutura metálica ou em madeira contraplacada com uma camada de chapas de gesso para *drywall* do tipo “Standard” de 12,5mm de espessura. Para as unidades com parede de geminação dupla, os septos (oitões) são compostos pela própria parede de geminação dupla, os quais ultrapassam o telhado e são protegidos em seu topo por rufos metálicos galvanizados. Ao sistema de cobertura é aplicado forro em gesso ou em régua de PVC, sobreposto por manta de lã de vidro com 89mm de espessura e condutividade térmica da ordem de 0,049W/mK (Figura 29);



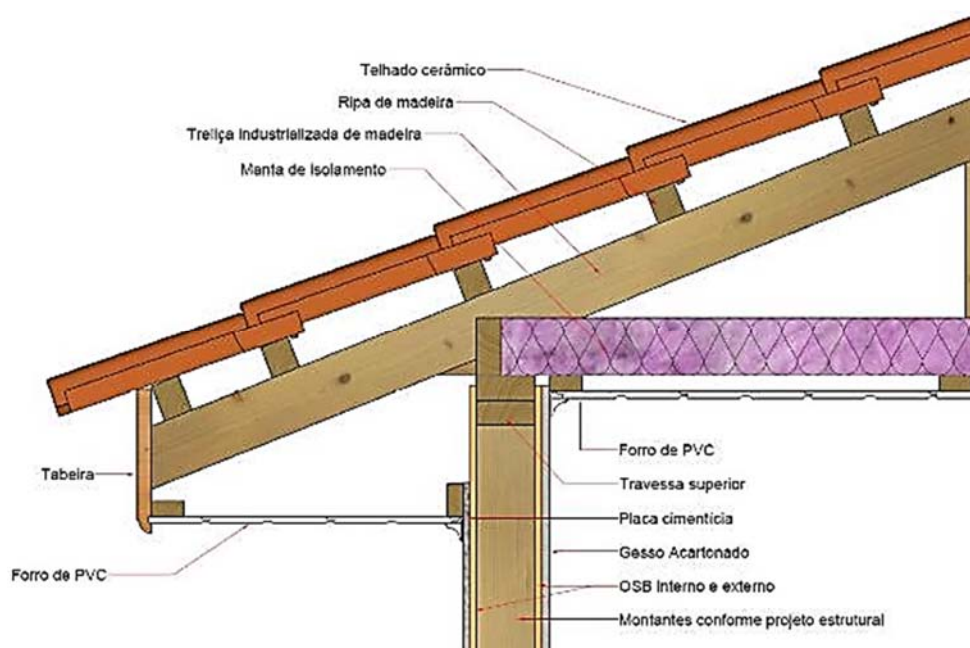


Figura 29 – Corte do sistema de cobertura e beiral em habitação unifamiliar

- f) Fixação das esquadrias: conforme item 3.1, alínea L);
- g) 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 30) de pisos e de paredes e pintura das paredes;



Figura 30 – Acabamentos internos do banheiro e da cozinha

- h) Arremates e acabamentos externos: aplicação de cantoneiras de PVC nos cantos vivos e pintura com textura acrílica (Figuras 31 e 32).

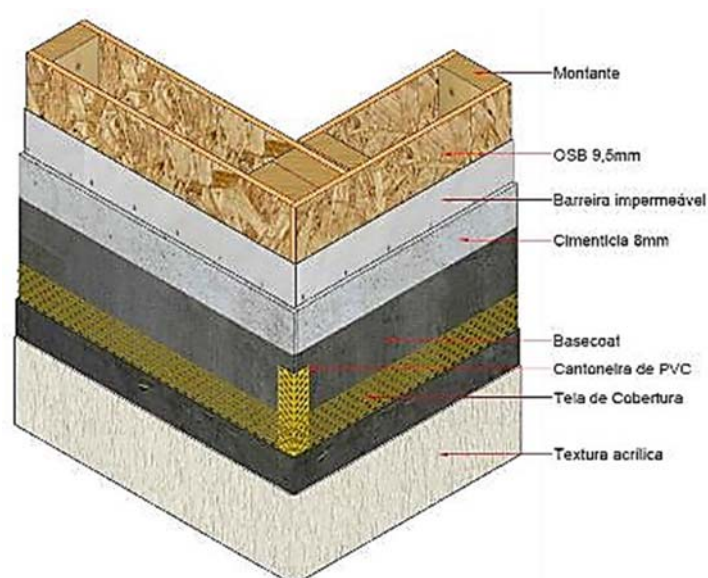


Figura 31 – Detalhe do acabamento externo



Figura 32 – Acabamentos externos

## 4. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi conduzida conforme a Diretriz SINAT Nº 005 – Rev.02, 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 obras 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 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 refere-se ao projeto de edificações multifamiliares de 3 (três) pavimentos (térreo + 2 (dois) pavimentos) e evidencia os fatores considerados no cálculo, inclusive o método de análise estrutural e as premissas e hipóteses adotadas. Também considera as exigências estabelecidas na Diretriz SiNAT Nº005 – Rev. 02, 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 deve atender 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 e do telhado, quando essas forem 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 ou ao entrepiso devem ser 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 os fatores devem ser evidenciados na memória de cálculo;
- Considerando a tipologia avaliada edificação multifamiliar com 3 (três) pavimentos, foram consideradas para efeito de cálculo as seguintes hipóteses: (a) instante “0”, considerando 60% da resistência dos montantes e barrotes ( $k_{mod3}=0,6$  - coeficiente de modificação segundo a ABNT NBR 7190) e (b) condição para atendimento da estabilidade em situação de manutenção, de apenas um pavimento de cada vez, considerando a biodeterioração de 50% da seção dos barrotes que apoiam o piso do banheiro e eliminação de chapas de OSB das paredes do banheiro;
- Paredes adjacentes fixadas entre elas por parafusos ao longo da altura do pavimento, sendo essas paredes fixadas aos barrotes do piso ou 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;
- Detalhes de ligação na região das juntas horizontais entre pavimentos que acomodem as deformações oriundas da retração (por efeito de umidade) que ocorrem principalmente nos barrotes (peças cujas cargas estão perpendiculares às fibras da madeira).

Foram realizados ensaios laboratoriais em paredes representativas, considerando quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm e de 38mm x 140mm, chapas de OSB com 9,5mm de espessura em ambos os lados e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura em uma face.

A Tabela 06 apresenta a síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório, para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado limite último e o estado limite de serviço.

**Tabela 06 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica**

Corpo de prova ensaiado	Carga do primeiro dano (kN/m)		Carga de ruptura (kN/m)	
	38mm x 89mm	38mm x 140mm	38mm x 89mm	38mm x 140mm
Quadro estrutural (montantes)				
CP 1	120,5	156,6	120,5	224,7
CP 2	117,9	156,6	117,9	224,7
CP 3	116,5	224,7	116,5	251,9
Média	118,3	179,3	118,3	233,8

Considerando-se os quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm, tem-se:

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de  $S_k = 39,38\text{kN/m}$  (parede pavimento térreo), obtida no cálculo estrutural para edifício habitacional com três pavimentos, e considerando a equação de resistência última ( $R_{ud}$ ) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando  $\xi = 1,3$  e  $\gamma_m = 1,5$  conforme ABNT NBR 8681 e memória de cálculo), determina-se para compressão excêntrica  $R_{ud} = 57,47\text{kN/m}$  e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que:  $S_d = 55,08\text{kN/m} \leq R_{ud} = 57,47\text{kN/m}$ . Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

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

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga máxima atuante de  $S_k = 54,9\text{kN/m}$  (parede pavimento térreo), obtida no cálculo estrutural para edifício habitacional com três pavimentos, e considerando a equação de resistência última ( $R_{ud}$ ) apresentada na ABNT NBR 15575-2 (adotando  $\xi = 1,3$  e  $\gamma_m = 1,5$  conforme ABNT NBR 8681 e memória de cálculo), determina-se para compressão excêntrica  $R_{ud} = 110,8\text{kN/m}$  e, aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4 na carga máxima atuante, tem-se que:  $S_d = 76,9\text{kN/m} \leq R_{ud} = 110,8\text{kN/m}$ . Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Foram realizados ensaios de impacto de corpo mole e os resultados indicam que os corpos de prova não apresentaram deslocamentos superiores aos limites estabelecidos, bem como falhas (fissuras, moissas e frestas) e/ou rupturas nos componentes das paredes para as energias de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J e 960J, atendendo aos critérios mínimos estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.02.

Os ensaios de impacto de corpo duro foram realizados para as paredes externas (fachada), internas (divisão entre ambientes) e internas de geminação (entre unidades habitacionais), com energias de 2,5J e 10J para as paredes internas e de 3,75J e 20J para as paredes externas, cujos resultados apresentaram atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.02.

Foram também realizados ensaios de solicitações transmitidas por portas, considerando fechamento brusco e impacto de corpo mole. Não foram observadas falhas (fissurações, destacamentos, entre outros) no encontro com os marcos, cisalhamentos nas regiões de solidarização dos marcos com as paredes, nem destacamentos em juntas entre componentes das paredes, demonstrando que o critério da Diretriz SINAT N° 005 – Rev.02 foi atendido.

Os ensaios de verificação da capacidade de suporte de peças suspensas consideraram o dispositivo padrão de mão francesa. Os tipos de fixações empregados nos ensaios devem ser descritos no manual de uso, operação e manutenção (Manual do Proprietário).

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

A análise do desempenho estrutural do entrepiso considerou o projeto estrutural, os resultados dos ensaios de impactos de corpo mole, impactos de corpo duro e memória de cálculo de edificação multifamiliar com 3 pavimentos, sendo o maior vão de piso com comprimento de 3840mm. O entrepiso era constituído por barrotes de Pinus estrutural autoclavado, com seção transversal de 45mm x 190mm, espaçados a cada 400mm. Sobre os barrotes, chapas OSB estrutural de 18,3mm, fixadas com prego anelado de 2,5mm x 50mm.

O entrepiso foi submetido a carga concentrada de 3kN aplicada no ponto mais desfavorável e não apresentou ruptura ou qualquer outro dano que promovesse (flecha) deslocamento superior a L/500.

Os resultados obtidos demonstram atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.02 quanto a análise do desempenho estrutural do entrepiso para impactos de corpo mole, impactos de corpo duro e aplicação de cargas verticais concentradas.

#### **4.2. Estanqueidade à água**

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

Para verificação da estanqueidade à água das paredes externas foram realizados ensaios laboratoriais (pressão de 50Pa e vazão 3L/min/m<sup>2</sup>) considerando “interfaces entre a janela e a parede” e “parede cega”. Os corpos de prova representativos da “parede cega” consideraram os tratamentos de juntas aparentes e de juntas dissimuladas entre as placas cimentícias, conforme descrito no item 3.1, alínea 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. 02.

O projeto especifica detalhes que favorecem a estanqueidade à água das fachadas, como pingadeiras em aço galvanizado fixadas junto a base das paredes e nos entrepisos, pingadeiras em alumínio nos peitoris de janelas, calçada externa (inclinação de 2% voltada para a face oposta da parede externa) e desnível entre calçada e base da parede externa de 150mm, beirais de telhado (600mm de projeção horizontal) e manta impermeabilizante de 0,9mm de espessura na base dos quadros estruturais com altura de 200mm em ambas as faces.

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

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

A análise do projeto indica que o produto atende aos requisitos de estanqueidade à água, estabelecidos na Diretriz SINAT N° 005 – Rev.02.

#### **4.3. Desempenho térmico**

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

As simulações computacionais foram realizadas utilizando o software *EnergyPlus*.



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

O estudo computacional avaliou o sistema leve em madeira Tecverde considerando as seguintes características relevantes para análise do desempenho térmico:

- Paredes externas (montantes de 38x90mm espaçados a cada 600mm), compostas por placas cimentícias com espessura de 8mm na face externa (densidade de massa aparente de 1700kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 1000J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K), chapas de OSB com espessura de 9,5mm (densidade de massa aparente de 681kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K) e chapa de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm na face interna (densidade de massa aparente de 750kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 840J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K). A espessura total da parede é de 128,5mm;
- Paredes internas com câmara de ar de 89mm, revestidas em ambas as faces por chapas de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm e chapas de OSB, com espessura de 9,5mm. A espessura total das paredes internas é de 133mm;
- Paredes duplas internas de geminação com quadro em madeira formando câmara de ar de 89mm, revestidas em ambas as faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm, justapostas entre si com 3mm de distância. Recebem acabamento em chapas de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm. A espessura total da parede de geminação é de 244mm;
- Entrepisos composto por barrotes de 45x190mm espaçados a cada 400mm, câmara de ar de 190mm, chapas de OSB de 18,3mm de espessura (densidade de massa aparente de 681kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K), contrapiso de argamassa de cimento e areia (1:3) com espessura de 30mm, argamassa colante de 5mm de espessura (densidade de massa aparente de 2000kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 1000J/kg.K e condutividade térmica de 1,15W/m.K), piso cerâmico de 10mm de espessura (densidade de massa aparente de 1600kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 920J/kg.K e condutividade térmica de 0,9W/m.K) e forro de gesso com 12,5mm de espessura;
- A avaliação de desempenho térmico considerou duas tipologias de forro horizontal do sistema de cobertura:
  - ✓ Tipologia A: régua de PVC com 8mm de espessura (densidade de massa aparente de 1300kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 960J/kg.K e condutividade térmica de 0,2W/m.K);
  - ✓ Tipologia B: chapas de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura (densidade de massa aparente de 840kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 750J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K);
- Cobertura com inclinação de 30%, composta por telhas cerâmicas, com espessura média de 20mm (densidade de massa aparente de 2000kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 920J/kg.K e condutividade térmica de 1,05W/m.K); camada de 89mm de lã de vidro sobre o forro (densidade de massa aparente de 10,35kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 700J/kg.K e condutividade térmica de 0,045W/m.K);
- Piso do pavimento térreo em radier de concreto com espessura de 120mm, argamassa de assentamento com espessura aproximadamente de 5mm e piso cerâmico com espessura de 10mm;
- Janelas dos dormitórios veneziana com tipologia de correr, dimensões de 1500mm x 1200mm, compostas por caixilhos metálicos, com três folhas, sendo uma veneziana fixa, uma veneziana de correr e uma folha de correr de vidro liso incolor transparente com 3mm de espessura;
- Janela da sala com tipologia de correr, dimensões de 1500mm x 1200mm, compostas por caixilhos metálicos, com duas folhas de vidro liso incolor transparente com 3mm de espessura;
- Janela da escada, dimensões de 600mm x 1200mm, composta por caixilho metálico, com um vidro fixo liso incolor transparente com 3mm de espessura;
- Janela do banheiro, com tipologia basculante, dimensões de 800mm x 800mm, composta por caixilho metálico, com vidro mini-boreal com 3mm de espessura;
- Porta da cozinha, com tipologia de correr, dimensões de 1200mm x 2100mm, composta por caixilho metálico, com duas folhas de vidro liso laminado transparente com 3mm de espessura;

- Portas em madeira, com tipologia de abrir e dimensões 800mm x 2100mm;
- Pé direito do pavimento térreo de 2545mm e do pavimento superior de 2500mm;
- Área construída por unidade de 63,77m<sup>2</sup>.

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

- Absortância 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 07 demonstra a síntese da avaliação para a “Condição padrão”, para os períodos de verão (para as oito zonas bioclimáticas) e de inverno (para as zonas bioclimáticas 1 a 5), considerando a Tipologia A em forro horizontal com régua de PVC com 8mm de espessura.

Para as condições “com ventilação”, “com sombreamento” e “com sombreamento e ventilação” não foi avaliado o período de inverno, ou seja, foi avaliado apenas o período de verão para as oito zonas bioclimáticas.



**Tabela 07 – Condições para obtenção do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (forro em réguas de PVC)**

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 ou escura
2	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura
3	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
4	não atende	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
5	não atende	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
6*	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
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 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

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

A Tabela 08 demonstra a síntese da avaliação para a condição “padrão”, para os períodos de verão (para as oito zonas bioclimáticas) e de inverno (para as zonas bioclimáticas 1 a 5), considerando a Tipologia B em forro horizontal com chapas de gesso *para drywall* com 12,5 mm de espessura.

Para as condições “com ventilação”, “com sombreamento” e “com sombreamento e ventilação” não foi avaliado o período de inverno, ou seja, foi avaliado apenas o período de verão para as oito zonas bioclimáticas.

**Tabela 08 – Condições para obtenção do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (forro em chapas de gesso para drywall)**

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 ou escura
2	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura
3	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
4	não atende	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
5	não atende	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
6*	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
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 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

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

#### 4.3.2. Edifícios multifamiliares de até quatro pavimentos

- Paredes externas (conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, revestidos em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm (densidade aparente de 681kg/m³, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K)) com câmara de ar de 140mm, fechamento externo composto por placas cimentícias com espessura de 8mm (densidade aparente de 1700kg/m³, calor específico de 1000J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K) revestidas com camada de *base coat* (argamassa cimentícia) com 5mm de espessura (densidade aparente de 1840kg/m³, calor específico de 1000J/kg.K, condutividade térmica de 1,15W/m.K) e acabamento em textura acrílica com 3mm de espessura. Fechamento interno é constituído por camada dupla de chapa de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm (densidade aparente de 750kg/m³, calor específico de 840J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K). A espessura total da parede externa é de aproximadamente 200mm;
- Paredes internas (conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm, revestidas em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm (densidade aparente de 681kg/m³, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K)) com câmara de ar de 89mm, revestidas em ambos lados por camada dupla de chapas de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm (densidade aparente de 750kg/m³,

calor específico de 840J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K). A espessura total das paredes internas é de aproximadamente 158mm;

- Paredes internas do banheiro (conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm e revestidas em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm (densidade aparente de 681kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K)) com câmara de ar de 89mm, revestidas em ambas as faces por chapa de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm (densidade aparente de 750kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 840J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K). A espessura total das paredes internas do banheiro é de aproximadamente 133mm;
- Paredes duplas internas de geminação (conformadas por dois quadros estruturais justapostos, sendo cada quadro composto por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm, revestidos em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm (densidade aparente de 681kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K)) com câmara de ar de 89mm. Os quadros estruturais distam 3mm entre si. O acabamento voltado para o interior da edificação é em camada dupla de chapas de gesso para *drywall* com espessura de 12,5mm (densidade aparente de 750kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 840J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K). A espessura total da parede de geminação é de aproximadamente 269mm;
- Entrepisos compostos por quadro estrutural conformado por peças (barrotes) de madeira serrada com seção de 45x190mm, com fechamento superior em chapa de OSB de 18,3mm de espessura (densidade aparente de 681kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 2300J/kg.K e condutividade térmica de 0,17W/m.K), sobreposto por contrapiso cimentício com espessura de 40mm e argamassa colante de 5mm de espessura (densidade aparente de 2000kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 1000J/kg.K e condutividade térmica de 1,15W/m.K), revestido com placas de piso cerâmico de 10mm de espessura (densidade aparente de 1600kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 920J/kg.K e condutividade térmica de 0,9W/m.K). O fechamento da face inferior (forro) é composto por camada dupla de chapas de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura (densidade aparente de 750kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 840J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K);
- Cobertura com inclinação de 35%, composta por telhas cerâmicas, com espessura média de 20mm (densidade aparente de 2000kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 920J/kg.K e condutividade térmica de 1,05W/m.K); camada de 100mm de lã de vidro (densidade aparente de 10,35kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 700J/kg.K e condutividade térmica de 0,045W/m.K) sobre a estrutura de fixação do forro composto por camada dupla de chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura (densidade aparente de 840kg/m<sup>3</sup>, calor específico de 750J/kg.K e condutividade térmica de 0,35W/m.K);
- Piso do pavimento térreo em radier de concreto, argamassa de assentamento com espessura aproximadamente de 5mm e piso em placas cerâmicas com espessura de 10mm;
- Janelas dos dormitórios com tipologia de correr, dimensões de 1200mm x 1000mm, compostas por caixilho metálico com duas folhas de vidro liso incolor com 3mm de espessura;
- Janela da sala com tipologia de correr, dimensões de 1000mm x 1000mm, compostas por caixilho metálico com duas folhas de vidro liso incolor com 3mm de espessura;
- Janela do banheiro, com tipologia maxi-ar, dimensões de 800mm x 600mm, composta por caixilho metálico com vidro mini-boreal com 3mm de espessura;
- Portas com folha de madeira semi oca, e dimensões 700mm x 2100mm;
- Pé direito de 2500mm.

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

- Absorptância 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.

Para o período de verão foram avaliadas as seguintes condições:

- 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 para o período de inverno foi considerada apenas na “Condição padrão” para as zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 4 e 5. As zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não necessitam avaliação para o período de inverno conforme ABNT NBR 15575-1.

A Tabela 09 demonstra a síntese da avaliação da “Condição padrão”, para os períodos de verão (para as oito zonas bioclimáticas) e de inverno (para as zonas bioclimáticas 1 a 5). Para as condições “com ventilação”, “com sombreamento” e “com sombreamento e ventilação”, foi avaliado apenas para o período de verão nas zonas bioclimáticas 1 a 8.

**Tabela 09 – Cor do acabamento externo das paredes para obtenção do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas**

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 ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
2	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
3	Atende com cor clara	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
4	Atende com cor clara	Atende com cor clara	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
5	não atende	não atende	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
6*	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
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	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura

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

#### 4.4. Desempenho acústico

Para avaliação do desempenho acústico foi considerada a verificação do isolamento acústico das paredes de fachada (entre o meio externo e o interno), das paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação) e entre dependências da unidade habitacional e áreas comuns. Adicionalmente, também foram realizados ensaios em laboratório para determinação do índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ ) considerando as tipologias de conformação das paredes do sistema construtivo descritas no item 4.4.2.

##### 4.4.1. Ensaios de desempenho acústico em campo

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

As medições foram realizadas em edifício de três pavimentos e são específicas aos ambientes avaliados.

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

A Tabela 10 apresenta os critérios mínimos e o resultado obtido da diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa (fachada) do dormitório ( $D_{2m,nT,w}$ ).

A parede externa (conformada por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, revestido em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm) com acabamento externo em placa cimentícia de 8mm, revestida com argamassa (*base coat*) com espessura de 5mm e textura com espessura de 3mm. O acabamento interno composto por duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura. A parede externa totaliza aproximadamente 200mm de espessura.

**Tabela 10 – Síntese dos resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa do dormitório (fachada) ( $D_{2m,nT,w}$ )**

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

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 ( $D_{nT,w}$ )

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 cega da sala de estar entre a unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos, (conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm e revestidas em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm). Acabamento em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando

aproximadamente 158mm de espessura. As medições foram realizadas na sala da unidade 13 no bloco 01 (Oeste). O valor obtido em campo foi de  $D_{nT,w} = 39\text{dB}$ .

- parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório (conformadas por dois quadros estruturais em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm e revestidas em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm). Os painéis são justapostos podendo ter um espaçamento entre eles de até 5mm. Revestimento em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face dos ambientes, totalizando aproximadamente 271mm de espessura da parede geminada. O valor obtido em campo foi de  $D_{nT,w} = 43\text{dB}$ .
- Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (conformadas por quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm e revestidas em ambas faces por chapas de OSB com espessura de 9,5mm). Acabamento em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 158mm de espessura. As portas são de madeira (800mm x 2100mm x 35mm). As medições foram realizadas entre as unidades 21 e 22 do bloco 01 (Oeste) ( $D_{nT,w}$  obtido entre as unidades habitacionais distintas separadas pelo hall). O valor obtido em campo foi de  $D_{nT,w} = 47\text{dB}$ .

A Tabela 11 apresenta a síntese da avaliação e os resultados obtidos da diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ).

**Tabela 11 – 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)	
		Parede com espessura de 158mm	Parede dupla (justapostas) espessura de 271mm
		$D_{nT,w}$	$D_{nT,w}$
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	$\geq 40$	*	Atende
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	$\geq 45$	*	*
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.	$\geq 40$	*	*
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.	$\geq 30$	Atende	*
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	$\geq 45$	*	*
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ( $D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	$\geq 40$	Atende**	*

\* Não se aplica ao projeto da edificação objeto de estudo deste documento;  
 \*\* Paredes e portas entre unidades habitacionais distintas separadas pelo hall ( $D_{nT,w} = 47\text{dB}$ ).

Conclui-se que o resultado obtido de 39dB para a parede com espessura de 158mm atende ao estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.02 para os ambientes de parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de transito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos. No caso do conjunto de paredes (158mm de espessura) e portas de unidades distintas separadas pelo hall o valor de  $D_{nT,w}$  obtido foi de 47dB, também atendendo ao critério estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.02.

Os resultados obtidos de 43dB para parede de geminação dupla (justapostas), com espessura total aproximada de 271mm, atende ao estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.02 para parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.

O proponente deverá promover adequações e realizar ensaios específicos para determinação da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $D_{nT,w}$ ) do elemento “parede” quando aplicado nas seguintes situações:

- Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório;
- Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de transito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos;
- Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.

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

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

Os entrepisos eram compostos por quadro estrutural conformado por peças (barrotes) de madeira serrada com seção de 45x190mm, com fechamento superior em chapa de OSB de 18,3mm de espessura, sobreposto por contrapiso cimentício com espessura de 40mm e argamassa colante de 5mm de espessura, revestido com placas de piso cerâmico de 10mm de espessura. O fechamento da face inferior (forro) é composto por camada dupla de chapas de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura. A espessura total do sistema de entrepiso é de aproximadamente 328,3mm.

A Tabela 12 apresenta o critério mínimo da diferença de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) do sistema de entrepiso com forro da unidade habitacional, bem como a síntese do resultado obtido em campo.

**Tabela 12 – Síntese dos valores obtidos da diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ) em ensaio de campo**

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



A Tabela 13 apresenta o critério mínimo do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ( $L'_{nT,w}$ ), bem como a síntese do resultado obtido em campo.

**Tabela 13 – Síntese do resultado obtido do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ( $L'_{nT,w}$ ) em ensaio de campo**

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

\* Não se aplica ao projeto da edificação objeto de estudo deste documento.

Quanto ao nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderada ( $L'_{nT,w}$ ) para entrepiso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos, o valor obtido atende ao critério mínimo, entretanto, não atende ao critério mínimo para projetos onde ocorrer situação de entrepiso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como *home theater*, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas), sobre unidades habitacionais autônomas, conforme ABNT NBR 15575-3:2013.

#### 4.4.2. Ensaios de desempenho acústico em laboratório

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

As paredes ensaiadas apresentavam as seguintes características:

- parede constituída por chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, chapa de OSB com 9,5mm de espessura e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, totalizando espessura de 134mm;
- parede constituída por chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, e chapa de OSB com 9,5mm de espessura totalizando espessura de 121,5mm;
- parede dupla (paredes justapostas conformadas por dois painéis espaçados entre si em 20mm), constituídas por chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, e chapa de OSB com 9,5mm de espessura por parede. Espessura total aproximada de 263mm;
- parede constituída por chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, lâ de rocha (IBAR-PSRIN – 32kg/m<sup>3</sup>, espessura de 50mm), chapa de OSB com 9,5mm de espessura e chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm, totalizando espessura aproximada de 184mm;
- parede simples constituída por camada dupla em chapa de gesso com 12,5mm de espessura, chapa de OSB com 9,5mm de espessura, quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 140mm, camada dupla de lâ de rocha (IBAR-PSRIN – 32kg/m<sup>3</sup>, espessura de 50mm), chapa de OSB com 9,5mm de espessura e camada dupla em chapa de gesso para *drywall* com 12,5mm, totalizando espessura aproximada de 209mm.

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

- parede com espessura total de 134mm:  $R_w=47$ dB;
- parede com espessura total de 121,5mm:  $R_w=39$ dB;
- parede dupla, com espessura total aproximada de 263mm:  $R_w=51$ dB;
- parede com camada de lã de rocha de 50mm e espessura total de 184mm:  $R_w=48$ dB;
- parede com camada dupla em chapa de gesso e camada dupla de lã de rocha de 50mm, espessura total da parede de 209mm:  $R_w=51$ dB.

A Tabela 14 apresenta a interpretação dos resultados do índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ ) obtidos, considerando os critérios mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575-4.

**Tabela 14 – Síntese dos resultados obtidos do índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ )**

Elemento	Índice mínimo <sup>1</sup> ABNT NBR 15575-4 (dB)	Valor de $R_w$ obtido em ensaio de laboratório (dB)				
		Espessuras (mm)				
		134	121,5	263 <sup>2</sup>	184	209
	$R_w$	47	39	51	48	51
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	$\geq 45$	atende	não atende	atende	atende	atende
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	$\geq 50$	não atende	não atende	atende	não atende	atende
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.	$\geq 45$	atende	não atende	atende	atende	atende
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.	$\geq 35$	atende	atende	atende	atende	atende
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	$\geq 50$	não atende	não atende	atende	não atende	atende
Paredes cegas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ( $D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	$\geq 45$	atende	não atende	atende	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 ( $R_w = 47$ dB e de 48dB) das paredes com espessura de 134mm e com espessura de 184mm, respectivamente, atendem ao critério estabelecido para os seguintes elementos:

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

O valor obtido do índice de redução sonora ponderada ( $R_w = 39\text{dB}$ ) da parede com espessura de 121,5mm atende ao critério estabelecido para o seguinte elemento:

- ✓ parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.

O valor obtido do índice de redução sonora ponderada ( $R_w = 51\text{dB}$ ) das paredes com espessuras aproximadas de 263mm e de 209mm atendem ao critério estabelecido para todos os elementos das edificações habitacionais apresentados na Tabela 08.

#### 4.5. Durabilidade e Manutenibilidade

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

##### 4.5.1. Resistência aos organismos xilófagos dos componentes de madeira

Os quadros estruturais em peças de madeira maciça serrada são provenientes de coníferas da espécie *Pinus taeda*. Apresentam medidas preventivas e curativas adotadas para eliminação e controle de agentes biológicos (fungos, insetos xilófagos e perfuradores marinhos), por meio de tratamento químico sob pressão, com os seguintes produtos preservativos e retenções mínimas: arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 6,5kg de i.a/m<sup>3</sup>; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 3,3kg de i.a/m<sup>3</sup>. A penetração deverá ser total, ou seja 100% do alburno e porção permeável.

O valor de retenção verificado (CCA-C) foi de 7,0kg de i.a/m<sup>3</sup>, atendendo ao valor especificado na ABNT NBR 16143 para categoria de uso 3 e Diretriz SINAT N°005 – Rev.02. A penetração acusa “Grau 1”, indicando penetração profunda e uniforme por toda a extensão da porção permeável da madeira.

As chapas de OSB que contraplacam os quadros estruturais e os entrepisos, foram submetidas a ensaio laboratorial para determinação de resistência ao ataque de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). Os resultados denotam que o material ensaiado apresenta valor equivalente a nota menor ou igual a 1, atendendo ao critério estabelecido na Diretriz SINAT N°005 – Rev.02.

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 800mm, 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 nas paredes de banheiro com chuveiro, (Figura 27) devendo estar posicionada sobre a chapa de fechamento da face da parede interna ao banheiro. Alternativamente, pode-se adotar um eficiente sistema de ventilação na unidade habitacional (natural ou forçada) que evite a concentração de vapor no banheiro;

- Aplicação de barreira impermeável à água e permeável ao vapor nas faces das chapas de madeira internas aos *shafts* que integram paredes estruturais.

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

Os dispositivos metálicos de fixação foram expostos a ensaios de névoa salina neutra conforme os seguintes tempos de exposição estabelecidos na Diretriz SINAT N°005 – Rev.02:

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

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

Os resultados dos ensaios de névoa salina neutra aplicados aos dispositivos metálicos de fixação revelaram a presença de manchas escuras e de corrosão branca, sem presença de corrosão vermelha, denotando atendimento ao critério da Diretriz SINAT N°005 – Rev.02 para os tempos mínimos de exposição requeridos.

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

Os painéis de paredes de fachada, incluindo seus tratamentos de junta (aparente e dissimulada conforme item 3.1, alínea f)) e revestimentos, foram expostos ao ensaio de choque térmico (calor e resfriamento por meio de jato de água) composto por dez ciclos sucessivos. O resultado do ensaio apresentou atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SINAT N°005 – Rev.02, 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 ( $h=2500\text{mm}$ ). Adicionalmente, foram realizados ensaios de resistência potencial de aderência à tração para as paredes de fachada incluindo seus tratamentos de juntas (aparente e dissimulada), antes e após o ensaio de choque térmico. Os resultados apontam valores de resistência à tração iguais ou superiores a 0,3MPa, conforme ABNT NBR 13749.

A manutenibilidade foi avaliada considerando-se o conteúdo do manual técnico do sistema leve em madeira Tecverde, relativo ao sistema de vedação vertical, elaborado pelo proponente da tecnologia.

Foram analisados, particularmente, os itens relacionados aos elementos construtivos que compõem ou têm interferência com o produto. 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), preparado pelo construtor, tomando por base as diretrizes do manual técnico do sistema leve em madeira Tecverde, fornecido pelo proponente detentor da tecnologia.

#### **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**

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

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

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

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

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

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

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

Os corpos de prova eram constituídos por quadros estruturais compostos por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm (sem miolo isolante termoacústico) contraplacado com

chapas de madeira tipo OSB com 9,5mm de espessura, sobreposta (na face exposta ao fogo) por placas cimentícias com 8mm. Entre a placa de OSB e a placa cimentícia foi aplicada barreira impermeável. A espessura total do painel era de 117mm. As juntas entre placas cimentícias eram do tipo aparente conforme item 3.1 alínea f).

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

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

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

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

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

### **4.6.2. Reação ao fogo do entrepiso em madeira**

#### **4.6.2.1. Reação ao fogo da face inferior do entrepiso**

A face inferior do entrepiso constituída por barrotes autoclavados sobrepostos por chapa de OSB foi avaliada com relação a reação ao fogo no que diz respeito a propagação superficial de chama (ABNT NBR 9442) e desenvolvimento de fumaça (ASTM E 662), conforme item 3.2.1.3 da Diretriz SiNAT N°005 – Rev.02, sendo que os valores obtidos permitem seu enquadramento na Classe IIIA. Tal classificação libera sua utilização associada a locais internos da habitação, com exceção de cozinhas.

O forro do entrepiso é constituído por chapa de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com 12,5mm de espessura e, quando ensaiado conforme BS EN 13823:2010 enquadra-se na Classe IIA, atendendo às exigências estabelecidas pela Diretriz SiNAT N°005 - Rev.02, especialmente para elementos associados a espaços de cozinha.

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

#### **4.6.2.2. Reação ao fogo da face superior do entrepiso**

A face superior do entrepiso recebe contrapiso de base cimentícia revestido com placas cerâmicas. Por constituírem-se de produtos incombustíveis enquadram-se na Classe I e atendem às exigências estabelecidas na Diretriz SiNAT N°005-Rev. 02.

### **4.6.3. 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.

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

Foi realizado ensaio de resistência ao fogo em parede interna representativa da unidade habitacional. A parede ensaiada era composta quadro estrutural em peças de madeira serrada com seção de 38mm x 90mm, revestida em ambas as faces por chapas de madeira tipo OSB com 9,5mm



de espessura, sobrepostas por chapas de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com espessura de 12,5mm, somente na face exposta ao fogo. A espessura total da parede ensaiada era de 134mm. O espaçamento entre montantes do quadro estrutural era de 600mm.

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

Os resultados do ensaio indicam que a parede ensaiada apresentou resistência ao fogo por um período de 30 minutos, permitindo sua classificação, no grau corta-fogo, como CF30.

Analogamente, considerando-se que as paredes de geminação são compostas por dois quadros estruturais justapostos (com espaço entre eles de no mínimo 5mm e no máximo 30mm), conformados por peças de madeira serrada com seção de 38mm x 89mm e chapas de OSB com 9,5mm nas duas faces, sendo os acabamentos em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face para as paredes de geminação entre áreas secas (salas) e, acabamento em chapa de gesso para *drywall* (do tipo RU) de 12,5mm de espessura revestida com placas cerâmicas para as paredes de geminação entre áreas molháveis (cozinha e lavanderia), conclui-se que o critério de resistência ao fogo de 30 minutos é atendido.

#### **4.6.4. Resistência ao fogo do entrepiso em madeira**

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

A avaliação do entrepiso considerou corpo de prova representativo do sistema construtivo. O corpo de prova era conformado por barrotes de madeira de *Pinus* C25, tratados em autoclave com CCA e seção de 45mm x 190mm, espaçados entre si a cada 300mm. Sobre os barrotes foram aplicadas chapas de OSB com espessura de 18mm. Sob o entrepiso, como forro, foi aplicada uma camada de chapas de gesso para *drywall* do tipo *Standard* com 12,5mm de espessura. A carga distribuída foi de 2,55kN/m<sup>2</sup> (255kg/m<sup>2</sup>). O vão livre entre apoios do entrepiso ensaiado era de 3000mm.

Os resultados do ensaio indicam que o entrepiso ensaiado permitiu sua classificação, no grau corta-fogo, como CF30 em atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SiNAT N°005 – Rev.02.

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

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

As aberturas existentes nos entrepisos, destinadas a passagem de prumadas de instalações elétricas e hidráulicas, são enclausuradas por meio de *shaft* composto por peças de madeira serrada e chapas de OSB revestidas por chapa de gesso para *drywall* do tipo RU com 12,5mm de espessura. Tal configuração atende ao tempo de resistência ao fogo requerido de 30 minutos, isentando a necessidade de selagem corta-fogo para as aberturas entre os entrepisos dos pavimentos, atendendo ao disposto na Diretriz SiNAT N°005 – Rev.02.

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

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

Caso seja imprescindível que a rede de distribuição interna de gás passe por espaços fechados (internos a *shafts*), as tubulações devem passar pelo interior de dutos ventilados (tubo luva), mantendo-se distâncias adequadas de outras instalações, conforme item 7.2.2 da ABNT NBR 15526:2016.

## 5. Controle da qualidade

---

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

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

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

## 6. Fontes de informação

---

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

### 6.1. Documentos da empresa

- Projetos e detalhamentos executivos arquitetônicos, estruturais, instalações de hidráulica e de elétrica das unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas, sobrados geminados e unidades habitacionais multifamiliares (edifício com 3 pavimentos);
- Projetos executivos de produção e de montagem das unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas, sobrados geminados e unidades habitacionais multifamiliares (edifício com 3 pavimentos);
- Memorial descritivo do produto;
- Memorial de cálculo estrutural: Obra Residencial Vancouver – Araucária/PR, Responsável Técnico Eng. Civil Dr. Guilherme Corrêa Stamato – CREA SP 5060495216, STAMADE Projeto e Consultoria em Madeira Ltda., 02/08/2016 e Anotações de Responsabilidade Técnica;
- Fluxogramas da produção e da montagem;
- Instruções de trabalho e planilhas de recebimento de materiais e serviços;
- Manual técnico do sistema de vedação vertical;
- Manual de uso, operação e manutenção.

### 6.2. Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico de Avaliação - 015/2012 – IFBQ;

- Relatório Técnico de Avaliação - 001/2017 – IFBQ;
- Relatório de inspeção de campo – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°07/2014 (1ª Manutenção Periódica do DATec N°020) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°07/2015 (2ª Manutenção Periódica do DATec N°020) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°08/2015 (3ª Manutenção Periódica do DATec N°020) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°04/2016 (Pré-DATec) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°01/2017 (1ª Auditoria) – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°04/2017 (2ª Auditoria) – IFBQ;
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/18/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda.. (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 5290/2016 LACTEC/PR (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes 38mm x 140mm);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 7098/2017-R1, LACTEC/PR (Resistência a impactos de corpo mole, corpo duro, peças suspensas e rede de dormir – 38mm x 89mm)
- Relatório de Ensaio REL DVPE 3767/2015-R1, LACTEC/PR (Resistência a impactos de corpo mole, corpo duro, peças suspensas e rede de dormir – 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/19/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Resistência à compressão – carga centrada para paredes de geminação);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/20/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Resistência à compressão – carga excêntrica para paredes de geminação);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 6451/2016, LACTEC/PR, 06.09.2016 (Ensaio de desempenho estrutural em sistema de entepiso);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/3/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Solicitações transmitidas por portas para as paredes – 38mm x 89mm);
- Relatório de Ensaio CCC/242.421/14/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Estanqueidade na interface parede/janela);
- Relatório de Ensaio REL DVPE 3776/2015-R1 – LACTEC – (Estanqueidade, choque térmico e resistência potencial de aderência à tração – juntas do tipo aparente e dissimulada);
- Relatório de Ensaio REV/293.368/A/16, Resistência a umidade do sistema de piso, L.A. Falcão Bauer Ltda. 26.04.2016.
- Relatório de Ensaio N°1293e/2016 (desempenho térmico considerando forro em régua de PVC), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 2016;
- Relatório de ensaio N°1294e/2016 (desempenho térmico considerando forro em chapas de gesso), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 2016;
- Relatório de Ensaio N°1388b/2016 (avaliação de desempenho por simulação computacional de edificação de quatro pavimentos com forro em chapas duplas de gesso), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 2016;
- Relatório de Ensaio N°71995 – Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFSM/RS (Ensaio de isolamento sonora de fachada);
- Relatório de Ensaio N°71997 – Laboratório de Materiais de Construção Civil – UFSM/RS (Ensaio de isolamento sonora de paredes geminadas entre dormitórios);
- Relatório de Ensaio N°97375, (diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $D_{nT,w}$ ) para paredes duplas com 246mm de espessura), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 01.09.2015;
- Relatório de Ensaio N°784-1/2017 (diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa (fachada) do dormitório ( $D_{2m,nT,w}$ ) com espessura nominal de 190mm), SENAI, 17.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°14174-5/2016, (diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $D_{nT,w}$ ) para paredes com 158mm de espessura), SENAI, 17.11.2016;

- Relatório de Ensaio N°784-3/2017 (conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ( $D_{nT,w}$  obtida entre as unidades) para paredes com 158mm de espessura), SENAI, 09.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°784-2/2017 (diferença de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ), entre os apartamentos 22 e 12 do bloco 02 (Leste) para entepiso com 328,3mm mm de espessura), SENAI, 17.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°14174-2/2016 (diferença de nível ponderada ( $D_{nT,w}$ ), entre os apartamentos 23 e 13 do bloco 01 (Oeste) para entepiso com 328,3mm mm de espessura), SENAI, 17.11.2016;
- Relatório de Ensaio N°14174-3/2016 (determinação do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, ( $L'_{nT,w}$ ), para entepiso, SENAI, 17.11.2016;
- Relatório de Ensaio N°93238 (determinação do índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ ) para parede com espessura de 134mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 19.02.2015;
- Relatório de Ensaio N°102597 (determinação do índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ ) para parede com espessura total aproximada de 121,5mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 01.06.2016;
- Relatório de Ensaio N°102598 (determinação do índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ ) para parede dupla com espessura de 263mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 01.06.2016;
- Relatório de Ensaio N°106626 (determinação do índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) para parede com espessura de 184mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 06.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°106627 (determinação do índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) para parede com espessura de 209mm), Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC da Universidade Federal de Santa Maria, 06.02.2017;
- Relatório de Ensaio N°1 038 697-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural – parede de geminação);
- Relatório de Ensaio N°0986/2015 – Instituto Tecnológico itt Performance – UNISINOS/RS (Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural – parede interna);
- Relatório Oficial SET 2015 - Laboratório do Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (Determinação da resistência ao fogo do entepiso), 09.2015;
- Relatório de Ensaio N°1378/2016, Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural, Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 02.06.2016;
- Relatório de Ensaio N°1 045 345-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação do índice de propagação superficial de chama – chapa de OSB);
- Relatório de Ensaio N°1 045 792-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação da densidade óptica específica de fumaça – chapa de OSB);
- Relatório de Ensaio N°1 042 086-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Determinação do índice de propagação superficial de chama – régua de PVC);
- Relatório de Ensaio N°1 022 853-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo/ CETAC – IPT/SP (Verificação da incombustibilidade da lâ de escória e vidro);
- Relatório de Ensaio N°1 008 524-203 verificação da incombustibilidade, IPT, 22.04.2010;
- Relatório de Ensaio N°1377/2016 – Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil/itt Performance – Unisinos/RS (*SBI – single burning item*);
- Relatório de Ensaio N°1395/2016 – Determinação da reação ao fogo (Placa Cimentícia – junta aparente) conforme BS EN 13823:2001 – (*SBI - Single Burn Item*), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 07.07.2016;



- Relatório de Ensaio N°1396/2016, Determinação da reação ao fogo (Placa Cimentícia – junta dissimulada) conforme BS EN 13823:2001 – (SBI - Single Burn Item), Universidade Vale dos Sinos – Itt Performance, 07.07.2016;
- Identificação de espécie da Madeira – Laudo Técnico 007/16 – Universidade Federal do Paraná – Curitiba/PR;
- Relatório de Ensaio FACQ N°0071/17 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA – Madeira serrada II);
- Relatório de Ensaio FACQ N°1769/15 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA);
- Certificado de tratamento da madeira em autoclave – SOMAPAR, 06.06.2016;
- Relatório de Ensaio FACQ N°1017/16 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA-C);
- Especificação técnica para fornecimento de painéis tratados – SOMAPAR, julho de 2016;
- Ficha Técnica de Produto “Somacca – compensado de madeira” – SOMAPAR;
- Relatório de Ensaio N°3153 – SOMAPAR, 01.12.2016;
- Laudo de Análise – Osmose K33 C 60 – Montana Química S.A.;
- Determinação da densidade e tensão de compressão, LTM/UFPR;
- Relatórios de Ensaio FACQ N°428/16 e 432/16 – Montana Química S.A. (Retenção e Penetração de CCA);
- Relatório de Ensaio N°603.087/11-3 – Laboratório Técnico de Ensaio – SENAI – São José dos Pinhais/PR (Determinação da densidade básica e aparente e flexão da madeira maciça Pinus);
- Relatório de Ensaio de compressão da madeira – Laboratório Ciências da Madeira - Universidade Federal de Pelotas/RS;
- Relatório de Ensaio N°1008 855-203 – Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Determinação de resistência ao ataque de cupins de madeira seca em painéis de OSB);
- Relatório Técnico 126 415-205 – Laboratório de Madeira e Produtos Derivados/ CT Recursos Florestais – IPT/SP (Ensaio em chapas de OSB);
- Relatório de Ensaio N°1 023 275-203 – Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/ CETAC – IPT/SP (Determinação de isolamento sonora da lã de escória e vidro);
- Relatório de Ensaio N°1 024 640-203 – Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/ CETAC – IPT/SP (Determinação da condutividade térmica da lã de escória e vidro);
- Ficha Técnica Knauf Standard e Resistente à Umidade (chapa de gesso para *drywall*);
- Relatório de Ensaio N°1 011 459-203 – Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios/ CETAC – IPT/SP (Determinação de permeabilidade ao vapor de água da barreira impermeável);
- Ficha Técnica *Typar – Weather Protection Systems* (Barreira impermeável);
- Ficha Técnica *Drykomanta AR* (Manta impermeabilizante);
- Documento N°1293/RT022 – Caracterização das placas cimentícias Decorlit, Tesis, setembro/2015;
- Documento N°293/RT016. – Caracterização da barreira impermeável, Tesis, agosto/2015;
- Documento N°1293/RT013 – Caracterização do LP OSB, Tesis, agosto/2013;
- Relatório de Ensaio REL DVPE 6680/2016 – Ensaio para caracterização de placa cimentícia – LACTEC-PR, 26.10.2016;
- Ficha Técnica Monopol® PU 25 – Viapol (Selante para preenchimento de juntas);
- Relatório de Ensaio N°1293/RT005 – TESIS (Ensaio de caracterização da argamassa de revestimento Decorlit (Base Coat);

- Boletim Técnico Massa Cimentícia Flex Decorlit (Massa para tratamento de juntas dissimuladas);
- Boletim Técnico Argamassa Base Coat Decorlit (Argamassa polimérica para tratamento de juntas dissimuladas);
- Boletim Técnico Fita Telada auto-adesiva Decorlit – 100mm e 1000mm de largura (Fitas para tratamento de juntas dissimuladas);
- Ficha Técnica – *Tela Vertex* R131 A101– Saint Gobain Adfors America;
- Ficha Técnica – Isolamento em lã de vidro Wallfelt, ISOVER 2014
- Ficha Técnica Monopol® PU 25 – Viapol (Selante para preenchimento de juntas);
- Relatório de Ensaio REL DVEE 2711/2014 – LACTEC (Ensaio de névoa salina neutra para prego anelado e parafuso de fixação de placas cimentícias);
- Relatório de Ensaio N°14007816 – TECPAR (Ensaio de névoa salina neutra para cantoneiras metálicas);
- Relatório de Ensaio LAME 0214/2013 R1 - Ensaio de corrosão por exposição em câmara de névoa salina, LACTEC/PR, 21.11.2013;
- Relatório de Ensaio N°15002523 – Ensaio de corrosão por exposição em câmara de névoa salina, Instituto de Tecnologia do Paraná, 25.03.2015
- Rapporto N°2012/165 – *Salt spray test – Sistemi di fissaggio Rothoblaas, MATED S.RL.*, 17/08/2012;
- Rapporto N°2013/188Rev.0 – Esposizione alla nebbia salina – *HBS 690, MATED S.RL.*, 19/12/2013
- Relatório de Ensaio N°15002462 – TECPAR (Ensaio de névoa salina neutra para parafuso SKS 9,5mm x 110mm);
- Relatório de Ensaio N°15002461 – TECPAR (Ensaio de névoa salina neutra para parafuso TBS 8mm x 160mm);
- Certificado de qualidade – Resistência a corrosão – Parafuso SF Placa OSB, Steel Products do Brasil Ltda., 02/04/2013
- Ficha técnica F457.de Knauf Sealing Membrane Katja Sprint, (manta impermeabilizante) Knauf, maio.2013;
- Ficha técnica de produto Classic Poliéster – manta asfáltica, Viapol, 16.05.2016;
- Ficha técnica de produto Viabit – pintura de imprimação, Viapol, 16.05.2016;
- Ficha técnica de produto Viaplus 7000 - Revestimento impermeabilizante flexível com fibras sintéticas, Viapol, 30.06.2016;
- Ficha técnica de produto Mantex – malha de poliéster, Viapol, 08.01.2016.

## 7. Condições de emissão do DATec

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

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

A detentora da tecnologia, TECVERDE Engenharia S.A., compromete-se a:

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

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

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

---

***Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H***  
***Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SiNAT***  
***Brasília, DF, 18 de setembro de 2017***