



Rua Roque Cecagno, esquina
com Avenida Eduardo Cocco,
s/nº - Jd. D'Itália II;
CEP 13510-112
Santa Gertrudes/SP – Brasil
Tel: (19) 3545-9090
www.ccb.org.br

Produto

“Painéis Estruturais Pré- Moldados – MODULAR PAINÉIS CERÂMICOS – até 2 pavimentos”

Proponente

Modular Construção Express SPE Ltda

Rod Itapira/Mogi Guaçu KM 15.5
Bairro: Pires. Itapira – SP. CEP: 13.970-970
CNPJ: 57.627.122/0001-20
Tel.: (19) 9158-5215
Email: modularexpress.juliana@gmail.com



Emissão:

novembro/2025

Validade:

novembro/2027

Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA CCB e a decisão conforme estabelece a Portaria MDR nº 79 de 14 de janeiro de 2021, a Coordenação de Gestão e Inovação – CGI da Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, resolveu conceder ao produto denominado “Painéis Estruturais Pré-Moldados – MODULAR PAINÉIS CERÂMICOS – até 2 pavimentos” o Documento de Avaliação Técnica nº 053. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto e às condições expressas neste Documento de Avaliação Técnica.

DATec

nº 053

Limites da avaliação técnica dos “Painéis Estruturais Pré-Moldados – MODULAR PAINÉIS CERÂMICOS – até 2 pavimentos”.

- A avaliação técnica contemplou somente o sistema de paredes e para o atendimento da edificação como um todo à ABNT NBR 15575:2024, a avaliação deve ser complementada.
- Para a avaliação técnica, foram considerados elementos inovadores as paredes constituídas por painéis estruturais mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, e suas interfaces tais como detalhes de juntas entre painéis de parede, vínculos e juntas com a fundação, juntas entre painéis e o piso, juntas e ligações com a cobertura, detalhes de fixação e de junta entre esquadrias e painéis, entre outros.
- Os componentes e elementos convencionais não são objeto deste DATec e, portanto, não foram contemplados na avaliação técnica; porém devem atender às normas técnicas correspondentes.
- O sistema de paredes, objeto deste DATec, é constituído por painéis estruturais mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, destinados a edificações de até 2 pavimentos.
- O desempenho térmico foi avaliado para as doze zonas bioclimáticas listadas na ABNT NBR 15220-3:2024, considerando cobertura formada por laje de concreto e telhado com telhas de fibrocimento.
- Quanto ao desempenho acústico, o sistema atende apenas à Classe de Ruído I para fachada ($D_{2m,nT,w} = 21$ dB e $D_{2m,nT,w} = 22$ dB) e ao Nível de Desempenho Intermediário para paredes internas entre unidades habitacionais autônomas ($D_{nT,w} = 53$ dB), conforme relatórios CCB 08193/25, CCB 07620/25, CCB 07619/25 e CCB 02630/25. As esquadrias utilizadas em fachadas devem ter valores adequados de R_w , de modo a atender ao critério normativo.
- A avaliação da durabilidade considerou a classe de concreto C25 para as classes de agressividade ambiental I e II, correspondentes às zonas rural e urbana, respectivamente. Para edificações localizadas em regiões com classe de agressividade ambiental III (marinha), adota-se a classe de concreto C30.
- O comportamento das juntas entre painéis e das juntas entre painéis e laje de piso são objeto de monitoramento constante pelo Proponente da Tecnologia, com produção de relatórios e ocorrências não previstas comunicadas a ITA CCB.
- As imagens que compõem este documento, representando o processo construtivo, os materiais empregados e os respectivos detalhes técnicos, são de autoria da empresa Modular Construção Express Ltda ou do Centro Cerâmico do Brasil – Instituição Técnica Avaliadora (ITA), responsável pela condução dos ensaios, auditorias e do acompanhamento técnico do sistema avaliado.

1. Descrição do produto

O produto "**Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos – até 2 pavimentos**" consiste em um sistema construtivo composto por painéis estruturais mistos, constituído por concreto armado e blocos cerâmicos. Esses painéis são fabricados em espessuras de 135 mm, 155 mm ou 175 mm, dependendo da aplicação e da classe de agressividade ambiental da localidade:

- **135 mm:** Indicados para paredes internas e externas em regiões de classe de agressividade ambiental I (rural) e II (urbana).
- **155 mm:** Utilizados em paredes internas e externas em regiões de classe de agressividade ambiental III (marinha).
- **175 mm:** Destinados a paredes de geminação entre unidades habitacionais, especialmente quando pelo menos um dos ambientes é dormitório, ou entre dormitórios e áreas comuns de permanência prolongada, como salas de ginástica, *home theaters*, salões de festas, banheiros coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas. Indicados para paredes internas e externas em regiões de classe de agressividade ambiental I (rural) e II (urbana) e III (marinha).

O sistema construtivo "Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos – até 2 pavimentos" é utilizado para edificações de até dois pavimentos (térreo + 1), podendo ser aplicado na construção de unidades habitacionais isoladas ou geminadas (Figura 1).

A fabricação dos painéis é realizada em pistas de pré-fabricação de concreto armado – concreto com superfície polida, instaladas em unidades fabris ou no próprio canteiro de obras, conforme projeto específico.

Os painéis têm um comprimento máximo de 6,00 m e uma altura equivalente ao pé-direito do projeto, limitada a 3,20 m. A moldagem é realizada utilizando fôrmas metálicas, que delimitam o perímetro e os vãos das esquadrias. As fôrmas são fixadas com parafusos e ganchos de travamento, conforme o projeto. A face de concreto dos painéis — correspondente à face moldada em contato com a pista — é, na maioria dos casos, utilizada como vedação vertical externa durante a montagem definitiva.

A movimentação na unidade de produção é realizada com equipamentos com caminhão com guindaste articulado, ponte rolante ou guincho motorizado, enquanto no transporte e na montagem em obra é utilizado caminhão com guindaste articulado, conforme Figura 2. Os painéis são apoiados diretamente sobre fundações, vigas de baldrame ou sobre alvenaria de embasamento. O sistema construtivo permite o uso de lajes pré-moldadas ou lajes treliçadas.

As instalações hidrossanitárias não podem ser embutidas nos painéis estruturais, exceto quando forem previstos nichos específicos, que devem ser revestidos com argamassa e indicados no Manual de Uso, Operação e Manutenção.

As instalações elétricas, eletrodutos e caixas de embutir, estão acoplados nos painéis. Dessa forma, a instalação elétrica será executada conforme o projeto, por meio da interligação dos pontos previstos nos painéis, conectando-os entre si e às redes principais.

Todos os elementos e componentes devem seguir as normas técnicas brasileiras aplicáveis.



Figura 1 – Painéis Estruturais Pré-Moldados empregados em unidades habitacionais unifamiliares geminadas



Movimentação de painéis para a montagem do pavimento superior



Movimentação de painéis para a montagem do pavimento térreo

Figura 2 – Movimentação dos painéis

1.1 Condições e limitações de uso

As paredes são estruturais e não podem ser removidas, mesmo que parcialmente. As lajes também não podem ser removidas, mesmo que parcialmente. Qualquer modificação em paredes e lajes, como abertura de vãos e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas deve ser previamente acordada formalmente com a Modular Construção Express SPE Ltda.

Não são permitidas sobrecargas nas paredes além dos limites normais de utilização previstos no projeto, bem como a abertura de vãos para novas esquadrias ou modificações no layout. Os cuidados na utilização, como periodicidade e itens a serem avaliados na inspeção dos painéis estruturais, as sobrecargas previstas no projeto, as cargas máximas permitidas para a fixação de peças suspensas, a periodicidade de renovação das pinturas dos painéis de parede e a periodicidade para inspeção das juntas constam no Manual de Uso, Operação e Manutenção preparado pela Modular Construção Express SPE Ltda.

O uso dos painéis objeto deste DATec está limitado às classes de agressividade ambiental analisadas (I, II e III, considerando as variações ou os tipos distintos de painéis previstos para cada classe) e às zonas bioclimáticas avaliadas.

A execução de furos nos painéis, como para a instalação de sistemas de climatização, deve seguir as orientações do Manual de Uso, Operação e Manutenção, que estabelece as condições e limitações para esse tipo de intervenção. A passagem de tubulação de gás deve ser realizada durante a execução da edificação conforme definido em projeto.

2. Diretriz para avaliação técnica

O Centro Cerâmico do Brasil realizou a avaliação técnica de acordo com a Diretriz SiNAT N° 002 – “Sistemas de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos para emprego em edifícios habitacionais”, Revisão 04, publicada em setembro de 2024, e de acordo com a ABNT NBR 15575:2024 para emprego em casas térreas, sobrados e edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos.

3. Informações e dados técnicos

3.1 Especificações técnicas e detalhes construtivos

3.1.1 Painéis de parede

Os painéis são compostos por concreto das classes C25 e C30, blocos cerâmicos vazados de vedação com dimensões de 90 mm × 190 mm × 190 mm (largura × altura × comprimento) e armaduras treliçadas TR 08644, formadas por barras de aço CA-50 com diâmetros de 6,3 mm e 8 mm. A espessura e classe do concreto podem variar conforme classe de agressividade ambiental e uso. A Tabela 1 apresenta as espessuras dos painéis e a classe do concreto em função do local de aplicação e das classes de agressividade ambiental.

Tabela 1 – Espessura da parede por classe

Espessura	Aplicação	Classe de Agressividade	Classe de Concreto
135	Paredes internas e externas	I e II (rural e urbana)	C25
155	Paredes internas e externas em ambientes marinhos	III (marinha)	C30
175	Paredes de geminação e entre unidades habitacionais e áreas comuns	I e II e III (rural, urbana e marinha)	C30

A Figura 3, Figura 4 e Figura 5 apresentam as seções dos painéis de parede, com suas especificações e detalhamentos construtivos, nas espessuras de 135 mm, 155 mm e 175 mm, respectivamente.

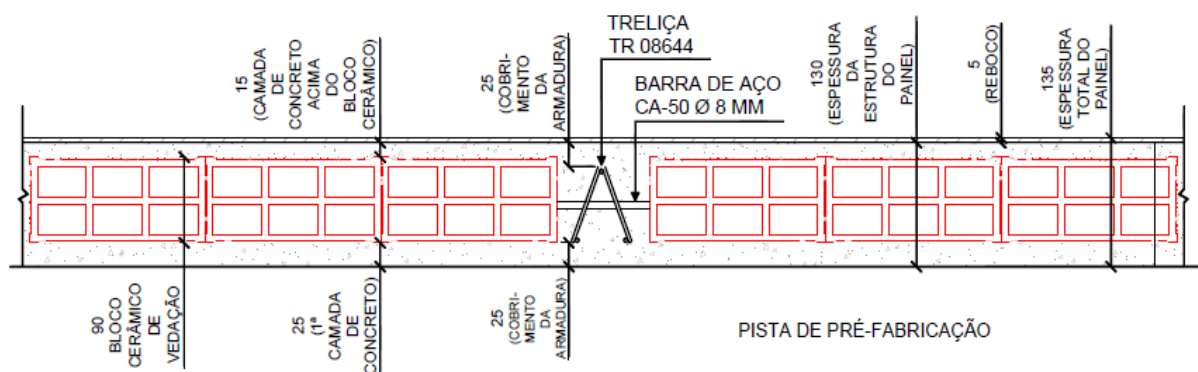


Figura 3 – Seção típica de um painel de 135 mm

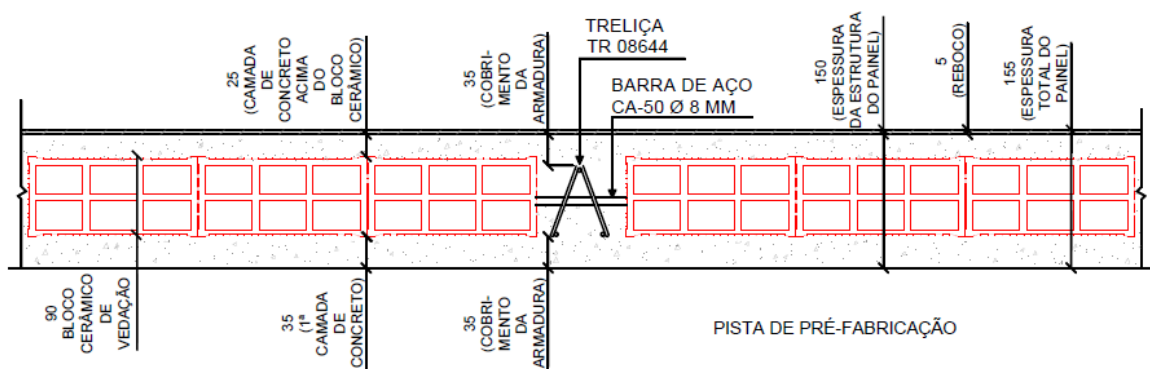


Figura 4 – Seção típica de um painel de 155 mm

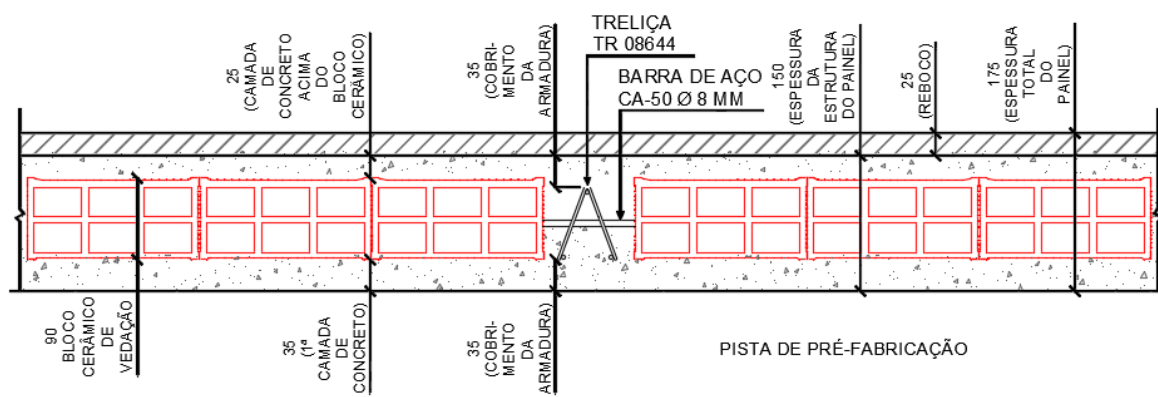


Figura 5 – Seção típica de um painel de 175 mm

A Figura 6 apresenta um esquema ilustrativo da vista dos painéis de parede.

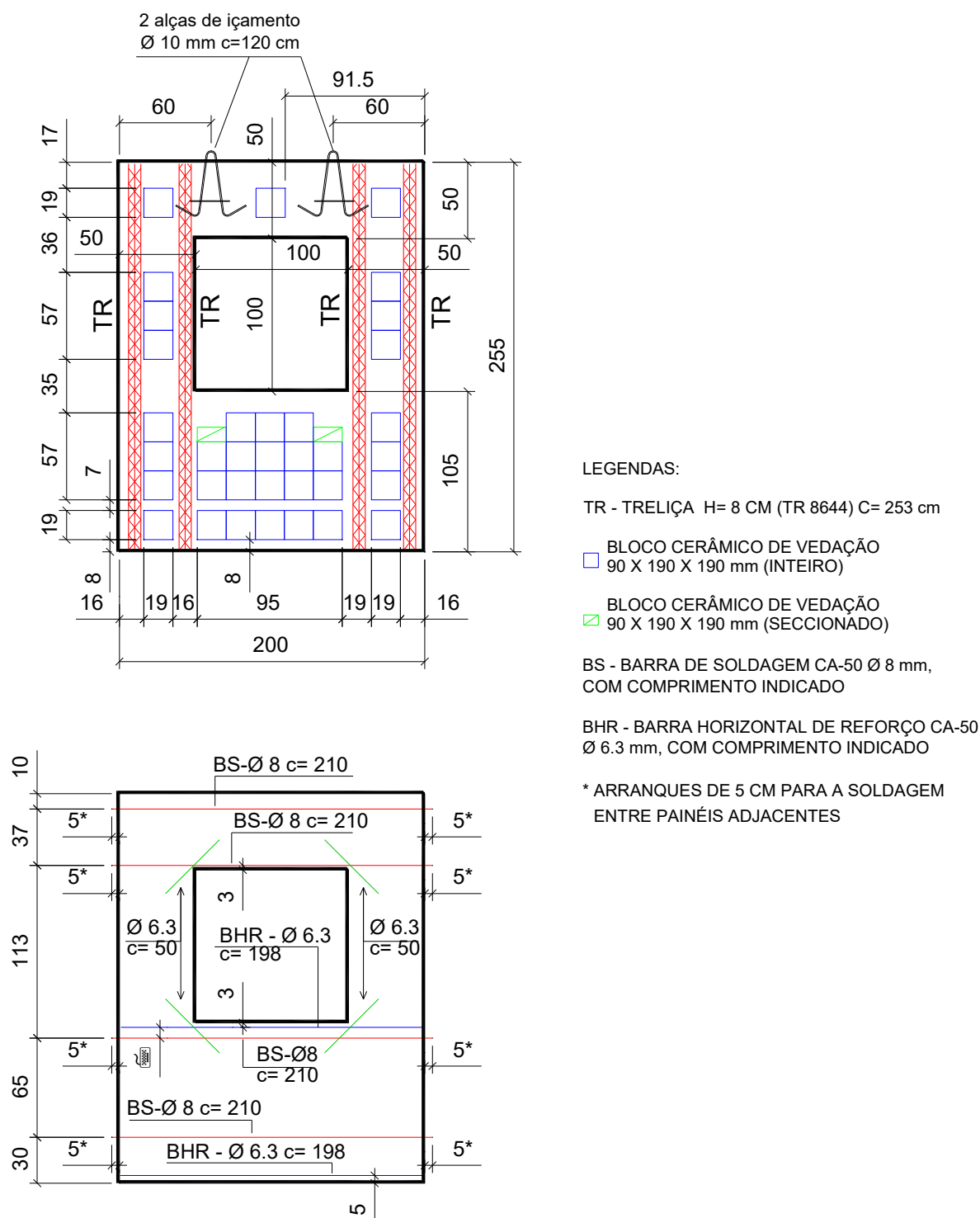


Figura 6 – Vista esquemática de um detalhamento de painel (exemplo: painel de 200 cm de largura x 255 cm de altura e com vão de janela de 100 x 100 cm)

Os procedimentos adotados seguem as recomendações estabelecidas na ABNT NBR 9062:2017, assegurando a conformidade com as exigências da norma aplicáveis.

3.1.2 Componentes dos painéis de parede

- a) Blocos cerâmicos: Blocos cerâmicos vazados de vedação, com dimensões de 90 mm (largura) x 190 mm (comprimento) x 190 mm (altura). Classe VED15, conforme ABNT NBR 15270:2023.

b) Concreto: O concreto para a produção dos painéis pode ser produzido em obra ou ser usinado. Deve ter massa específica na ordem de 2 400 kg/m³ e deve atender às seguintes especificações:

- a. **C25:** Para regiões de classe de agressividade ambiental I e II (rural e urbana), a relação água/cimento $\leq 0,60$ e cobrimento ≥ 25 mm (conforme ABNT NBR 6118:2024);
- b. **C30:** Para regiões de classe de agressividade ambiental III (marinha), a relação água/cimento $\leq 0,55$ e cobrimento ≥ 35 mm (conforme ABNT NBR 6118:2024);
- c. Resistência à compressão para a desforma (48 h após a concretagem): 15 MPa. Classe de consistência: S100 (abatimento entre 100 mm e 160 mm, conforme ABNT NBR 8953:2015).

A fim de manter as especificações da relação água/cimento e do cobrimento, os painéis são produzidos seguindo um rigoroso controle de qualidade e com limites restritos de tolerância à variabilidade das medidas durante a execução.

c) Armadura: Armaduras treliçadas TR 08644, posicionadas no sentido da altura do painel, conforme projeto.

- a. Barras retas de 8 mm e de 6,3 mm de aço, posicionadas no sentido da largura do painel, conforme ABNT NBR 7480:2024;
- b. Barras de 8 mm: Utilizadas como armadura horizontal e barras de ligação entre painéis adjacentes;
- c. Barras de 6,3 mm: Utilizadas como armadura horizontal de reforço;
- d. Alças de içamento: são compostas por barras ASTM A36 com diâmetro de 8 mm ou 10 mm.

d) Eletrodutos e caixas de embutir: integrados ao painel para passagem de instalações elétricas;

e) Inserções e ferragens: para fixação de esquadrias, apoios de laje, entre outros (quando previstas em projeto);

f) Tratamento de juntas e interfaces com elementos de conexão: conforme detalhamento de projeto.

3.1.3 Lajes

As lajes podem ser do tipo treliçada com capa de concreto armado moldada no local ou pré-fabricadas, transportadas e instaladas diretamente no local definitivo, sem necessidade de capa complementar.

3.1.4 Ligações entre painéis de parede

As ligações entre painéis de parede são compostas de pilaretes concretados, com concreto que pode ser produzido em obra ou dosado em central. As fôrmas de madeira ou metálicas devem ser fixadas com arame nos encontros entre os painéis, de modo a garantir que a concretagem fique nivelada e com o rebaixo previsto. O concreto deve ter resistência à compressão aos 28 dias de 25 MPa (classe de agressividade ambiental II) e 30 MPa (classe III). Devido à presença de armaduras e concreto nesses pontos, os encontros entre painéis são tecnicamente denominados pilaretes. Para cada tipo de encontro – seja entre dois, três ou quatro painéis, com ângulos variados entre si – existem detalhamentos construtivos específicos. A Figura 7 apresenta, como exemplo, o detalhamento de um pilarete correspondente à junção entre dois painéis de mesma espessura dispostos a 90°, com indicação das armaduras, do concreto (C25 ou C30) e das telas de poliéster aplicadas.

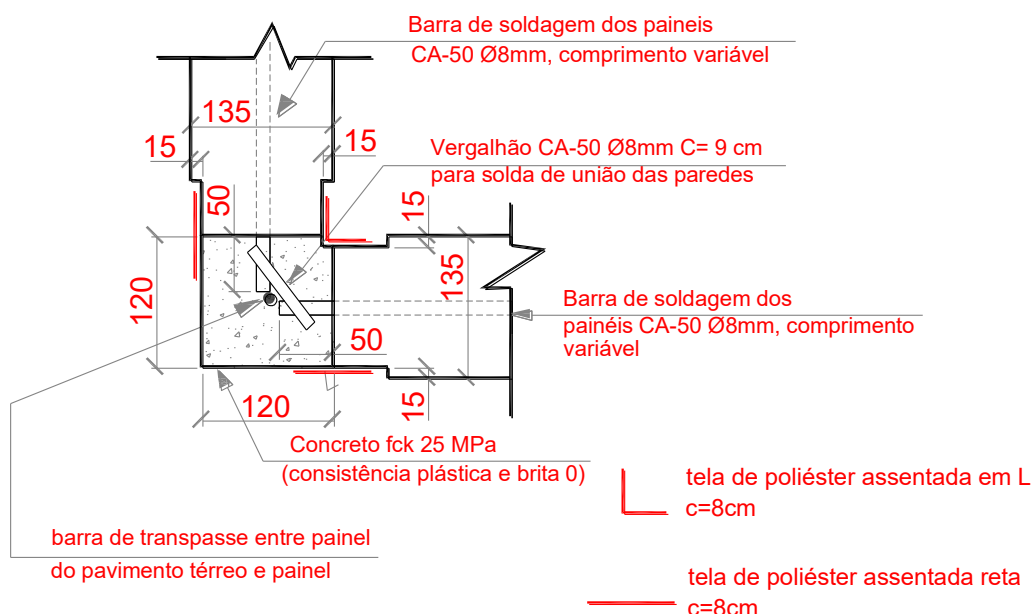


Figura 7 – Detalhe pilarete para junção entre dois painéis

A Figura 8 apresenta o exemplo de uma sequência executiva de um pilarete correspondente à junção entre dois painéis de mesma espessura dispostos a 90°, sendo: (1) Fixação das barras de soldagem verticais (CA-50 Ø 8 mm) nas extremidades dos painéis a serem conectados; (2) Montagem da fôrma metálica ou de madeira para contenção do concreto no trecho do pilarete, A Figura 9 complementa a sequência, mostrando: (3) Execução da concretagem, com preenchimento do espaço entre os painéis utilizando concreto de f_{ck} 25 MPa ou 30 MPa; e; (4) Aplicação de tela 100 % poliéster espessura 2 x 2 mm - 0,18 mm de espessura e gramatura 39 g/m², com acabamento branco resinado, em tiras de aproximadamente 15 cm, sobre a junta concretada para reforço superficial e controle de fissuração.

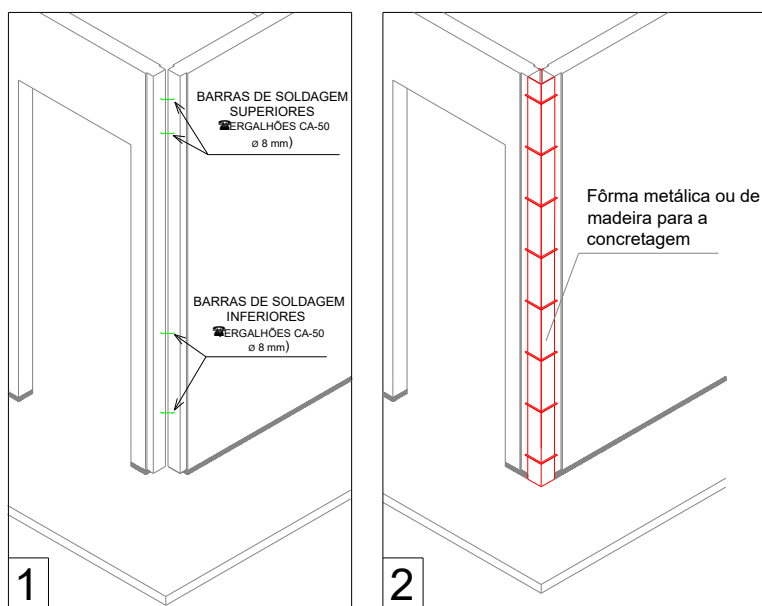


Figura 8 – Sequência inicial da junção entre painéis de mesma espessura: (1) fixação das barras de soldagem; (2) montagem da fôrma.

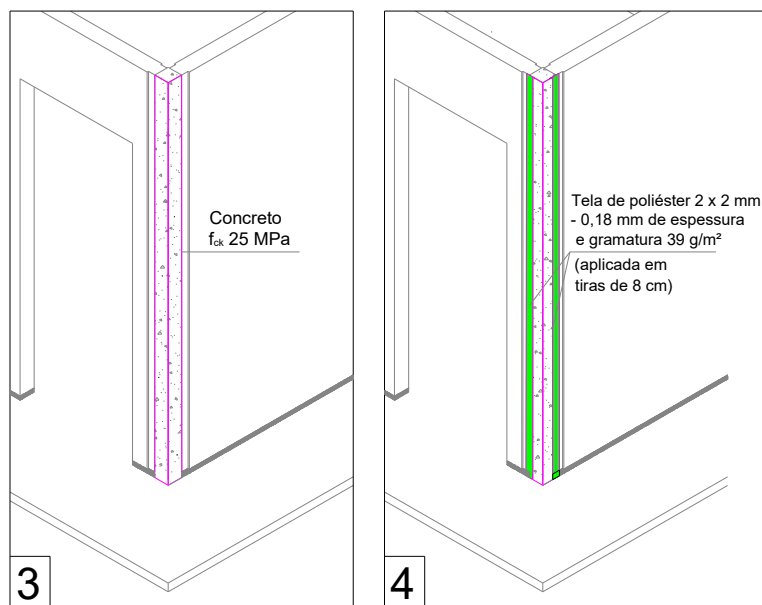


Figura 9 – Sequência final da junção entre painéis de mesma espessura: (3) concretagem; (4) aplicação de tela de reforço.

3.1.5 Vedação da base dos painéis térreos

O vão entre a base dos painéis e a fundação deve ser preenchido com argamassa polimérica (f_{ak} 10 MPa – valor mínimo), sendo esta a mesma a ser utilizada na impermeabilização da viga baldrame e da alvenaria de embasamento (quando existir). A argamassa deve ser composta por cimento e areia, na proporção em volume de 1:3, e aditivos, podendo incluir hidrofugantes, para conferir características impermeabilizantes, e polímeros acrílicos, estireno-butadieno (SBR), látex ou resinas epóxi, destinados a aumentar a flexibilidade, a aderência e a resistência à fissuração. A proporção dos aditivos segue rigorosamente as instruções do fabricante.

3.1.6 Tratamento das juntas entre painéis e lajes

As lajes pré-fabricadas devem ser apoiadas sobre calços de argamassa (f_{ak} 10 MPa – valor mínimo) com 3 cm de altura, espaçados a cada 1 metro. Após umedecer as superfícies de contato, deve-se preencher a interface entre painéis e lajes com argamassa, pressionando bem para evitar a formação de vazios. Os calços devem permanecer após a aplicação. Nos encontros externos, aplicar tela de poliéster sobre as juntas e revestir com argamassa.

Para painéis sobrepostos, deve-se fixar a tela sobre as interfaces e aplicar a argamassa da mesma forma. A argamassa deve ser composta por cimento, areia fina e aditivos, na proporção de 1:4 (cimento: areia, em volume). Na argamassa, utilizam-se aditivos impermeabilizantes, que conferem características hidrófugas, e aditivos poliméricos, à base de polímeros acrílicos, estireno-butadieno (SBR), látex ou resinas epóxi, destinados a aumentar a deformabilidade, a aderência e a resistência à fissuração. São empregados aditivos quimicamente compatíveis entre si, e as dosagens seguem as recomendações dos respectivos fabricantes.

A Figura 10 apresenta um corte esquemático do sistema construtivo, destacando os principais elementos estruturais e suas interfaces. São evidenciadas as etapas construtivas e os componentes associados, tais como: (1) o detalhamento da junção entre painéis no pavimento superior, incluindo a interface com a laje; (2) o encontro vertical entre painéis de diferentes pavimentos, com indicação das barras de traspasse (CA-50 / Φ 8mm / comprimento $c = 120$ cm) e da sobreposição de telas; e (3) a interface entre o painel e a fundação, mostrando o

baldrame, o sistema de impermeabilização e os elementos de ancoragem ao solo.

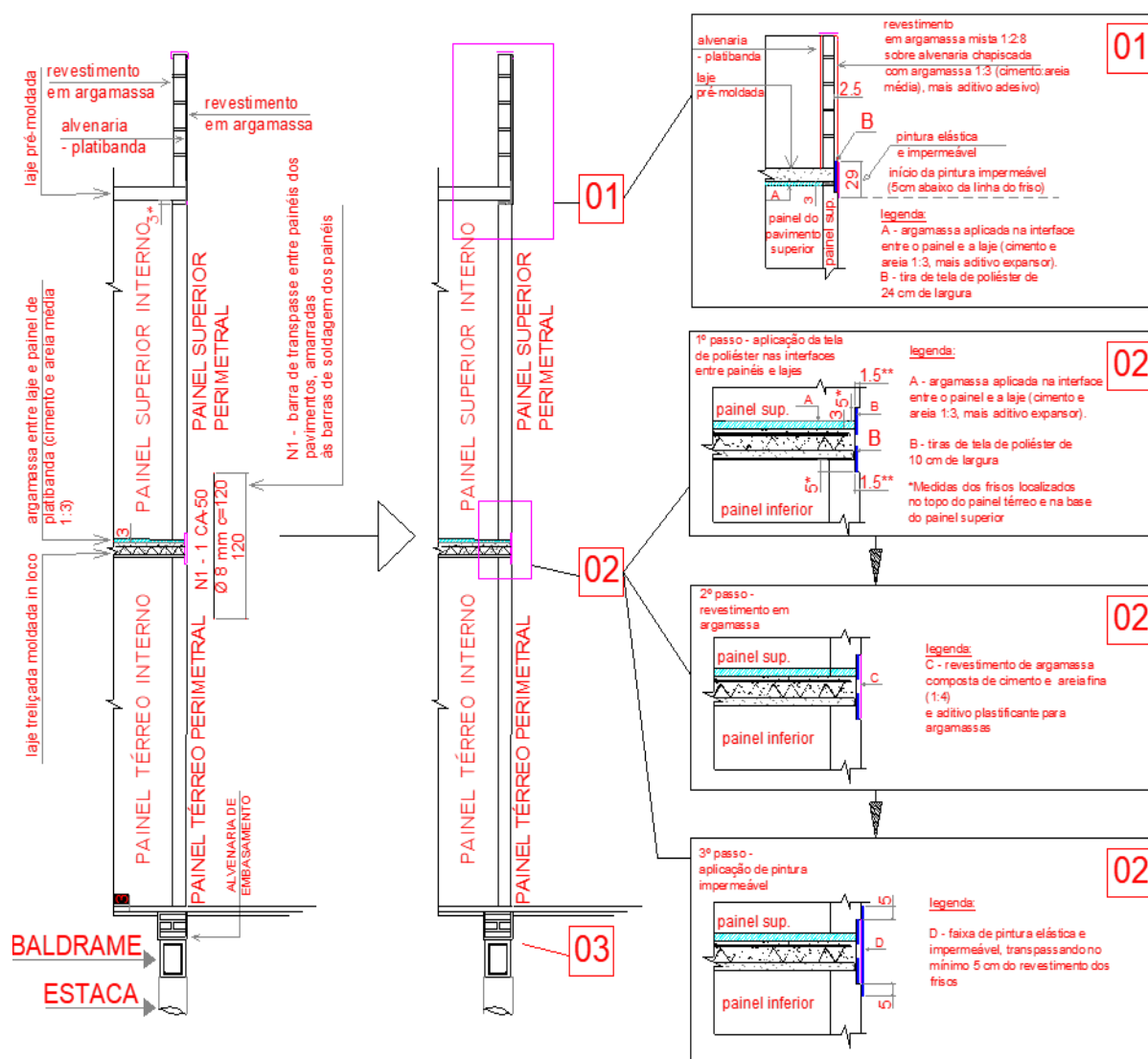


Figura 10 – Corte esquemático indicando os elementos estruturais e suas interfaces

3.1.7 Pintura nas interfaces entre painéis e outros elementos da edificação

Nas interfaces internas, o sistema de pintura deve ser composto por selador acrílico, seguido de tinta látex acrílica, aplicado conforme especificações do fabricante. Nas interfaces externas, o sistema de pintura é executado com selador acrílico seguido de textura acrílica, específica para uso externo, formulada à base de copolímeros acrílicos com propriedades elastoméricas, que conferem maior impermeabilidade e capacidade de acomodar microfissurações. O número de demãos e espessura final seguem as recomendações do fornecedor. A aplicação deve cobrir as interfaces entre os painéis e demais elementos construtivos. A pintura deve transpassar, no mínimo, 5 cm além da camada de revestimento das interfaces para assegurar a vedação adequada. A aplicação deve ocorrer em no mínimo 7 dias após a execução da interface, respeitando o tempo de cura necessário. A superfície deve estar limpa, seca e a tinta deve ser aplicada conforme as instruções do fabricante, em no mínimo duas demãos cruzadas.

A Figura 11 ilustra o detalhamento do sistema de pintura na interface entre o painel de vedação térreo e a fundação, evidenciando também o tratamento no encontro com o piso

externo. Destaca-se a aplicação de pintura sobre a interface vertical externa, cobrindo a transição entre painel e fundação, conforme indicado.

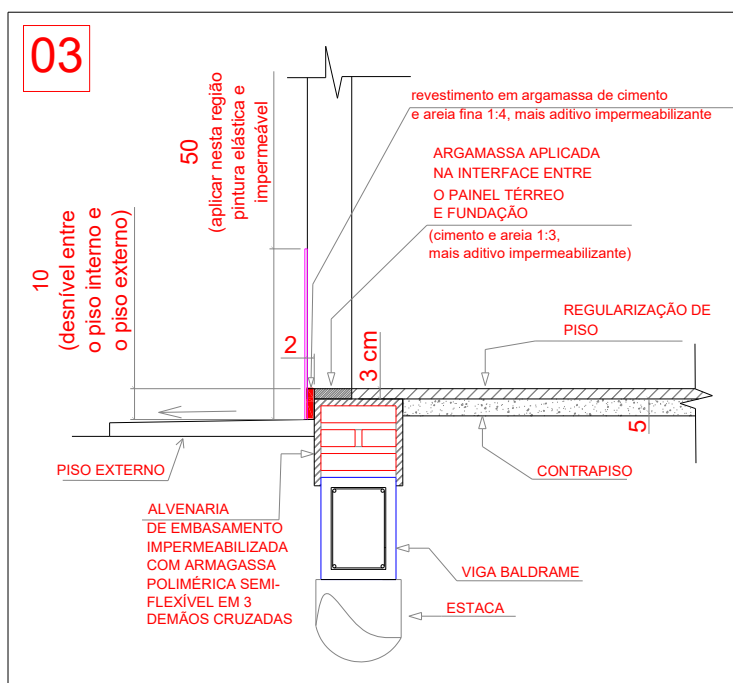


Figura 11 – Esquema de impermeabilização entre painel térreo e fundação

A Figura 12 mostra a aplicação da pintura nas interfaces dos pilaretes, com transposição mínima de 50 mm em todas as direções, conforme previsto para garantir a vedação das juntas entre painéis.

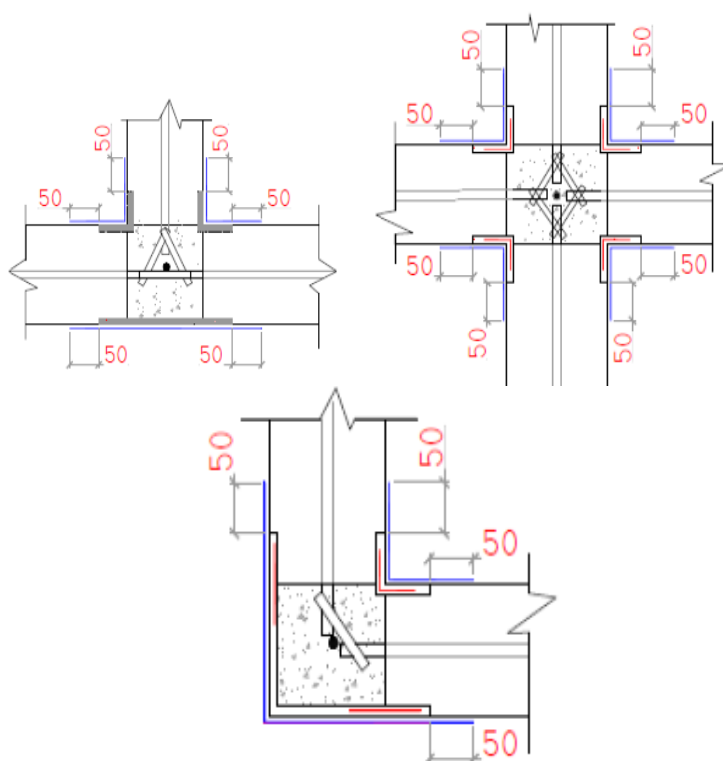


Figura 12 – Esquema de acabamento nas interfaces dos pilaretes

3.1.8 Interface entre paredes e instalações

As tubulações e instalações devem ser embutidas em *shafts* de alvenaria ou sistema *drywall* (composto por estrutura metálica leve e chapas de gesso acartonado), carenagens ou molduras / sancas / caixas de gesso. Desta forma, em caso de reparos ou substituição destas tubulações não haverá a necessidade de efetuar quebras dos painéis estruturais pré-fabricados. As instalações hidrossanitárias não podem ser embutidas nos painéis estruturais.

Os eletrodutos e as caixas de embutir — para pontos de tomada, interruptor ou iluminação — são integrados às paredes. Dessa forma, a instalação elétrica será executada interligando os pontos previstos nos painéis entre si e às redes principais, conforme o projeto elétrico.

3.1.9 Interface entre painéis e esquadrias

Os painéis são moldados em formas compostas por perfis metálicos que definem o perímetro e os vãos destinados às esquadrias. Esses perfis são fixados por meio de parafusos e ganchos de travamento, conforme o projeto específico de cada painel.

Podem ser utilizadas como esquadrias portas e janelas de alumínio ou madeira, além de portas de madeira com batente de alumínio e madeira.

O chumbamento das esquadrias de portas e janelas com batentes de alumínio é feito com argamassa de cimento e areia média, no traço 1:3, aplicada na interface entre a esquadria e o painel. Os montantes e as travessas superiores são fixados com parafusos de cabeça cônica e buchas S6. Devem ser utilizados dois parafusos em cada montante lateral das janelas e três parafusos em cada montante lateral das portas. As travessas superiores devem ser fixadas com um parafuso nas janelas e dois parafusos nas portas, ambos com bucha S6. No caso de esquadrias de alumínio, evita-se o contato bimetálico. O chumbamento das portas com batentes de madeira é realizado com dois parafusos no montante superior e quatro parafusos em cada montante lateral das portas.

3.1.10 Revestimento e acabamento do painel de parede

As faces dos painéis permitem a aplicação de diversos elementos decorativos, como revestimentos cerâmicos, pedras naturais, tijolinhos à vista, molduras, frisos, entre outros, de acordo com o projeto arquitetônico.

3.2 Procedimentos de execução

A sequência de atividades para a produção e montagem dos painéis, apresentada a seguir, foi repassada pela empresa por meio do documento técnico "Manual do Produto" e também pôde ser observada durante as visitas técnicas realizadas em obras da Modular Construção Express SPE Ltda.

Antes do início das atividades, seja para a produção dos painéis ou para a montagem dos painéis, é fundamental que os documentos de referência, especialmente os projetos dos painéis (incluindo instalações e estruturas), estejam disponíveis, assim como todos os materiais, ferramentas e equipamentos necessários, devidamente organizados, prontos para utilização e de conhecimento dos profissionais envolvidos.

3.2.1 Produção dos painéis

Os painéis são montados na posição horizontal, sobre pistas de pré-fabricação em concreto armado — previamente niveladas e com acabamento superficial desempenado — situadas em unidade fabril ou instaladas diretamente no canteiro de obras.

3.2.1.1 Preparação das Fôrmas

As fôrmas metálicas devem ser montadas, conferindo-se o esquadro e o nível, utilizando barras de travamento em aço. Em seguida, é necessário conferir as dimensões horizontais dos quadros dos painéis, por meio da medição dos comprimentos do topo e da base. Deve-se ainda verificar o posicionamento das fôrmas dos caixilhos, observando as distâncias em relação à fôrma perimetral do painel, tanto no eixo vertical quanto horizontal. Após essa etapa deve-se aplicar desmoldante nas fôrmas metálicas e nas pistas de pré-fabricação, por meio de pulverizador (o desmoldante deve ser isento de cloretos).

A Figura 13 apresenta imagens ilustrativas dos procedimentos de conferência e esquadramento das fôrmas metálicas, do posicionamento das fôrmas dos caixilhos em relação à fôrma perimetral do painel, bem como da aplicação do agente desmoldante. O desmoldante utilizado é à base oleosa, siloxano ou vegetal, de baixa toxicidade e risco para a pele do aplicador.



Montagem da fôrma



Conferência de medidas



Fôrma esquadrejada com barras de travamento instaladas



Aplicação de desmoldante

Figura 13 – Preparação das fôrmas

3.2.1.2 Execução da primeira camada de concreto

Após a aplicação do desmoldante nas pistas e nas fôrmas, é procedida a execução da primeira camada de concreto, aquela abaixo do bloco cerâmico. Para a execução da primeira camada de concreto, devem ser utilizadas galgas metálicas com tubos de aço carbono com altura de 25 mm como referência para o nivelamento, em conformidade com as exigências para regiões de classe de agressividade ambiental II e nas regiões classificadas como de agressividade ambiental III, devem-se utilizar galgas com 35 mm de altura - conforme a ABNT NBR 6118:2024 e a Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 4.

Devem ser posicionadas duas galgas longitudinalmente para garantir o nivelamento adequado da camada de concreto, conforme Figura 14. Também devem ser posicionadas ripas de madeira com 1,5 cm de altura por 5 cm de largura nas laterais das fôrmas, de acordo com especificação de projeto, para conformação dos rebaixos verticais, os quais permitirão a junção entre painéis na montagem.

Quando indicado em projeto, devem ser inseridas ripas horizontais no topo e/ou na base das fôrmas, com o objetivo de conformar rebaixos horizontais. Esses rebaixos são fundamentais para a aplicação posterior de revestimentos reforçados com tela de poliéster, nos seguintes pontos de interface:

- Entre painéis sobrepostos nos pavimentos térreo e superior;
- Entre painéis térreos, lajes de piso e painéis superiores;
- Entre painéis superiores, lajes de cobertura e platibandas (alvenarias ou painéis).



Posicionamento das galgas e ripas



Lançamento da primeira camada de concreto

Figura 14 – Posicionamento das galgas e ripas para nivelamento do concreto

Após o posicionamento das galgas e ripas, deve-se aplicar a primeira camada de concreto de acordo com as especificações técnicas estabelecidas neste documento.

Adota-se uma sequência rigorosa de controle de qualidade em todas as etapas de concretagem, incluindo a produção do concreto, que pode ser realizada em obra ou em central dosadora. Esse controle envolve a inspeção no recebimento de materiais e componentes, bem como a verificação da conformidade dos insumos de acordo com as normas aplicáveis. A resistência do concreto — f_{ck} aos 28 dias e resistência à compressão de desforma de 15 MPa — é verificada em laboratório especializado. A consistência do concreto, da classe S100, segue a ABNT NBR 8953:2015. Todos os procedimentos foram executados de acordo com os parâmetros técnicos descritos no Manual do Produto.

O cobrimento da armadura inferior é assegurado pela espessura nominal da primeira camada de concreto, conforme indicado em projeto, sendo realizada a verificação dessa espessura; as armaduras são inseridas somente após essa etapa.

O sarrafeamento da camada de concreto deve ser executado com régua de alumínio, garantindo o nivelamento da superfície, como ilustra. Em seguida, as galgas devem ser retiradas, de forma a não comprometer a superfície executada, e os espaços por elas deixados devem ser preenchidos com concreto. Após essa etapa, realiza-se o adensamento da camada utilizando-se rolo adensador de agregados, com diâmetro de 15 cm, produzido com vergalhões de aço CA-50, diâmetro 10 mm (usando 12 barras de comprimento $c = 50$

cm, para conformar o rolo com diâmetro entre 15 e 20 cm). Alternativamente, o adensamento da primeira camada de concreto pode ser executado com régua vibratória (Figura 15).



Sarrafeamento com régua de alumínio



Adensador de agregados



Rolo adensador de agregados



Adensamento do concreto com régua vibratória

Figura 15 – Adensamento e nivelamento do concreto

3.2.1.3 Posicionamento das armaduras, blocos cerâmicos e instalações

Após a aplicação e o adensamento da primeira camada de concreto, devem ser posicionadas as armaduras, a qual, garante o cobrimento inferior especificado. O cobrimento superior é obtido durante a aplicação da segunda camada de concreto, a qual é nivelada utilizando-se como referência a fôrma, que foi desenvolvida em conformidade com o projeto e com as especificações de cobrimento. As armaduras são posicionadas conforme projeto estrutural:

- Treliças TR 08644, dispostas no sentido da altura do painel;
- Barras retas de aço CA-50, com diâmetros de 6,3 mm e 8 mm, dispostas no sentido da largura do painel;
- Barras diagonais posicionadas junto aos vértices das aberturas (como janelas), para reforço local;
- Alças de içamento, compostas por barras CA-50, ASTM A36, com diâmetro de 8 mm ou 10 mm, montadas com blocos de EPS removíveis após a concretagem.

O posicionamento das armaduras deve ser conferido, garantindo o correto espaçamento e alinhamento conforme especificações de projeto executivo, como ilustra a Figura 16.



Posicionamento da armadura Posicionamento da alça de içamento Aferição das medidas

Figura 16 – Posicionamento da alça de içamento e armaduras

Em seguida, deve-se realizar o posicionamento dos blocos cerâmicos de vedação (dimensões 9 cm x 19 cm x 19 cm, com 6 ou 8 furos), sempre com os furos orientados no sentido vertical da altura do painel (Figura 17).

Os blocos devem estar previamente saturados com água antes do assentamento e ser posicionados sobre o concreto ainda fresco, sendo pressionados de forma uniforme para garantir aderência adequada. No caso de ruptura ou dano de algum bloco durante a montagem, este deve ser substituído por outra unidade em perfeitas condições.



Figura 17 – Fotos do posicionamento dos blocos cerâmicos

Simultaneamente ao assentamento dos blocos, devem ser posicionadas as instalações elétricas (Figura 18), conforme projeto, incluindo:

- Caixas de luz;

- Eletrodutos;
- Quadros de distribuição elétrica.

Devem ser posicionados também os nichos de EPS e, quando especificado, caixas de passagem e tubulações para drenagem de condensação de sistemas de ar-condicionado.



Figura 18 – Fotos do posicionamento de instalações elétricas, nichos e sistemas de ar-condicionado previstos

3.2.1.4 Execução da segunda camada de concreto e cura

O lançamento da segunda camada de concreto deve ser realizado com o objetivo de conformar as nervuras armadas e a camada superior do painel. O intervalo máximo permitido entre a execução da primeira e da segunda camada de concreto é de 20 minutos, de modo a assegurar o monolitismo do painel. Essa etapa deve ocorrer enquanto o concreto da primeira camada ainda estiver fresco, assegurando a adequada aderência entre as camadas. O concreto deve ser espalhado manualmente, garantindo o preenchimento uniforme até atingir o nível do topo da fôrma, conforme a espessura especificada em projeto (geralmente 13 ou 15 cm de altura total), como ilustra Figura 19.



Figura 19 – Lançamento da segunda camada de concreto

Deve-se realizar o adensamento da 2ª camada de concreto com vibrador de imersão de 25 mm (Figura 20), aplicado com cautela a fim de evitar segregações da mistura. O procedimento de adensamento seguirá rigorosamente as orientações do fabricante do equipamento e as diretrizes estabelecidas nas normas técnicas aplicáveis, em especial a ABNT NBR 6118:2024 e a ABNT NBR 14931:2023.

Em seguida, devem ser executados frisos verticais nas laterais dos painéis (Figura 21), com mais ou menos 1,5 cm de altura, conforme detalhado em projeto, de forma a garantir a aderência entre painéis na fase de montagem e acabamento. O friso é executado por meio de ferramenta de mesma espessura e nivelado à altura da face lateral da fôrma. Após o endurecimento do concreto, deve-se proceder à cura úmida dos painéis, pelo período de 24 horas, garantindo o controle da hidratação do cimento.



Figura 20 – Adensamento do concreto com vibrador de imersão



Figura 21 – Execução dos frisos

Esse procedimento deve envolver a molhagem da superfície e a cobertura com lona plástica, conforme Figura 22, permanecendo coberta até a aplicação do revestimento final (reboco), em conformidade com as recomendações da ABNT NBR 14931:2023.



Figura 22 – cobertura com lona plástica para cura do concreto

3.2.1.5 Execução do emboço

A argamassa utilizada para o emboço (do tipo monocamada) dos painéis deve ser composta por cimento, cal hidratada e areia fina peneirada, na proporção volumétrica 1:2:6 (1 parte de cimento: 2 partes de cal: 6 partes de areia fina), dosada com recipientes padronizados. A aplicação da argamassa deve seguir os seguintes passos, também demonstrados nas Figura 23:

- 1) Posicionamento das galgas de referência com altura de 0,5 cm (podendo ser barra de aço redonda ou barra chata), fixadas sobre a superfície do painel já curado;
- 2) Conformação das mestras, utilizando as galgas como guia de nivelamento;

- 3) Aplicação da argamassa entre as mestras e sarrafeamento da superfície com régua metálica, garantindo a regularização do plano;
- 4) Após o tempo adequado de início de pega, realizar o desempeno da argamassa com desempenadeira metálica ou de PVC, umedecendo levemente a superfície com brocha para evitar fissuração;
- 5) Finalizar com o alisamento com feltro de espuma, garantindo acabamento fino e uniforme.



Figura 23 – Foto das etapas da execução do reboco

3.2.2 Etapas de Execução do Sistema: Painéis, Ligações e Interface

Antes da montagem, o terreno deve estar devidamente regularizado, conforme as especificações de projeto, garantindo superfície estável para a instalação dos painéis. Devem ser verificadas, também, as condições de fornecimento de energia elétrica indispensáveis à execução dos serviços.

A execução da movimentação e montagem dos painéis atende rigorosamente às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, em especial a NR 18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) e a NR 35 (Trabalho em Altura). É obrigatória a utilização de Equipamentos de Proteção Individual e Coletivos, conforme estabelecido no Programa de Prevenção de Riscos do canteiro. Ressalta-se que é terminantemente proibida a permanência de trabalhadores sob painéis suspensos ou em içamento.

3.2.2.1 Condições da base, preparação e movimentação para montagem dos painéis

Antes da montagem, as fundações do pavimento térreo devem estar prontas e niveladas, como exemplifica a Figura 24. A viga de baldrame e a alvenaria de embasamento, quando

houver, devem estar previamente revestidas com argamassa polimérica, que incorpora aditivos destinados a conferir características impermeabilizantes, bem como a aumentar a flexibilidade, a aderência e a resistência à fissuração. Para o pavimento superior, no caso de laje treliçada, esta deve estar concretada. Para lajes pré-fabricadas, é necessário que estejam posicionadas sobre calços de argamassa, com a devida aplicação de argamassa na região entre a laje e o painel do pavimento inferior.



Figura 24 – Fundação executada para apoio dos painéis estruturais

A montagem deve seguir o projeto, que deve indicar:

- Número do painel;
- Lado externo;
- Localização e dimensões dos nichos de grauteamento;
- Dimensões dos cômodos.

Deve-se realizar a conferência das medidas e do esquadro das vigas baldrame, assegurando que a superfície de apoio esteja nivelada. Em seguida, fazer as marcações das locações dos painéis sobre a fundação ou laje de piso.

Para a montagem, devem ser utilizados calços de argamassa em todos os pavimentos – inclusive no térreo, com dimensões de 10 cm x 7 cm x 3 cm, conforme Figura 25, dispostos com a face de 3 cm na vertical. Os calços devem ser confeccionados em argamassa com resistência característica à compressão (f_{ak}) de 10 MPa, no traço 1:3 (cimento: areia). A montagem dos painéis só deve ocorrer após o correto posicionamento dos calços, como ilustra Figura 26.

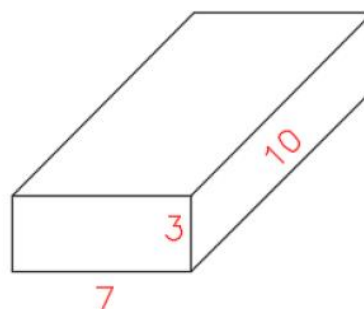


Figura 25 – Calço de argamassa de dimensões 10 cm x 7 cm x 3 cm



Figura 26 - Painel posicionado sobre calços de argamassa (exemplo de painel de 2,40 m com três calços)

3.2.2.2 Montagem dos painéis

A montagem do primeiro painel do pavimento térreo deve ser realizada com o auxílio de dispositivos metálicos específicos, que compõem o sistema de escoramento que garantem o posicionamento, o prumo e estabilidade do painel durante a instalação. O sistema de escoramento é composto por: escora metálica, trava superior e trava inferior. A escora metálica é fabricada com perfis cantoneira 2"x2"x3/16". Travas superiores em formato "T" ou "L", fabricadas em barras chatas de aço, vergalhões CA-50 e barras roscáveis, destinadas ao travamento e estabilidade dos painéis. Travas superiores em formato "T" ou "L", fabricadas em barras chatas de aço, vergalhões CA-50 e barras roscáveis, destinadas ao travamento e estabilidade dos painéis. Trava inferior composta por barras de ferro fundido, barras chatas e barras roscáveis, destinada a garantir a estabilidade inicial do painel

O primeiro painel deve ser posicionado conforme o projeto, com verificação do prumo e conferência do esquadro em relação às linhas perimetrais da fundação.

Após a fixação do primeiro painel, os demais devem ser posicionados conforme o projeto de locação, respeitando alinhamentos, distâncias e ângulos em planta. A verificação geométrica deve incluir prumo, esquadro e alinhamento, utilizando fio de prumo, esquadro metálico e régua de alumínio, com ajustes por cunhas quando necessário. As dimensões internas dos cômodos devem ser conferidas para garantir ortogonalidade. Nessa fase, os painéis permanecem apenas com travas superiores para estabilidade temporária, até a execução das conexões definitivas previstas no sistema construtivo.

3.2.2.3 Ligação entre painéis: soldagem, concretagem e acabamento dos encontros

A ligação entre os painéis deve ser realizada conforme o projeto, por meio de soldagem. Os cordões de solda devem ter extensão mínima de 10 mm, garantindo a continuidade estrutural entre os elementos (Figura 27).



Soldagem entre dois painéis



Soldagem entre três painéis

Figura 27 – Realização da soldagem entre painéis

Após a execução da soldagem, deve-se proceder à retirada das travas superiores que estavam mantendo os painéis em posição provisória. Em seguida, é necessário verificar a integridade dos painéis na região soldada, assegurando que não tenham ocorrido fissuras ou danos durante o processo.

Não é realizada a pintura das barras soldadas das intersecções entre painéis, uma vez que estas são concretadas com concreto f_{ck} 25 MPa (regiões de classe de agressividade ambiental I e II) e 30 MPa (regiões de classe de agressividade ambiental III), de modo atender à exigência de durabilidade da estrutura frente aos agentes agressivos do ambiente.

Finalizada a montagem dos painéis e as soldagens, devem ser instaladas as fôrmas nos encontros verticais entre os painéis (Figura 28) podendo ser de madeira ou metálicas. A amarração das fôrmas deve ser feita com arame e de forma a permitir que a concretagem atinja o nível do rebaixo previsto nos painéis, garantindo o correto preenchimento da interface.



Fôrma de madeira amarrada no encontro entre painéis (esta fôrma pode ser substituída por fôrma metálica)



Fôrma e concretagem no encontro entre painéis

Figura 28 – Fôrma dos encontros verticais entre painéis

A concretagem dos encontros deve ser realizada cuidadosamente, para tal segue-se as indicações da ABNT NBR 12655:2022 e da ABNT NBR 14931:2023. Durante o lançamento, é necessário realizar a vibração do concreto para evitar falhas de adensamento e garantir o completo preenchimento das fôrmas.

O concreto aplicado nos encontros entre painéis é executado em obra, definido em projeto, deve ser de classe de resistência C25 com a relação água/cimento $\leq 0,6$ para regiões de classe de agressividade ambiental I e II (rural e urbana) (conforme ABNT NBR 6118:2024) e; de classe de resistência C30 e relação água/cimento $\leq 0,55$ para regiões de classe de agressividade ambiental III (marinha) (conforme ABNT NBR 6118:2024). A classe de consistência para o concreto aplicado nos encontros entre painéis é S160, com abatimento de tronco de cone no intervalo entre 160 mm e 220 mm ($160 \text{ mm} \leq A < 220 \text{ mm}$). Deve-se efetuar o preparo, controle tecnológico, ensaios e amostragem conforme determinações da ABNT NBR 12655:2022. Após a desforma, deve-se verificar se o concreto ficou corretamente nivelado com o rebaixo deixado nos painéis, assegurando o preenchimento completo da junta e o acabamento adequado da interface vertical.

Após a concretagem dos encontros verticais entre painéis, deve-se dar início à etapa de acabamento, que consiste na fixação da tela de poliéster nos rebaiços deixados nas faces dos painéis. A tela a ser utilizada deve possuir malha de 2 mm x 2 mm, espessura de 0,18 mm e gramatura de 39 g/m², conforme especificações de projeto.

A aplicação deve ser feita antes da execução do reboco, utilizando-se argamassa colante do tipo AC-II. A tela deve ser aplicada de forma que cubra completamente a interface entre o painel e o concreto dos encontros.

Para a fixação, recomenda-se aplicar porções espaçadas de argamassa colante ao longo do rebaixo, pressionar a tela sobre essas porções e, em seguida, completar a aplicação da argamassa para garantir a ancoragem total da malha. Esse procedimento é fundamental como medida preventiva para combater a formação de fissuras no revestimento de reboco, especialmente nas regiões de junta entre elementos distintos. O resultado da fixação pode ser observado na Figura 29, onde a tela encontra-se completamente aplicada e embutida no acabamento final.



Início da aplicação de argamassa colante AC-II, em porções espaçadas para assentamento da tela de poliéster

Tela de poliéster provisoriamente fixada com argamassa colante AC-II

Execução da fixação definitiva da tela de poliéster

Tela fixada e arrematada

Figura 29 – Fotos da fixação da tela de poliéster

Deve-se aguardar no mínimo 48 horas após a aplicação da tela de poliéster para, então, executar o reboco nos encontros entre painéis. O processo de reboco deve ser realizado por meio da aplicação de argamassa, seguida de desempeno e alisamento com feltro. A argamassa deve ser preparada com cimento e areia fina, na proporção volumétrica de 1:4, água de amassamento e aditivo plastificante específico para argamassas. A superfície final do reboco deve estar perfeitamente alinhada com as faces dos painéis, garantindo uniformidade no acabamento.

3.2.2.4 Ligação e Acabamento dos Painéis com Lajes de Piso e Cobertura

O sistema construtivo admite dois tipos de lajes: a laje treliçada moldada no local com capa de concreto armado (Figura 30), e a laje pré-fabricada, produzida em pistas de pré-fabricação e montada diretamente na estrutura, sem a necessidade de capa (Figura 31). Ambas devem ser executadas conforme o projeto estrutural e escoradas de acordo com o detalhamento técnico específico.

O sistema construtivo admite dois tipos de lajes: a laje treliçada e a laje pré-fabricada. A laje treliçada é um sistema formado exclusivamente por painéis de concreto armado (com armadura treliçada eletrossoldada) justapostas. No canteiro, ela recebe uma capa de concreto armado moldada in loco, responsável por solidarizar o conjunto, formando uma laje monolítica. A laje treliçada moldada no local é apoiada diretamente sobre os painéis de parede.



Figura 30 – Laje treliçada moldada no local



Figura 31 – Laje treliçada pré-moldada

Já as lajes pré-fabricadas devem ser apoiadas sobre calços de argamassa com 3 cm de altura (f_{ak} 10 MPa – valor mínimo), espaçados a cada 1 metro, conforme Figura 32. Após umedecer as superfícies de contato, deve-se preencher a interface entre painéis as paredes e lajes com argamassa 1:4 (cimento: areia média, em volume) com adição de aditivo compensador de retração para argamassas, conforme instruções do fabricante, pressionando bem para evitar a formação de vazios (Figura 33). Os calços devem permanecer após a aplicação. Antes do apoio das lajes sobre os painéis, é necessário preencher com concreto a região da alça de içamento, no mesmo momento da concretagem dos pilaretes do pavimento.



Figura 32 – Lajes pré-moldadas apoiadas sobre calços de argamassa de 3 cm de altura



Figura 33 – Fotos da aplicação de argamassa na interface entre o painel superior e a laje de piso

Nas regiões de encontro entre painéis e lajes e entre painéis sobrepostos, deve-se aplicar tela 100 % poliéster com malha 2 mm x 2 mm, espessura de 0,18 mm e gramatura de 39 g/m², no lado externo da edificação, conforme especificado em projeto. Essa tela deve ser fixada com argamassa colante AC-II, garantindo aderência plena à superfície de contato (Figura 34).



Figura 34 – Fotos da fixação da tela de poliéster horizontal entre painéis e lajes

Por fim, deve-se realizar o revestimento das interfaces entre painéis e lajes e entre painéis sobrepostos, utilizando argamassa. A argamassa deve ser composta por cimento, areia fina e aditivos, na proporção de 1:4 (cimento: areia, em volume). Na argamassa, utilizam-se aditivos impermeabilizantes, que conferem características hidrófugas, e aditivos poliméricos, à base de polímeros (acrílicos, estireno-butadieno - SBR, látex ou resinas epóxi), destinados a aumentar a deformabilidade, a aderência e a resistência à fissuração. São empregados aditivos quimicamente compatíveis entre si, e as dosagens seguem as recomendações dos respectivos fabricantes. A superfície final do reboco deve estar alinhada com os planos dos painéis, garantindo o desempenho funcional e estético da vedação.

As mesmas condições técnicas e procedimentos construtivos adotados para as lajes de piso são aplicáveis à laje de cobertura, tanto na versão treliçada moldada no local quanto na pré-fabricada. Complementarmente, é obrigatória a aplicação do sistema de pintura – similar ao sistema de pintura para interfaces externa de painéis - na faixa de encontro entre a laje e os painéis, com largura mínima de 5 cm nas interfaces horizontais e 50 cm em faixa vertical contínua na face externa da fachada, conforme ilustrado nas Figura 35 e

Figura 36, com o objetivo de reforçar a vedação superior da edificação.



Figura 35 – Pintura da interface entre painéis sobrepostos



Figura 36 – Pintura da interface entre laje e painel

3.2.2.5 Instalação e Fixação de Esquadrias

A esquadria deve ser posicionada no vão, com verificação do nivelamento, prumo e alinhamento em relação ao painel acabado, utilizando calços quando necessário. O topo das janelas e portas de alumínio e de madeira devem estar alinhados, assegurando uniformidade visual e funcional.

Os vãos entre painel e esquadria devem ser preenchidos com argamassa de cimento e areia no traço volumétrico 1:3. O arremate das superfícies internas e externas deve ser realizado com argamassa polimérica, também no traço 1:3, garantindo vedação e acabamento (Figura 37).



Posicionamento da esquadria



Revestimento do entorno da esquadria

Figura 37 – Instalação da esquadria

Os métodos de instalação das esquadrias devem seguir rigorosamente as instruções do fabricante e os critérios definidos em projeto. As esquadrias de madeira são fixadas por meio de parafusos. Seguem-se as recomendações estabelecidas na ABNT NBR 10821:2023, garantindo a conformidade com os requisitos técnicos da norma. A Figura 38 demonstra o aparafusamento em esquadria de alumínio.



Figura 38 – Aparafusamento da esquadria

É obrigatório a instalação de pingadeiras em granito ou ardósia, com avanço mínimo de 3 cm em relação ao plano externo da parede e frisos inferiores (pingadeira). A peça deve ser fixada com argamassa colante AC-II e deve possuir caimento de aproximadamente 2 % para o lado externo da edificação (Figura 39).



Figura 39 – Instalação de peitoril em granito

Após a execução de acabamento superficial, deve-se remover com cuidado a proteção da esquadria, evitando danos ao perfil de alumínio.

3.2.2.6 Instalações Prediais

As instalações hidrossanitárias (água fria, água quente e esgoto sanitário) não devem ser embutidas nos painéis estruturais pré-moldados. Toda a tubulação deve ser instalada em shafts verticais de alvenaria ou drywall, ou ainda embutida em carenagens, sancas, molduras ou caixas de gesso, conforme solução prevista em projeto. Essa abordagem visa garantir a integridade dos painéis estruturais e facilitar eventuais manutenções, evitando a necessidade de demolições ou cortes (Figura 40).



Tubulação embutida em moldura de gesso



Tubulação embutida em carenagem



Shaft em dry wall



Fechamento de shaft com alvenaria

Figura 40 – Exemplos de instalações hidráulicas não embutidas em painéis

As instalações elétricas (eletrodutos e caixinhas de embutir) já vêm embutidas nos painéis estruturais, com os pontos definidos em projeto. A execução consiste na interligação desses pontos entre painéis e sua conexão com as redes principais, conforme projeto elétrico. Todo o sistema deve ser executado conforme as normas técnicas específicas de instalações elétricas, mediante projeto elaborado por profissional habilitado, com emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

3.2.2.7 Pintura e Acabamentos

Os painéis fornecidos para montagem já vêm com acabamento de superfície prévio, o que permite o recebimento direto de acabamentos finais, como pintura, texturas ou revestimentos decorativos. Antes da aplicação da pintura, eventuais imperfeições devem ser corrigidas com massa corrida, gesso, argamassa colante AC-II ou soluções similares.

Nas áreas externas da edificação, é obrigatório a execução do sistema de pintura nas interfaces entre elementos construtivos, como entre painéis, entre painéis e lajes, e nas bordas das esquadrias – como discorrido no item 3.1.7. O sistema de pintura é composto pela aplicação de selador acrílico seguido de textura acrílica para uso externo, formulada à base de copolímeros acrílicos com propriedades elastoméricas, que conferem impermeabilidade e capacidade de acomodar microfissurações. O sistema de pintura deve abranger 5 cm nas faixas horizontais e 50 cm na vertical externa. O barrado executado com o sistema de pintura na base externa das paredes também deve ser aplicado, conforme ilustrado nas imagens da execução e resultado final (Figura 41).



Figura 41 – Barrado com o sistema de pintura

Além do sistema de pintura nos locais mencionados acima, deve-se aplicar sobre todas as paredes externas selador acrílico em duas demãos, seguido da pintura de acabamento, que pode ser feita com tinta acrílica em cores claras, textura acrílica ou grafiato acrílico, de acordo com o projeto arquitetônico.

Nas paredes internas, os acabamentos podem ser aplicados conforme o revestimento de base, sendo admitidas as seguintes composições:

- Tinta látex PVA ou látex acrílico sobre selador acrílico;
- Tinta látex PVA ou látex acrílico sobre gesso;
- Tinta látex PVA ou látex acrílico sobre massa corrida;
- Tinta látex PVA ou látex acrílico sobre argamassa colante AC-II (Figura 42);
- Revestimentos acrílicos (textura, grafiato etc.) sobre selador acrílico.

Além das pinturas, as paredes permitem a aplicação de revestimentos cerâmicos, pedras, tijolinhos aparentes, molduras, frisos e demais elementos decorativos, conforme detalhado no projeto arquitetônico.



Figura 42 – Aplicação de argamassa colante AC-II em parede interna da edificação (Esta argamassa deverá ser lixada antes da aplicação da pintura)

Nas áreas úmidas, como cozinhas, banheiros e áreas de serviço, deve ser aplicada camada de revestimento cerâmico, a qual contribui para a estanqueidade. Previamente, pode ser executado tratamento de impermeabilização, realizado com argamassa polimérica monocomponente (pré-dosada em saco, composta por cimento, aditivos hidrofugantes e polímeros em pó) ou com argamassa convencional modificada por aditivos hidrofugantes (cimento Portland, areia e aditivos repelentes de água). Sobre pias, lavatórios, tanques e nos boxes de banheiros, a execução do tratamento é obrigatória, devendo ser realizada de forma contínua e uniforme.

4. Avaliação técnica

A avaliação técnica de desempenho foi realizada conforme a Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 - Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais, com base na análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural, vistorias na unidade fabril, em obras e demais avaliações descritas nos Relatórios Técnicos e de ensaios (com relatórios) mencionados ao longo do item 4.

4.1 Desempenho estrutural

O desempenho estrutural do sistema de paredes foi avaliado com base no projeto estrutural, na resistência à compressão do concreto dos painéis, na estabilidade global, na resistência às ações verticais, bem como à ação de impactos de corpo mole, corpo duro, peças suspensas e solicitações de portas.

A resistência característica à compressão especificada para o concreto empregado nos painéis pré-moldados é comprovada nos ensaios de caracterização do concreto realizado em laboratório e nos ensaios de controle de qualidade realizados nas obras auditadas.

Foram feitos ensaios de compressão excêntrica para avaliar a resistência às ações verticais para estado-limite último e para o estado-limite de serviço. Foram realizados dois conjuntos de ensaios, um em paredes cegas de 1,20 m x 2,55 m, e outro em paredes de 2,00 m x 2,55 m com uma abertura central de 1,0 m x 1,0 m.

Na Tabela 2 apresenta-se uma síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório, para o caso dos painéis cegos.

Tabela 2 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica painel cego

Corpo de prova ensaiado	Carga da primeira fissura (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)	Relatório de ensaio
CP 1	898,3	1 007,0	CCB 02634/25
CP 2	412,8	757,3	CCB 02634/25
CP 3	430,8	926,9	CCB 02634/25

Com os resultados dos ensaios da Tabela 2, foram utilizadas as equações para a determinação da resistência última de projeto (R_{ud}) e da resistência de serviço de projeto (R_{sd}) da ABNT NBR 15575-2:2013 com $\gamma_m = 2,0$ e $\xi = 1,5$.

Tomando-se a maior carga prevista no projeto exemplo analisado, fornecido pelo Cliente, foram calculadas as solicitações de projeto para o estado-limite último e para o estado-limite de serviço ($S_{d,s}$), obtendo-se os valores da Tabela 3. A partir desses resultados verificam-se comprovadas as condições de que $S_{du} \leq R_{ud}$, para o estado-limite último, e $S_{ds} \leq R_{sd}$, para o estado-limite de serviço.

Tabela 3 – Síntese da análise dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica painel cego

R_{ud}	$S_{d,u}$	R_{sd}	$S_{d,s}$
265,0 kN/m	49,7 kN/m	48,6 kN/m	35,5 kN/m

No caso dos ensaios em painéis com aberturas, inicialmente foi aplicada uma carga de 20 kN/m sobre a abertura de janela, sem que tenha sido observada qualquer ocorrência nos três painéis ensaiados. Posteriormente as regiões laterais às aberturas foram carregadas até a ruptura. A Tabela 4 e a Tabela 5 resumem os resultados.

Tabela 4 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica painel com abertura

Corpo de prova ensaiado	Carga da primeira fissura (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)	Relatório de ensaio
CP 1	801,1	1 373,7	CCB 02635/25
CP 2	681,7	1 085,3	CCB 02635/25
CP 3	557,8	941,1	CCB 02635/25

Tabela 5 – Síntese da análise dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica painel com abertura

R_{ud}	$S_{d,u}$	R_{sd}	$S_{d,s}$
308,3 kN/m	49,7 kN/m	375,3 kN/m	35,5 kN/m

Para cada empreendimento deve ser desenvolvido um projeto estrutural específico e sua respectiva memória de cálculo, cujas solicitações de projeto devem ser comparadas com a resistência última de projeto (R_{ud}) e a resistência de serviço de projeto (R_{sd}).

Os painéis têm um comprimento máximo de 6,00 m e uma altura equivalente ao pé-direito do projeto, limitada a 3,20 m. Tomando-se a maior carga prevista no projeto exemplo analisado, fornecido pelo Cliente, foram calculadas as solicitações de projeto para o estado-limite, obtendo-se os valores apresentados abaixo. A partir desses resultados verificam-se comprovadas as condições de que $S_{du} \leq R_{ud}$, para o estado-limite último, e $S_{d,s} \leq R_{sd}$. Cabe salientar que os ensaios foram realizados com painéis de 2,55 m de altura, no entanto, considerando que os painéis são biapoiaados, e que a influência da altura do corpo de prova na carga crítica de flambagem por ser levada em conta por um fator de potência dois (h^2). Foi considerado um fator de correção igual a 0,635 para os resultados dos ensaios com $h = 2,55$ m, para estimar o valor para $h = 3,20$ m. O projeto exemplo analisado tinha paredes com $h = 2,70$ m. A Tabela 6 apresenta os resultados

Tabela 6 – Síntese da análise dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica painel cego

R_{ud} ($h = 2,55$ m)	R_{ud} ($h = 3,20$ m)	$S_{d,u}$ ($h = 2,70$ m)
265,0 kN/m	168,3 kN/m	49,7 kN/m

Foram feitos ensaios de impactos de corpo mole, impactos de corpo duro e solicitações de portas, peças suspensas, constantes dos Relatórios de Ensaio CCB 02565/25, 02567/25, 02568/25 tendo alcançado resultados que atendem aos critérios mínimos estabelecidos na Diretriz SiNAT N° 002 – Rev. 04 e na ABNT NBR 15575-4:2021.

Foram realizados ensaios para verificação da resistência a impactos de corpo mole nas paredes externas e internas da edificação.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole realizado na face externa do painel de parede indicam que o corpo de prova não apresentou falhas (fissuras, moissas e frestas) e/ou rupturas nos componentes da parede para as energias de 120 J a 960 J, e os valores de deslocamento instantâneo e residual atendem aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na ABNT NBR 15575-4:2021 e na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 para casas térreas e edifícios com mais de um pavimento. Com base nos resultados apresentados (relatório CCB 02625/25), o sistema construtivo atende ao requisito superior de desempenho.

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole realizado na face interna do painel de parede indicam que o corpo de prova não apresentou falhas (fissuras, moissas e frestas) e/ou

rupturas nos componentes da parede para as energias de 120 J a 480 J, e os valores de deslocamento instantâneo e residual atendem aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na ABNT NBR 15575-4:2021 e na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 para casas térreas e edifícios com mais de um pavimento. Com base nos resultados apresentados (relatório CCB 02625/25), o sistema construtivo atende ao requisito superior de desempenho.

Foram realizados ensaios de impacto de corpo duro em campo em edificações unifamiliares sobrados, com impactos internos e externos nas duas faces do painel. Os resultados do ensaio de corpo duro não apresentaram pontos de ruína, danos ou transpasse, assim como a perda de funcionalidade e de serviço do sistema de vedação. Os valores de massa atendem aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo duro especificados na ABNT NBR 15575-4:2021 e na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04. Com base nos resultados apresentados (relatório CCB 02625/25), o sistema construtivo atende ao requisito superior de desempenho.

Foi realizado ensaio de solicitações transmitidas por portas, considerando fechamento brusco da folha de porta e impacto de corpo mole na folha de porta. A porta foi submetida a dez operações de fechamento brusco e a impactos de corpo mole, 240 J - centro da folha, realizados com base na ABNT NBR 15575-4:2021. Os resultados demonstraram que foram atendidos os critérios especificados na ABNT NBR 15575-4:2021 e na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 quanto às solicitações transmitidas por portas. Com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo atende ao requisito mínimo de desempenho (relatórios CCB 02627/25 - 02628/25).

O ensaio de solicitações transmitidas por peças suspensas considerou o dispositivo padrão com duas mãos francesas, 24 h de ensaio e carga limite de 1,20 kN, realizado com base no método prescrito na ABNT NBR 15575-4:2021. A fixação utilizada no ensaio foi feita com parafuso sextavado soberba, arruela e bucha plástica (nylon) convencional N.º 10, que proporciona ancoragem por expansão. O conjunto foi aplicado em furos de 10 mm, compatíveis com parafusos de 6 mm a 8 mm de diâmetro. Avaliando os resultados obtidos no ensaio, verificou-se que os valores de deslocamento e a inexistência de fissuras e falhas que podem comprometer o estado-limite de serviço atendem aos critérios especificados na ABNT NBR 15575-4:2021 e na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 e o sistema construtivo atende ao requisito superior de desempenho (relatório CCB 02625/25).

A partir da análise dos resultados dos ensaios realizados e da documentação técnica apresentada pela Modular Construção Express SPE Ltda, conclui-se que o produto atende aos requisitos e critérios de desempenho estrutural estabelecidos na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 para a construção de casas térreas, sobrados, edifícios de pavimento térreo mais um pavimento superior e de casas sobrepostas, mediante projeto específico para cada empreendimento. Ressalta-se que, para cada empreendimento, a Modular Construção Express SPE Ltda deve elaborar projeto estrutural dos painéis e da edificação como um todo.

4.2 Segurança contra incêndio

Os painéis pré-moldados mistos, compostos por concreto armado e blocos cerâmicos, são constituídos por materiais classificados como incombustíveis, não se caracterizando como elementos propagadores de incêndio. Além disso, não contribuem para a geração de fumaça, cumprindo os requisitos de forma a permitir a fuga dos ocupantes em situações de sinistro. Os painéis atendem quanto à exigência de dificultar a ocorrência da inflamação generalizada, conforme estabelecido na ABNT NBR 15575:2024 – Partes 1 a 6, e na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04.

Foi realizado ensaio laboratorial de resistência ao fogo em parede com função estrutural com dimensões de 2 800 mm de largura, 2 700 mm de altura e 135 mm de espessura, conforme apresentado no Relatório de Ensaio IPT N.º 1 148 563-203 com aplicação de carga de serviço de 5 000 kgf/m, visando reproduzir a solicitação de serviço declarada pela Modular Construção Express SPE Ltda. O sistema foi submetido a ensaio de resistência ao fogo conforme a ABNT

NBR 16945:2021, sob carga de 5.000 kgf/m, apresentando classificação REI 60. Dessa forma, resistiu durante 60 minutos, superando o requisito mínimo de 30 minutos previsto em norma.

Os ensaios foram realizados apenas na composição de painel com espessura de 135 mm, considerada a condição mais crítica entre as três opções avaliadas (135 mm, 155 mm e 175 mm). Como essa composição, com menor espessura, apresentou desempenho satisfatório e atendeu aos requisitos estabelecidos, não foi necessário estender os testes às demais variações. Painéis com maior espessura podem oferecer melhor desempenho estrutural e resistência, o que torna desnecessária a repetição dos ensaios nas composições de 155 mm e 175 mm.

Os resultados para a capacidade portante demonstraram que o corpo de prova manteve a sua capacidade portante durante o período de 60 minutos de ensaio. A deformação axial e a taxa de deformação axial limitantes, considerando a altura do corpo de prova, foram de, respectivamente, 8,4 mm/min e 28 mm. Os valores limites não foram atingidos durante o período de ensaio. Vinte e quatro horas após término do programa de aquecimento, o corpo de prova foi novamente submetido à carga de serviço e manteve-se estável.

O resultado para isolamento térmica, com base no limite de elevação de temperatura da face não exposta ao fogo do corpo de prova, ou seja, $140^{\circ}\text{C} + T_0$ (168°C) na média, ou $180^{\circ}\text{C} + T_0$ (208°C) em qualquer ponto de medida, não foi ultrapassado durante o período de ensaio.

O corpo de prova manteve-se íntegro durante o período de 60 minutos de ensaio. Portanto, as paredes estruturais atendem aos critérios mínimos de 30 minutos, assegurando neste período condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica, conforme especificações da ABNT NBR 14432:2001 e da Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04.

Os resultados obtidos demonstram que a parede com função estrutural apresentou resistência ao fogo, pelo período de 60 minutos. Conforme apresentado no Relatório de Ensaio IPT N.º 1 148 564-203 a parede ensaiada classifica-se como REI-60, de acordo com a norma ABNT NBR 16945:2021.

As instalações elétricas e de gás combustível (GLP) devem estar de acordo com as condições de segurança conforme a ABNT NBR 5410:2008 e ABNT NBR 15526:2016, respectivamente.

A Modular Construção Express SPE Ltda deve elaborar projetos específicos para cada tipologia, levando em consideração as exigências contidas nas regulamentações do Corpo de Bombeiros do Estado em que a construção será edificada, na ABNT NBR 14432:2001, na ABNT NBR 15575:2024 e nos regulamentos municipais específicos.

4.3 Estanqueidade à água

Nos termos da Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04, o sistema de vedação vertical externa deve apresentar desempenho satisfatório quanto à estanqueidade à água de chuva, de uso e lavagem, bem como à umidade proveniente da fundação, com vistas a garantir a durabilidade, a salubridade e a segurança das edificações.

A estanqueidade do sistema de vedação vertical externa foi verificada por meio de ensaio laboratorial em conformidade com a Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04, e atendendo à seção 10.1.1 da ABNT NBR 15575-4:2021. O painel submetido ao ensaio foi previamente ensaiado quanto à resistência ao choque térmico e posteriormente avaliado quanto à penetração de água em junta vertical entre painéis, sendo este revestido com selador acrílico e textura acrílica. Durante e após a exposição à água sob pressão controlada, não foram observadas infiltrações, manchas de umidade ou gotejamento na face oposta, o que evidencia a conformidade com os requisitos normativos de desempenho hídrico. A avaliação foi registrada no Relatório de Ensaio CCB 02565/25 e com base nos resultados apresentados, o sistema construtivo atende ao requisito superior de desempenho.

No sistema construtivo avaliado, com base nas análises dos projetos e das especificações técnicas fornecidas, observam-se as seguintes soluções destinadas à proteção contra a ação da água sob diferentes formas de exposição:

- a) As superfícies externas dos painéis de vedação são submetidas ao sistema de pintura que é composto pela aplicação de selador acrílico seguido de textura acrílica para uso externo, formulada à base de copolímeros acrílicos com propriedades elastoméricas, que conferem impermeabilidade e capacidade de acomodar microfissurações. Em algumas situações, também são indicados revestimentos cerâmicos ou outros elementos de acabamento de acordo com as definições de projeto. As faces internas dos painéis recebem pintura com tinta PVA ou acrílica em áreas secas. Nas áreas úmidas, como cozinhas, banheiros e áreas de serviço, deve ser aplicada camada de revestimento cerâmico, a qual contribui para a estanqueidade. Previamente, pode ser executado tratamento de impermeabilização, realizado com argamassa polimérica monocomponente (pré-dosada em saco, composta por cimento, aditivos hidrofugantes e polímeros em pó) ou com argamassa convencional modificada por aditivos hidrofugantes (cimento Portland, areia e aditivos repelentes de água). Sobre pias, lavatórios, tanques e nos boxes de banheiros, a execução do tratamento é obrigatória, devendo ser realizada de forma contínua e uniforme.
- b) As grapas metálicas são embutidas e fixadas com argamassa, sendo as juntas entre os elementos preenchidas com argamassa colante. Após a secagem, é prevista a aplicação de emulsão acrílica nas interfaces. As esquadrias são especificadas conforme normas técnicas brasileiras;
- c) Entre os painéis de vedação e a fundação, o projeto prevê o apoio dos painéis sobre calços de argamassa. O espaço entre a base dos painéis e o elemento de fundação é preenchido com argamassa polimérica de cimento e areia (traço 1:3 em volume) com adição de aditivos impermeabilizante e agente expensor. Sobre essa região, é aplicada emulsão acrílica;
- d) No encontro das paredes com os pisos, observam-se desníveis entre ambientes internos e externos, com diferença de cota de 30 mm entre piso interno e externo, 10 mm entre banheiro e corredor, e 20 mm entre o banheiro e a área do box. Os pisos de áreas molhadas e molháveis são especificados com revestimento cerâmico. Nas áreas secas, o projeto admite piso cimentado com acabamento liso ou revestimento cerâmico, conforme a definição para cada ambiente;
- e) No sistema de cobertura, o projeto especifica telhas cerâmicas e elementos auxiliares como calhas e rufos. Os detalhamentos indicam os pontos de escoamento e encaminhamento das águas pluviais.

Portanto, os resultados obtidos no ensaio laboratorial e as análises realizadas indicam que a Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 é atendida quanto ao requisito de estanqueidade à água.

4.4 Desempenho Higrotérmico

Desempenho Térmico

A avaliação do desempenho térmico foi conduzida em conformidade com os critérios estabelecidos na ABNT NBR 15575:2024, considerando as características bioclimáticas definidas pela ABNT NBR 15220:2024. A verificação foi conduzida por meio de Simulação Computacional, método previsto na ABNT NBR 15575:2024 para a avaliação do Desempenho Térmico.

O detalhamento das informações relativas ao desempenho térmico pode ser consultado no relatório técnico “R0825_R1 Modular Painéis Cerâmicos Desempenho Térmico” desenvolvido pela empresa Roriz Engenharia Bioclimática, datado de agosto de 2025.

A Tabela 7 resume as condições simuladas e as necessárias para atingir as temperaturas de conforto estabelecidas pela ABNT NBR 15575:2024.

Tabela 7 – Temperaturas de conforto

Modelo	Referência	Real			α
		Cores Claras	Cores Medias	Cores Escuras	
PHFT	81 %	85 %	86 %	84 %	Médias
ToMax	27,24	26,23	26,96	27,68	
ToMin	13,59	14,02	14,51	14,97	
PHFTUH/PHFTREF	> 0,9	1,03	1,05	1,02	Críticos
$\Delta T_{\text{máx}}$	< 1*	-1,4	-0,5	0,4	
ΔT_{min}	> -1**	0,6	1,1	1,5	
* < 2 Para o caso de coberturas		Aprovado	Aprovado	Aprovado	
** Para ZB1 A ZB4					

Onde:

- PHFT: Percentual de Horas de ocupação dentro de uma Faixa de Temperatura operativa.
- ToMax: Temperatura Operativa anual Máxima observada em um APP, durante o seu período de ocupação.
- ToMin: Temperatura Operativa Anual Mínima observada em um APP, durante o seu período de ocupação.
- As simulações indicaram níveis adequados de desempenho térmico em todos os ambientes de longa permanência das habitações, dos climas típicos da região. Portanto, com base nos procedimentos computacionais prescritos pelas normas técnicas brasileiras, avaliou-se o desempenho térmico, obtendo-se resultados satisfatórios.

Período de condensação

O detalhamento das informações relativas ao período de condensação pode ser consultado no relatório técnico “R0925 Modular Painéis Cerâmicos Desempenho Higtotérmico e Período de condensação” desenvolvido pela empresa Roriz Engenharia Bioclimática, datado de setembro de 2025.

O resultado da avaliação do período de condensação foi elaborado e projetado para as Zonas Bioclimáticas Brasileiras, conforme ABNT NBR 15220:2024.

Com base nos procedimentos prescritos pelas normas técnicas brasileiras, avaliou-se desempenho Higtotérmico dos projetos das edificações, obtendo-se resultados adequados.

Os resultados obtidos demonstram atendimento ao estabelecido na Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04, a qual estabelece que para o período de um ano, o risco de condensação superficial do sistema em análise pode ser, no máximo, 20 % maior que aquele de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos de 140 mm de espessura com revestimento de argamassa de 20 mm de espessura em ambas as faces.

As condições de acabamento externo exigíveis para se obter aprovação pelo quesito de “Período de Condensação” podem então ser resumidas conforme o apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Condições de acabamento externo para aprovação no “Período de Condensação”

Zona Bioclimática	Cor do acabamento externo das paredes de fachadas para se obter aprovação			
	Seção 13_Bloco 6	Seção 13_Bloco 8	Seção 15_Bloco 6	Seção 15_Bloco 8
1R	INSUF	Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
1M	INSUF	INSUF	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
2R	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
2M	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
3A	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
3B	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
4A	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
4B	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
5A	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
5B	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
6A	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
6B	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura

Como observável, o sistema proposto apresenta restrições específicas nas zonas bioclimáticas 1R e 1M. Nas demais situações, todas as combinações avaliadas permaneceram em conformidade aos requisitos de normas.

A Tabela 9 apresenta as condições necessárias para aprovação considerando as restrições combinadas.

Tabela 9 – Condições combinadas para desempenho aceitável

(continua)

Zona Bioclimática	Cor do acabamento externo das paredes de fachada				
	Casa Térrea Isolada	Casa Térrea Geminada	Sobrado Isolado	Sobrado Geminado	Apartamento
1R	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15
1M	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15	Clara, Média ou Escura *Seção 15
2R	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura

(conclusão)

Zona Bioclimática	Cor do acabamento externo das paredes de fachada				
	Casa Térrea Isolada	Casa Térrea Geminada	Sobrado Isolado	Sobrado Geminado	Apartamento
2M	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
3A	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura
3B	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
4A	Clara, Média ou Escura	Clara, Média ou Escura	Clara ou Média	Clara, Média ou Escura	Clara ou Média
4B	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
5A	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
5B	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
6A	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
6B	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara, Média ou Escura	Clara ou Média

Com base nos procedimentos prescritos, avaliou-se o desempenho Higrotérmico, obtendo-se resultados adequados.

4.5 Desempenho acústico

Para avaliação do desempenho acústico do sistema construtivo “Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos – até 2 pavimentos” foram realizados os ensaios de campo de isolamento a ruídos aéreos de fachada, de isolamento a ruídos aéreos de paredes internas entre unidades habitacionais autônomas e de isolamento a ruídos aéreos de paredes internas de uma mesma unidade habitacional (entre dormitórios). Os ensaios de campo foram executados em unidades habitacionais situadas na cidade de Santo Antônio do Jardim/SP

As medições de campo foram realizadas com base no Método de Engenharia descrito na ISO 16283-3:2016.

A medição de isolamento a ruídos aéreos de fachada foi realizada em painéis de 135 mm de espessura, tanto na fachada de dormitório com sacada (Relatórios CCB 08193/25 e CCB 07619/25) quanto na fachada de dormitório sem sacada (Relatório CCB 07620/25). Já para a medição de isolamento a ruídos aéreos nos ambientes internos da edificação, os ensaios foram realizados entre duas unidades habitacionais, em painel de 175 mm de espessura (Relatório

CCB 02630/25), e entre dois dormitórios de uma mesma unidade habitacional, em painel de 135 mm de espessura (Relatórios CCB 07618/25 e CCB 07619/25).

O ambiente dormitório com sacada possuía uma porta balcão com três folhas de correr (batente de 100 mm), com dimensões de 150 cm x 215 cm e vidro liso incolor com espessura de 4 mm. A porta de entrada do ambiente (dormitório 1) era constituída por folha e batentes de madeira. Já o ambiente dormitório sem sacada possuía uma janela com 3 folhas de correr (batente 100 mm) com dimensões de 215 x 150 cm e vidro liso incolor com espessura de 4 mm. A porta de entrada do dormitório é constituída em folha e batente de madeira.

Os Relatórios CCB 08193/25, CCB 07619/25 e CCB 07620/25, referentes aos ensaios de isolamento sonora de fachada em painéis de 135 mm de espessura, apresentaram valores de Diferença Padronizada de Nível Ponderada da vedação externa de $D_{2m,nT,w} = 21$ dB, $D_{2m,nT,w} = 22$ dB e $D_{2m,nT,w} = 21$ dB, respectivamente. Portanto, com base nos resultados dos relatórios se atende ao Nível de Desempenho Mínimo ($D_{2m,nT,w} \geq 20$ dB) para a Classe de Ruído I (áreas residenciais com baixo tráfego).

Os Relatórios CCB 08192/25 e CCB 07618/25 referem-se às medições de isolamento a ruídos aéreos em paredes internas, especificamente nas paredes entre dois dormitórios de uma mesma unidade habitacional. O sistema de vedação vertical entre os ambientes é constituído por painéis estruturais mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, com 135 mm de espessura. O piso do ambiente ensaiado é composto por laje pré-moldada de 12 cm de espessura, com acabamento em placas cerâmicas. O dormitório (1) apresentava uma porta em esquadria de alumínio, com três folhas, dimensões de 215 x 150 cm e vidro incolor de 4 mm de espessura. O dormitório (2) possuía uma janela de correr em esquadria de alumínio, com três folhas, batente de 100 mm, dimensões de 215 x 150 cm e vidro liso incolor de 4 mm de espessura. As portas de ambos os dormitórios eram constituídas por folha e batente de madeira. Os resultados dos Relatórios CCB 08192/25 e CCB 07618/25, referentes aos ensaios de isolamento sonora a ruídos aéreos entre dormitórios, realizados em paredes internas de 135 mm de espessura, foram de $D_{nT,w} = 41$ dB e $D_{nT,w} = 40$ dB, respectivamente.

Conforme A medição de isolamento a ruídos aéreos de paredes internas entre unidades habitacionais autônomas (Relatório CCB 02630/25) foi realizada entre dois dormitórios, sendo cada um pertencente a uma unidade habitacional. O sistema de vedação vertical era composto por painéis estruturais mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, com 175 mm de espessura. O piso do ambiente ensaiado era em laje pré-moldada com 12 cm de espessura, com acabamento em placas cerâmicas. Os ambientes possuíam uma porta balcão com três folhas de correr (batente de 100 mm), com dimensões de 150 x 215 cm e vidro liso incolor com espessura de 4 mm e a porta de entrada dos ambientes (dormitório 1) eram constituídas por folha e batentes de madeira. Conforme Relatório CCB 02630/25 os resultados de isolamento sonora, som aéreo, entre ambientes promovida pelas paredes internas geminadas ($D_{nT,w} = 53$ dB) atende ao Nível de Desempenho Intermediário, estabelecido pela ABNT NBR 15575-4:2021 ($D_{nT,w} = 50$ a 54 dB) - Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.

Os ensaios de campo foram realizados em edificações assobradadas geminadas e demonstram que, do ponto de vista do desempenho acústico, o sistema construtivo de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, atende aos requisitos da ABNT NBR 15575:2024. O sistema de piso (laje de concreto) é convencional e não é objeto de avaliação. Ressalta-se que os valores obtidos se referem exclusivamente à unidade avaliada nas condições descritas no relatório de ensaio.

4.6 Durabilidade e manutenibilidade

Para a durabilidade do sistema construtivo 'Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos – até 2 pavimentos', foram analisados os projetos, especificações técnicas dos materiais e componentes, bem como ensaios relevantes à avaliação de desempenho e os procedimentos de manutenção previstos no Manual de Uso, Operação e Manutenção.

Foram realizados ensaios laboratoriais, conduzidos pelo Centro Cerâmico do Brasil (CCB) e outros, conforme metodologia e critérios estabelecidos pela Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 e ABNT NBR 15575:2024. Entre os ensaios executados destacam-se: resistência a impactos de corpo duro, verificação da resistência dos sistemas de vedação vertical interno e externo (SVVIE e SVVE) às solicitações de peças suspensas, estanqueidade à água e comportamento frente à ação de calor e choque térmico. Os resultados demonstraram o atendimento aos requisitos de desempenho previstos na ABNT NBR 15575:2024 e pela Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04.

Neste item (4.6), não são detalhados os ensaios de resistência a impactos de corpo duro, verificação da resistência dos sistemas de vedação vertical interno e externo (SVVIE e SVVE) às solicitações de peças suspensas, estanqueidade à água e comportamento frente à ação de calor, uma vez que esses aspectos já foram tratados nos itens anteriores deste relatório. Optou-se, no entanto, por abordar o ensaio de choque térmico, considerando como relevante quanto aos seus efeitos no desempenho do sistema construtivo.

Os painéis de parede externa do sistema, incluindo revestimentos e tratamentos de juntas, foram submetidos ao ensaio de choque térmico conforme previsto na ABNT NBR 15575-4:2021 – Anexo E. O ensaio consistiu na exposição a dez ciclos sucessivos de calor, seguidos por resfriamento com jato de água, simulando variações extremas de temperatura. Durante todo o procedimento, não foram observadas ocorrências de fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração ou qualquer outro dano visível que comprometesse a integridade dos elementos construtivos, tanto na face exposta ao calor quanto na face oposta. Os deslocamentos horizontais instantâneos registrados (dh) ao longo dos ciclos permaneceram abaixo do limite estabelecido pela norma ($h/300$, ou seja, 8,5 mm para altura de 2 550 mm), demonstrando estabilidade dimensional do sistema. O ensaio foi conduzido no Centro Cerâmico do Brasil (CCB), Relatório CCB 02565/25, com dois corpos de prova distintos, sendo confirmada a conformidade com o nível de desempenho mínimo estabelecido pela norma para esse tipo de solicitação.

A fixação das esquadrias deve ser realizada exclusivamente por meio de aparafusamento. No caso específico de esquadrias de alumínio, deve-se adotar cuidados adicionais para evitar o contato bimetálico com elementos de aço, de modo a prevenir reações decorrentes de incompatibilidade eletroquímica e assegurar a durabilidade do sistema.

Vida útil de projeto dos elementos

O Manual de Uso, Operação e Manutenção apresentou os prazos de vida útil de projeto (VUP) dos elementos e subsistemas que compõem a edificação, conforme os parâmetros definidos pela ABNT NBR 15575:2024. Foram especificadas as VUP para os principais componentes do sistema, incluindo estrutura, vedação, instalações e revestimentos, com prazos variando entre 13 e 50 anos, de acordo com a natureza do elemento e a exposição às condições ambientais. A estrutura em painéis pré-moldados de concreto armado, por exemplo, foi projetada com VUP de 50 anos, desde que cumpridos os procedimentos de manutenção indicados.

Manutenibilidade dos elementos

A manutenibilidade do sistema construtivo que compõe a edificação está prevista conforme estabelecido no Manual de Uso, Operação e Manutenção, elaborado em conformidade com as normas ABNT NBR 14037:2024 e ABNT NBR 15575:2024.

As manutenções periódicas estão previstas no Manual de Uso, Operação e Manutenção, do sistema “Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos”. prevê manutenções periódicas por parte do usuário. As manutenções recomendadas incluem, principalmente:

- Inspeção visual das juntas entre painéis, com atenção à integridade da argamassa e da pintura de vedação.
- Reaplicação do sistema de pintura nas interfaces dos painéis, sempre que houver desgaste, fissuras ou perda de aderência.
- Verificação do estado da pintura geral dos painéis e renovação conforme necessidade, para garantir proteção e aparência adequada.
- Inspeção das interfaces com esquadrias e lajes, observando eventuais infiltrações ou falhas de vedação. Os fixadores das esquadrias devem ser inspecionados periodicamente, verificando-se seu estado de conservação, aperto e possíveis sinais de corrosão.
- Atenção à integridade dos pontos de fixação de elementos suspensos nas paredes, respeitando os limites definidos pelo fabricante.
- Proibição de furos ou cortes nos painéis estruturais, exceto se previamente autorizados pela empresa responsável, com as devidas instruções técnicas.

Essas ações visam manter a estanqueidade, a proteção contra umidade e o desempenho estrutural dos painéis ao longo do tempo.

Exposição a agressividade ambiental

Verificou-se a adequação entre as classes de agressividade ambiental e as propriedades do concreto especificado para os painéis estruturais mistos de concreto armado e blocos cerâmicos. O sistema “Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos – até 2 pavimentos” utiliza concreto da classe C25 para regiões com classe de agressividade ambiental I e II (zonas rural e urbana, respectivamente), com relação água/cimento inferior a 0,60. Para regiões de classe III (marinha), adota-se concreto da classe C30, com relação água/cimento inferior a 0,55, conforme requisitos da ABNT NBR 6118:2024.

A resistência à compressão para desforma é de 15 MPa, e a classe de consistência especificada é S100 (abatimento entre 100 mm e 160 mm), conforme a ABNT NBR 8953:2015.

Em relação à proteção das armaduras, os painéis são moldados com galgas metálicas de 25 mm (Classe II) ou 35 mm (Classe III) que definem o cobrimento nominal do concreto sobre as armaduras, em conformidade com a Diretriz SiNAT N° 002 – Rev. 04 e a norma ABNT NBR 6118:2024. As armaduras são compostas por treliças TR 08644 e barras de aço CA-50 com diâmetros de 6,3 mm e 8 mm, distribuídas de acordo com o projeto estrutural, garantindo resistência à corrosão em ambientes de agressividade controlada.

Sob o ponto de vista da durabilidade estrutural, e em especial da resistência à corrosão das armaduras, conclui-se que os painéis e suas interfaces são adequados para utilização em regiões com classes de agressividade ambiental I, II e III.

5. Controle da qualidade

O controle da qualidade do sistema “Painéis Estruturais Pré-Moldados – Modular Painéis Cerâmicos – até 2 pavimentos” foi verificado por meio de auditorias técnicas conduzidas pelo Centro Cerâmico do Brasil (CCB), instituição responsável pela avaliação e acompanhamento do processo de produção, em conformidade com a Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 4. As auditorias foram realizadas tanto na unidade de produção quanto em obras em execução e finalizadas, com o objetivo de assegurar a aplicação sistemática das exigências de controle da qualidade na fabricação e montagem dos painéis.

Durante as auditorias, foram inspecionadas as seguintes etapas: controle do recebimento de materiais e componentes (blocos cerâmicos, armaduras, eletrodutos, concreto e argamassas), verificação da conformidade dos insumos, controle da resistência do concreto (verificação de f_{ck} aos 28 dias e resistência à compressão de desforma de 15 MPa), e consistência do concreto da classe S100, conforme ABNT NBR 8953:2015. Na etapa de produção, avaliou-se a sequência de montagem dos painéis em pistas horizontais, incluindo preparação e esquadreamento das fôrmas, aplicação da primeira camada de concreto, posicionamento das armaduras e blocos cerâmicos, integração das instalações elétricas e execução da segunda camada de concreto. Todos esses procedimentos seguiram parâmetros técnicos descritos no Manual do Produto.

No recebimento dos painéis, foram inspecionados aspectos como identificação, tolerâncias dimensionais, integridade superficial, presença de falhas visuais, posicionamento correto dos insertos e eletrodutos, e acabamento das interfaces. No canteiro de obras, a montagem dos painéis foi acompanhada com foco em etapas como o travamento, alinhamento, grauteamento das juntas, aplicação de telas e argamassas nas interfaces, fixação das esquadrias e vedação final. O Centro Cerâmico do Brasil (CCB) também observou os procedimentos de controle da estanqueidade das instalações hidráulicas nos pontos de interface com os painéis.

Todos os controles foram documentados em registros técnicos da empresa Modular Construção Express SPE Ltda, com base em planos de controle da qualidade que incluem diretrizes para projetos, inspeção de materiais, controle de produção, recebimento e montagem. Durante a vigência do Documento de Avaliação Técnica (DATec), estão previstas auditorias técnicas semestrais por parte do CCB, para acompanhamento contínuo do processo produtivo e da conformidade dos produtos, com base em amostragem dos resultados históricos e ensaios tecnológicos dos materiais e componentes do sistema.

6. Fontes de informação

As principais fontes de informação para a verificação e validação do controle da qualidade foram os documentos técnicos fornecidos pela empresa Modular Construção Express SPE Ltda, os Relatórios Técnicos emitidos pelo Centro Cerâmico do Brasil (CCB) e por instituições parceiras, como outros laboratórios especializados, além dos Documentos de Avaliação Técnica (DATec) já emitidos no âmbito do SiNAT.

6.1 Documentos da empresa

- Projetos e detalhamentos executivos arquitetônicos, estruturais, instalações de hidráulica e de elétrica;
- Memorial descritivo do sistema construtivo “Painéis estruturais pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos”;
- Memorial de dimensionamento estrutural;
- Manual do produto (descrição do produto, informações e dados técnicos, procedimentos de execução – produção e montagem painéis etc.);
- Manual de Uso, Operação e Manutenção do Usuário;
- Fichas do sistema de controle do processo produtivo dos painéis;
- Fichas técnicas de produtos;
- Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaios;
- Relatórios de Auditorias em obras em execução;
- Relatórios de Auditorias em obras finalizadas.

6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- CCB 02634/25: Ensaio de compressão excêntrica em painel cego de 135 mm de espessura
- CCB 02635/25: Ensaio de compressão excêntrica em painel com janela de 135 mm de espessura
- CCB 02565/25: Relatório de ensaio de estanqueidade à água, Verificação do comportamento de SVVE exposto à ação de calor e choque térmico.
- CCB 02625/25: Relatório de ensaio de impacto de corpo mole (faces interna e externa), impacto de corpo duro e solicitações de peças suspensas — em campo.
- CCB 02627/25: Relatório de ensaio de impacto de corpo mole em porta e verificação da resistência ao fechamento brusco - Porta de madeira.
- CCB 02628/25: Relatório de ensaio de impacto de corpo mole e verificação da resistência ao fechamento brusco.
- CCB 08192/25: Relatório de desempenho acústico – isolamento a ruído aéreo entre dormitórios de mesma Unidade Habitacional.
- CCB 08193/25: Relatório de ensaio de isolamento sonoro aéreo – Sistema de Vedação Vertical Externo – Fachada.
- CCB 02630/25 – Ensaio de isolamento a ruído aéreo entre unidades habitacionais (parede de geminação).
- CCB 07618/25 – Relatório de desempenho acústico – isolamento a ruído aéreo entre dormitórios de mesma Unidade Habitacional.
- CCB 07619/25 – Relatório de ensaio de isolamento sonoro aéreo – Isolamento de fachada a ruído aéreo.
- CCB 07620/25 – Relatório de ensaio de isolamento sonoro aéreo – Isolamento de fachada a ruído aéreo.
- IPT – Relatório de Ensaio N.º 1 148 563-203: Título completo: Componentes construtivos estruturais – Ensaio de resistência ao fogo. (Ensaio realizado com base na).
- IPT – Relatório de Ensaio N.º 1 148 564-203: Título completo: Classificação da resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações (Classificação realizada com base na ABNT NBR 16945:2021).
- R0825_R1 Modular Painéis Cerâmicos Desempenho Térmico – agosto/2025.
- R0925 Modular Painéis Cerâmicos Desempenho Higrotérmico e Período de Condensação – setembro/2025.
- CCB 002/25: Título completo: Relatório de auditoria técnica – Sistemas de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos para emprego em edifícios habitacionais – Modular Painéis.
- CCB 001/25: Título completo: Relatório de auditoria técnica – Sistemas de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos para emprego em edifícios habitacionais – MODULAR PAINÉIS (empreendimentos Condomínio Village da Penha II e Casa Vivendas).

6.3 Normas ABNT

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15526:2016 – Instalações de gás combustível em residências. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14432:2001 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2024 – Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-4:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2024 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação. Rio de Janeiro, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931:2023 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062:2017 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480:2024 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado – Especificação. Rio de Janeiro, 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8953:2015 – Concreto para fins estruturais – Classificação por massa específica, classe de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220:2024 – Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270:2023 – Blocos cerâmicos para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10821:2023 – Esquadrias para edificações. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16945:2021 – Classificação da resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2021.

6.4 Diretrizes e Regulamentos

- Diretriz SiNAT N.º 002 – Rev. 04 (2024) – Sistemas de paredes integrados por painéis pré-moldados.
- NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.
- NR 35 – Trabalho em Altura.

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 e Sistemas Convencionais, Capítulo V, Art. 13:

- 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.

A Modular Construção Express SPE Ltda compromete-se a:

- a) manter o sistema construtivo e o processo de produção do sistema de painéis nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projeto específico 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) entregar o Manual e Uso, Operação e Manutenção e manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente.

O produto 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 CCB, 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, 11 de novembro de 2025.