

 <p>Rua Aquinos, 111 - Água Branca 05036-070 - São Paulo/SP Tel. (11) 3611-0833 www.institutofalcaobauer.com.br inovacons@falcaobauer.com.br</p>	<p>Produto <b>Painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto</b></p> <p>Proponente <b>Contempla Engenharia e Empreendimentos Ltda.</b></p> <p>Av. Sete de Setembro, 1313 - Centro 88900-013 – Araranguá/SC Tel.: (48) 3524-4444</p>	 
<p><b><u>Emissão</u></b> <b><u>dezembro de 2024</u></b></p> <p><b><u>Validade</u></b> <b><u>novembro de 2027</u></b></p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA IFBQ e a decisão dos Técnicos Especialistas, indicados conforme as Portarias nº 2.795/2019, nº 756/2020 e nº 2.079/2020, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a Coordenação Geral do PBQP-H da Secretaria Nacional de Habitação resolveu conceder ao produto: “Painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto” o Documento de Avaliação Técnica Nº036-B. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para os painéis destinados a execução de paredes sem função estrutural em edifícios habitacionais unifamiliares e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p><b>DATec</b> <b>Nº036-B</b></p>
<p>Limites da avaliação técnica do sistema pré-fabricado em concreto composto por painéis de vedação sem função estrutural, estruturado por pilares e vigas-cinta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para a avaliação do produto considerou-se como inovadores todos os elementos que compõem o sistema construtivo, quais sejam, painéis sem função estrutural com pilares e vigas-cinta pré-fabricados em concreto e sistema de fundação. Também foram consideradas as interfaces entre os painéis pré-fabricados, entre painéis pré-fabricados e pilares, entre painéis pré-fabricados e vigas-cinta, e entre painéis pré-fabricados e sistema de fundação;</li> <li>• Os componentes e elementos convencionais (sistema de cobertura, sistema hidráulico e sistema elétrico) não estão contemplados nessa avaliação e devem atender às normas técnicas correspondentes;</li> <li>• A avaliação do projeto e o cálculo estrutural foram realizados considerando o sistema construtivo destinado a unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas;</li> <li>• A estanqueidade à água foi avaliada considerando as juntas entre painéis, as juntas entre painéis e pilares, as juntas entre painéis e vigas-cinta e, juntas entre painéis e janela, por meio de ensaios laboratoriais, análise de projetos e visitas em campo (edificações em construção, edificações finalizadas e edificações ocupadas);</li> <li>• O desempenho térmico foi avaliado para as oito zonas bioclimáticas, constantes da ABNT NBR 15220-3:2005, considerando o Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SiNAT e o sistema de cobertura descrito no item 4.3.1 deste documento;</li> <li>• O risco de condensação superficial foi avaliado conforme disposto no item 4.3.2 deste documento;</li> <li>• As avaliações de desempenho acústico foram realizadas em campo (<math>D_{2m,ntw}</math>) e em laboratório (<math>R_w</math>), conforme apresentado no item 4.4 deste documento;</li> <li>• A avaliação da durabilidade do sistema construtivo, especialmente para painéis, pilares e vigas-cinta pré-fabricadas em concreto, considerou concreto classe C25, relação água/cimento (<math>a/c</math>) <math>\leq 0,55</math> para painéis, concreto classe C30, relação água/cimento <math>a/c \leq 0,55</math> para vigas-cinta e concreto classe C40, relação água/cimento <math>a/c \leq 0,55</math> para pilares, atendendo as classes de agressividade ambiental I, II e III (zonas rural, urbana e marinha, respectivamente), contempladas na ABNT NBR 6118.</li> </ul>		

## 1. Descrição do produto

---

O sistema construtivo da Contempla é constituído por painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto com resistência característica à compressão de 25 MPa e adição de microfibras de polipropileno, apresentam dimensões de 900 mm de comprimento, 510 mm de largura e 62 mm de espessura (Figura 01), sendo sua borda lateral provida de desenho em formato de “dente”. Tal desenho viabiliza seu encaixe no pilar de modo a dispor a face lisa do painel no mesmo nível da face do pilar. Destaca-se que o pilar apresenta seção única, conforme apresentado nas Figuras 02 e 03.

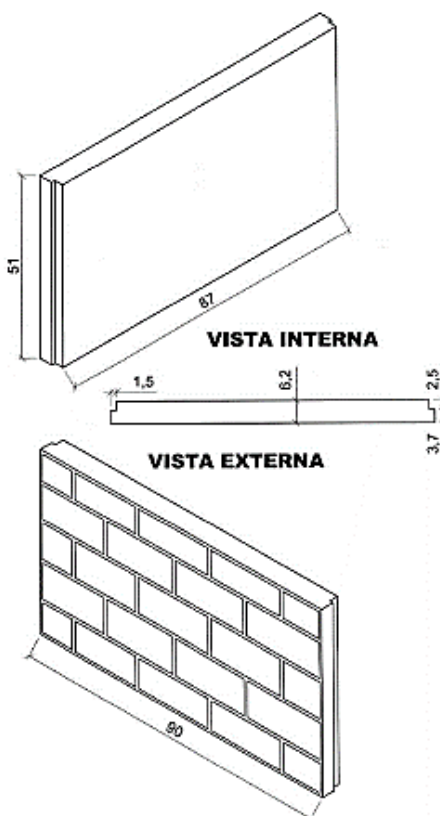


Figura 01 – Painel de vedação sem função estrutural pré-fabricado em concreto com adição de microfibras de polipropileno.

Os painéis de vedação são sobrepostos e confinados entre pilares pré-fabricados de concreto armado com adição de microfibras de polipropileno (seção quadrada de 102 mm x 102 mm e comprimento de 3200 mm) (Figura 02). As paredes são revestidas com argamassa industrializada com 15 mm de espessura, sendo as paredes externas revestidas somente na face voltada para o interior da edificação e as paredes internas revestidas em ambas as faces.

Os pilares (Figuras 03 e 04) são apoiados sobre peças pré-fabricadas circulares de concreto e consolidados, em sua parte inferior, por meio de viga baldrame em concreto armado moldada no local. Na porção superior, os pilares são travados por vigas-cinta pré-fabricadas de concreto armado com adição de microfibras de polipropileno (dimensões de 102 mm x 102 mm e comprimento variável) dispostas sobre o topo dos mesmos. A fixação das vigas-cinta aos pilares é viabilizada por meio de chapas de aço galvanizado (com dimensões de 250 mm x 3,4 mm x 25,4 mm) engastadas nas extremidades das vigas-cinta quando da respectiva produção na unidade fabril e por barras roscadas galvanizadas ( $\varnothing 5/16''$ ) e porcas (do tipo sextavada) posicionadas na face superior do pilar (Figura 05). Abaixo da porca e sob as chapas de aço galvanizado é disposto fio de aço galvanizado ( $\varnothing 3,0$  mm) com comprimento de 400 mm, a ser fixado no banzo inferior da tesoura do sistema de cobertura com auxílio de grampo metálico de 6 mm x 9 mm (Figura 06).

Os vãos entre pilares e vigas-cinta são posteriormente preenchidos com concreto apresentando resistência característica à compressão de 30 MPa (Figura 07). A Figura 08 apresenta um corte esquemático da parede.

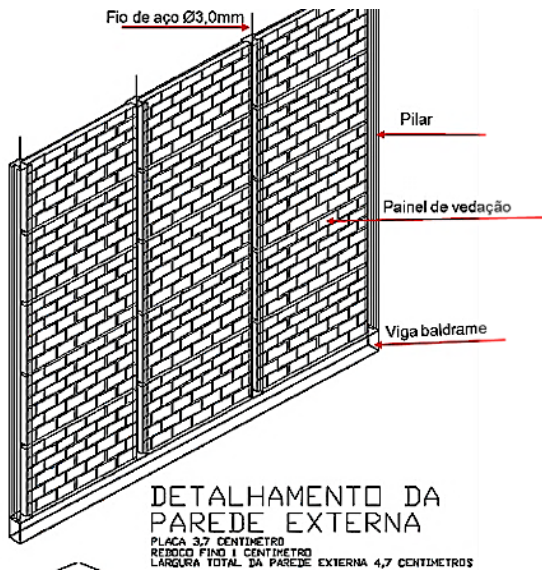
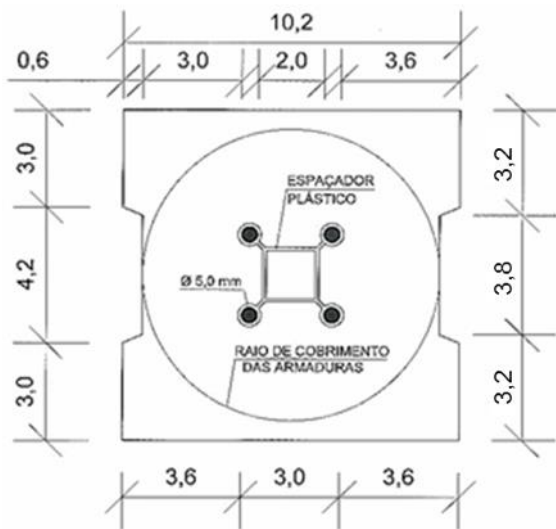


Figura 02 – (a) desenho esquemático sem escala e (b) vista da obra.



(medidas em cm)

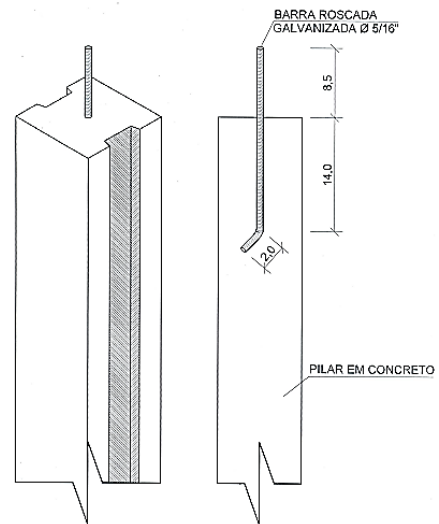
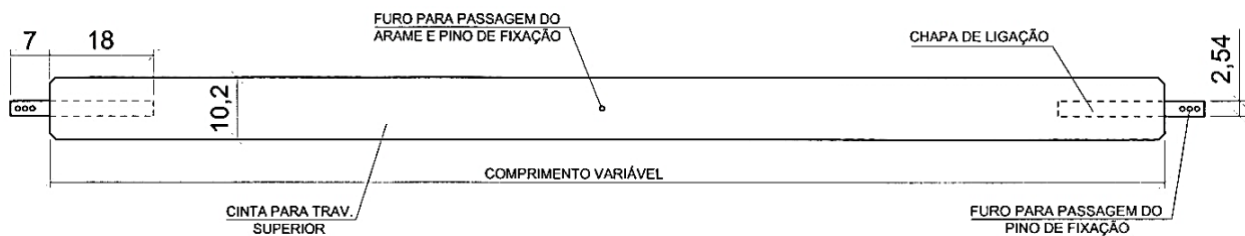


Figura 04 – Desenho esquemático do corte do pilar.



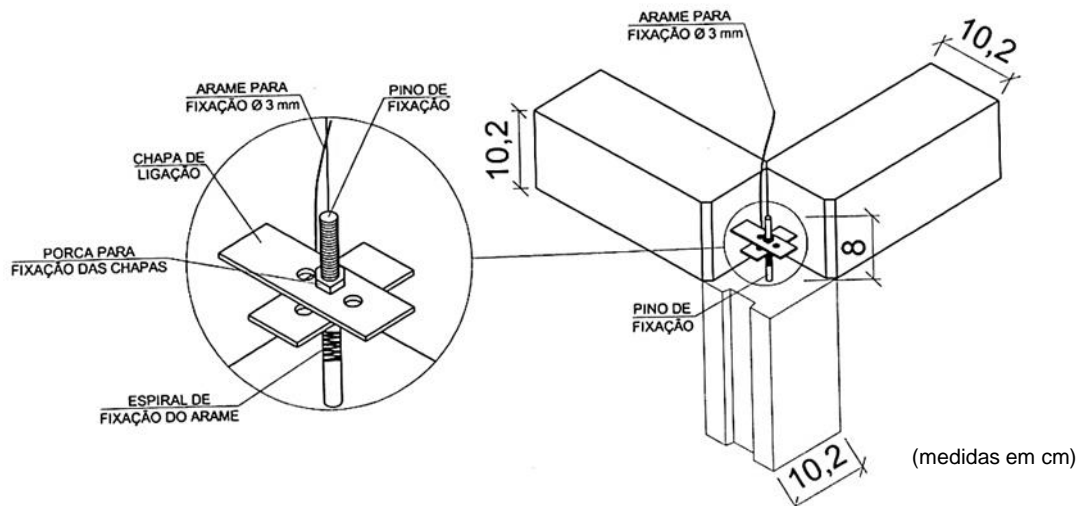


Figura 05 – Viga cinta e detalhe da fixação com o pilar.

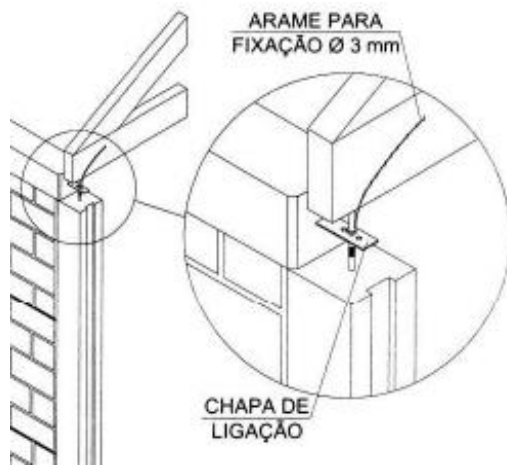


Figura 06 – Fixação entre pilar e viga.



Figura 07 – Detalhe – vão entre pilar e vigas posteriormente concretado.

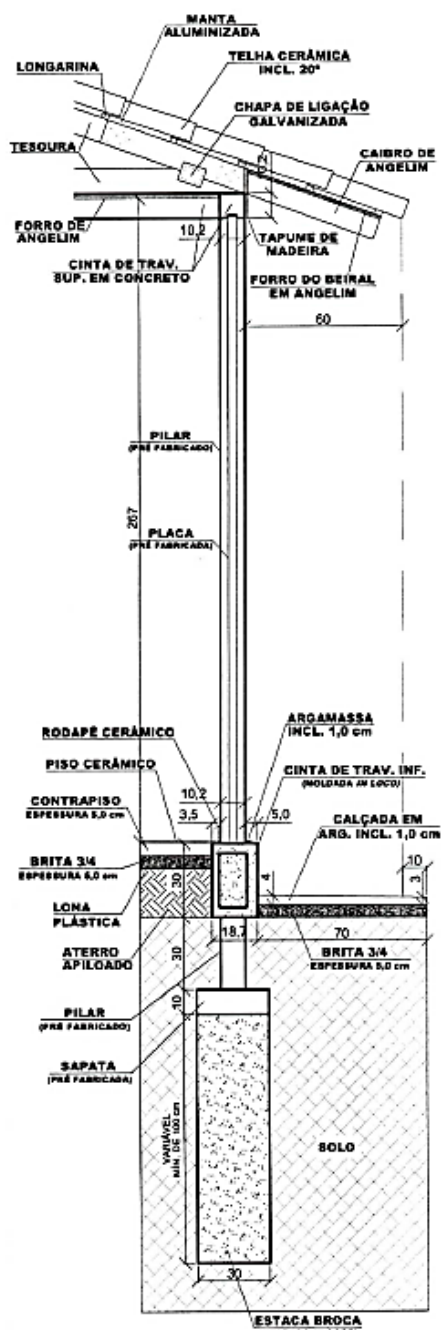


Figura 08 – Desenho esquemático da seção de parede.

A produção e a moldagem dos painéis, pilares e vigas-cinta, são realizadas em unidade fabril, por meio de fôrmas metálicas sobre mesa vibratória. A movimentação dos painéis e pilares, tanto na unidade de produção quanto na montagem em obra, é realizada manualmente.

Os painéis de vedação são empregados em unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas. O projeto considerado na avaliação é composto por: dois dormitórios (10,79 m<sup>2</sup> e 8,07 m<sup>2</sup>); banheiro (3,53 m<sup>2</sup>); circulação (1,73 m<sup>2</sup>); sala de estar (10,79 m<sup>2</sup>); cozinha (8,07 m<sup>2</sup>); varanda coberta (2,84 m<sup>2</sup>) e nos fundos, área de serviço coberta (5,34 m<sup>2</sup>) perfazendo um total de 51,16 m<sup>2</sup> de área útil e 55,85 m<sup>2</sup> de área construída (Figura 09).

A caixa d'água é instalada internamente sobre estrutura de madeira apoiada nas treliças de cobertura que estão conectadas ao sistema estrutura por meio das vigas-cinta e dos pilares. O sistema de cobertura é composto por estrutura de madeira, telhas cerâmicas e forro em régua de madeira.





parafusos com 50 mm de comprimento e buchas plásticas de 8 mm de diâmetro. Essas informações constam no Manual de Uso, Operação e Manutenção.

Deve-se respeitar as limitações arquitetônicas: fechamento com septo no ambiente de cozinha uso de beiral com projeção mínima de 600 mm e calçadas com largura mínima de 700 mm.

## 2. Diretriz para avaliação técnica

---

O IFBQ realizou a avaliação técnica de acordo com a Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04 – Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais e de acordo com a ABNT NBR 15575.

## 3. Informações e dados técnicos

---

### 3.1. Principais componentes e elementos

Abaixo estão apresentadas as especificações dos materiais que conformam os painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto com adição de microfibras de polipropileno, pilares e vigas pré-fabricados em concreto armado com adição de microfibras de polipropileno.

**a) Concreto utilizado nos pilares, vigas e painéis:** concreto com massa específica da ordem de  $2300 \text{ kg/m}^3$  e classe de consistência (abatimento) especificada de S50, com adição de microfibras de polipropileno na proporção de  $2,5 \text{ kg/m}^3$ . Para os pilares, a resistência característica à compressão é de 40 MPa, Classe C40,  $a/c \leq 0,55$ , podendo ser utilizado em regiões que apresentem classes de agressividade ambiental I, II e III (áreas rurais, urbanas e marinhas, respectivamente). Para as vigas-cinta o concreto utilizado enquadra-se na classe C30 (30 MPa),  $a/c \leq 0,55$ .

Os painéis são constituídos por concreto com resistência característica à compressão de 25 MPa, classe C25,  $a/c \leq 0,55$ .

A resistência mínima do concreto especificada para a desenforma (48 h após a concretagem) dos elementos é de 5 MPa.

**b) Armaduras dos (pilares e vigas):** quatro fios longitudinais de aço CA-60 de  $\varnothing 5 \text{ mm}$ . A resistência característica de escoamento do aço à tração especificada na memória de cálculo é de 600 MPa.

**c) Espaçadores dos (pilares e vigas):** plástico do tipo estribo com dimensões 25 mm x 25 mm (Figura 10), espaçados a cada 250 mm, providenciando cobrimento de 30 mm.

**d) Chapa metálica de ligação das vigas aos pilares:** chapa metálica com comprimento de 250 mm, largura de 25,4 mm e espessura de 3,2 mm (Figura 11).

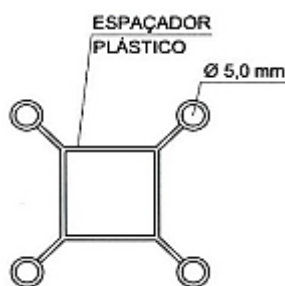


Figura 10– Detalhe do espaçador plástico tipo estribo.

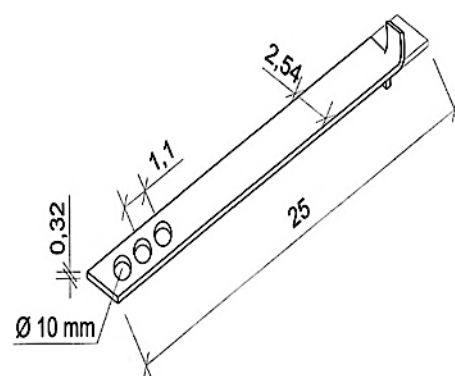
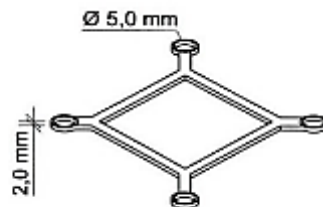


Figura 11 – Detalhe da chapa metálica de ligação.

## 3.2. Procedimento de execução

### 3.2.1. Produção dos painéis na unidade fabril

A sequência de atividades para a produção dos painéis pré-fabricados na unidade fabril é:

- a) **Preparação das fôrmas:** as fôrmas são metálicas com bordas reforçadas em aço, providas de molde metálico de modo a conformar estampa com características de tijolo aparente (Figura 12).
- b) **Aplicação do desmoldante:** previamente é realizada a limpeza das fôrmas e em seguida é aplicado desmoldante a base de óleo vegetal com o auxílio de trinchas (Figura 13).



Figura 12 – Forma metálica destinada a produção de quatro painéis de vedação.



Figura 13 – Aplicação do desmoldante.

- c) **Produção do concreto:** o concreto para moldagem dos painéis é produzido em central própria na unidade fabril. A mistura é realizada em betoneira estacionária (Figura 14). Os agregados são estocados em baias individuais, sendo protegidos por lona plástica (Figura 15).



Figura 14 – Betoneira estacionária.



Figura 15 – Baias de estocagem dos agregados graúdos e miúdos.

- d) **Lançamento do concreto:** são lançadas, manualmente, três camadas, sendo a cada camada acionada a mesa vibratória durante 30 segundos (Figura 16 e 17). São retirados os excessos e, em seguida, é realizado acabamento ranhurado com auxílio de vassoura com cerdas rígidas de náilon, sempre no sentido longitudinal (maior dimensão da placa), de modo que a nata de cimento surgida por consequência do processo de vibração para adensamento do concreto da placa seja parcialmente removida (Figura 18 e 19).





Figura 16 – Forma com a primeira camada de concreto.



Figura 17 – Lançamento manual da segunda camada de concreto.



Figura 18 – Painel de vedação após vibração da segunda camada de concreto.



Figura 19 – Painéis com ranhuras.

- e) **Processo de cura, desenforma e estocagem:** concluído o processo de concretagem e adensamento, as fôrmas metálicas são removidas para local plano e nivelado para o seu armazenamento (Figura 20). O processo de cura é providenciado por meio da cobertura das fôrmas com lona plástica, por um período de 48 horas. Em seguida é realizada a desenforma e transporte manual ao local de estocagem (Figura 21).



Figura 20 – Empilhamento das formas metálicas para processo de cura.



Figura 21 – Estocagem dos painéis de vedação no pátio da unidade fabril.

### 3.2.2. Produção dos pilares pré-fabricados em concreto armado

A sequência de atividades para a produção dos pilares em concreto armado é:

- a) **Preparação das fôrmas:** as fôrmas metálicas são compostas por chapas de aço, conformando laterais e fundo, fixadas por meio de parafusos metálicos que também possuem a função de limitadores (Figuras 22 e 23).





Figura 22 – Fôrma metálica para pilares pré-fabricados em concreto armado.



Figura 23 – Parafusos das formas metálicas.

**b) Aplicação do desmoldante:** previamente é realizada a limpeza das fôrmas e em seguida é aplicado desmoldante a base de óleo vegetal com o auxílio de trinchas (Figuras 24 e 25).



Figura 24 – Limpeza das formas metálicas.



Figura 25 – Aplicação do desmoldante.

**c) Colocação da armadura:** as barras de aço CA-60 de  $\varnothing 5$  mm são alocadas nas fôrmas metálicas com os espaçadores plásticos do tipo estribo, distribuídos a cada 250 mm (Figuras 26 e 27). Na extremidade superior é colocado o parafuso galvanizado de  $\varnothing 5/16$ " (espera) que providenciará a amarração entre o pilar e a viga na etapa de montagem (Figuras 28 e 29).



Figura 26 – Fios de aço CA-60 de  $\varnothing 5$  mm e espaçador plástico do tipo estribo.



Figura 27 – Posicionamento da armadura na fôrma metálica.



Figura 28 – Parafuso de aço galvanizado posicionado na extremidade superior do pilar.



Figura 29 – Parafuso de aço galvanizado no pilar concretado.

**d) Produção do concreto:** o processo de produção do concreto para moldagem dos pilares é o mesmo especificado para os painéis de vedação, conforme item 3.2.1, alínea c).

**e) Lançamento do concreto:** é lançada manualmente a primeira camada de concreto com aproximadamente 35 mm de espessura (abaixo dos parafusos metálicos) e em seguida é acionada a mesa vibratória durante 30 segundos (Figura 30). Lança-se a segunda camada de concreto completando a altura total da forma e novamente é acionada a mesa vibratória por mais 30 segundos (Figura 31).



Figura 30 – Lançamento da primeira camada de concreto na forma metálica.



Figura 31 – Lançamento da segunda camada de concreto na forma metálica.

**f) Posicionamento das tubulações de elétrica:** o posicionamento dos conduítes elétricos do tipo rígido e liso de  $\varnothing 12,5$  mm e das caixas de passagem (80 mm x 40 mm) é realizado após o lançamento da primeira camada de concreto (Figuras 32 e 33). A perda da seção do pilar para a colocação de caixa elétrica está considerada na memória de cálculo.



Figura 32 – Posicionamento do conduíte elétrico e caixa de passagem na fôrma metálica.



Figura 33 – Pilar concretado com caixa de passagem para instalação elétrica.

**g) Processo de cura, desenforma e estocagem:** concluído o processo de lançamento e adensamento do concreto, as fôrmas são removidas para local em leito plano e nivelado destinado para o armazenamento. O processo de cura é providenciado por meio da cobertura das fôrmas com lona plástica, por um período de 48 horas. Após 48 horas os pilares são desenformados e



armazenados, lado a lado, no interior do galpão da fábrica, em local onde será concluído o processo de cura. Após 7 (sete) dias são transportados até o pátio externo (local de estocagem) (Figuras 34 e 35).



Figura 34 – Desenforma dos pilares em concreto armado.



Figura 35 – Estocagem dos pilares no pátio da unidade fabril.

### 3.2.3. Produção de vigas pré-fabricadas em concreto armado

A sequência de atividades para a produção das vigas em concreto armado é:

**a) Preparação das fôrmas:** as fôrmas metálicas são compostas por chapas de aço, conformando laterais e fundo, fixadas por meio de parafusos metálicos que também possuem a função de limitadores (Figura 36).



Figura 36 – Fôrma metálica para pilares pré-fabricados em concreto armado.

**b) Aplicação do desmoldante:** previamente é realizada a limpeza das fôrmas e em seguida é aplicado desmoldante a base de óleo vegetal, conforme ficha técnica do produto com o auxílio de trinchas (Figuras 37 e 38).



Figura 37 – Aplicação do desmoldante.



Figura 38 – Fôrmas limpas, montadas e com o desmoldante aplicado.

**c) Colocação da armadura:** os fios de aço CA-60 de  $\varnothing 5$  mm são alocados nas fôrmas metálicas com os espaçadores plásticos do tipo estribo, distribuídos a cada 250 mm. Nas extremidades são posicionadas as chapas metálicas de ligação que providenciarão a amarração entre o pilar e a viga na etapa de montagem (Figuras 39 e 40).



Figura 39 – Barras de aço CA-60 de Ø 5 mm e chapa metálica.



Figura 40 – Posicionamento da armadura na forma metálica.

**d) Produção do concreto:** o processo de produção do concreto para moldagem das vigas é o mesmo especificado para os painéis de vedação, conforme item 3.2.1, alínea c).

**e) Lançamento do concreto:** é lançada manualmente a primeira camada de concreto com aproximadamente 35 mm de espessura (abaixo dos parafusos metálicos) e em seguida é acionada a mesa vibratória durante 30 segundos (Figura 41). Lança-se a segunda camada de concreto completando a altura total da forma e novamente é acionada a mesa vibratória por mais 30 segundos (Figura 42).



Figura 41 – Lançamento da primeira camada de concreto na forma metálica.



Figura 42 – Lançamento da segunda camada de concreto na forma metálica.

**f) Processo de cura, desenforma e estocagem:** concluído o processo de lançamento e adensamento do concreto, as fôrmas são removidas para local em leito plano e nivelado destinado para o armazenamento. Após a cura as vigas são armazenadas no pátio da unidade fabril (Figura 43).



Figura 43 – Estocagem das vigas no pátio da unidade fabril.



### 3.2.4. Processo de montagem em obra

O processo de execução das unidades habitacionais inicia-se pela marcação (locação) da obra e segue com a escavação do solo para execução das fundações. O transporte das peças pré-fabricadas da fábrica para o canteiro de obras é realizado manualmente por meio de caminhão comum.

Como elementos de fundação são executadas estacas do tipo broca com 300 mm de diâmetro, 1000 mm de profundidade mínima e concreto com  $f_{ck}$  de 20 MPa. Sobre as mesmas são colocadas peças circulares pré-fabricadas em concreto (blocos de nivelamento) com espessura de 100 mm, concreto com  $f_{ck}$  de 20 MPa, sem armadura (Figura 44). Observando a modulação do projeto executivo de montagem, verifica-se que os blocos de nivelamento (que receberão os pilares) são dispostos a cada 970 mm em profundidade de 300 mm da cota de arrasamento. Em seguida, os pilares pré-fabricados são apoiados sobre os blocos de nivelamento (Figura 45), alinhados e prumados, sendo aterrados por meio de compactação manual.

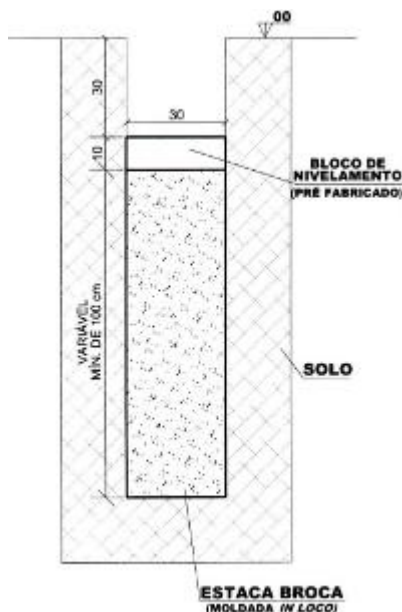


Figura 44 – Detalhe esquemático da fundação e estrutura.



Figura 45 – Pilar apoiado sobre peça circular pré-fabricada de concreto



Figura 46 – Pilares pré-fabricados aterrados.

Ressalta-se que os projetos de fundação devem ser elaborados observando-se as características do local e os estudos de geotécnica específicos.

**a) Assentamento dos painéis de vedação:** previamente ao assentamento do primeiro painel de vedação entre pilares é realizada a verificação do alinhamento e do prumo do pilar. A colocação dos painéis é realizada manualmente, sendo o primeiro painel apoiado no console do pilar. Os demais painéis são sobrepostos conforme projeto específico (Figuras 47 e 48).

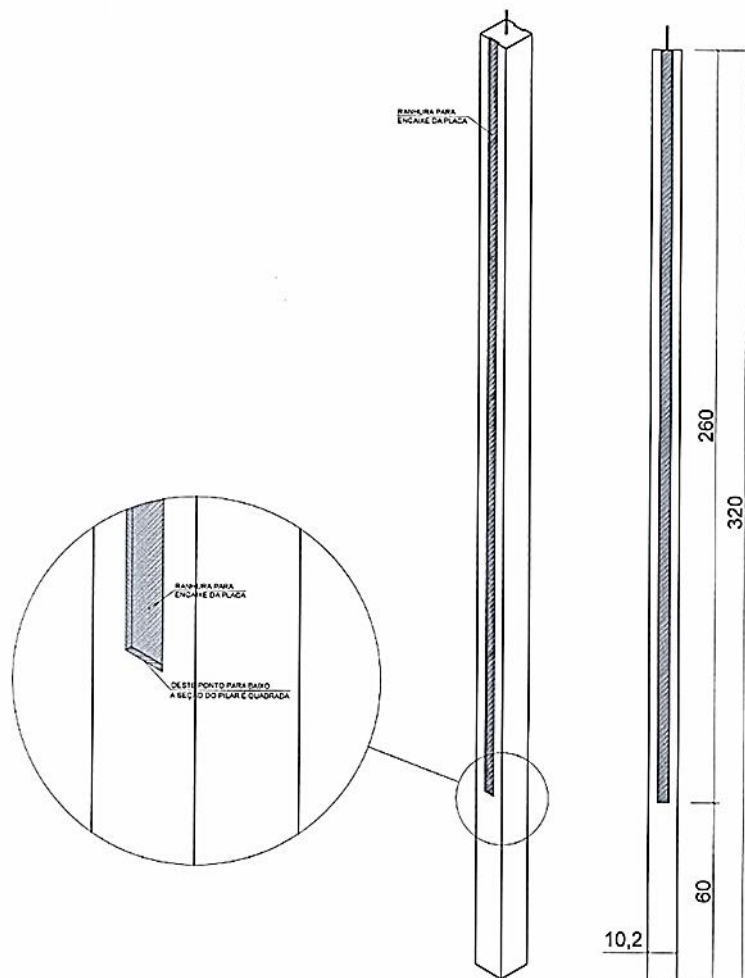


Figura 47 – Detalhe do encaixe dos pilares.



Figura 48 – Painéis sobrepostos.

- b) Instalação das esquadrias e interface com os painéis de vedação e pilares:** as esquadrias são em madeira Angelim e produzidas na unidade fabril da Contempla, são dimensionadas para suportar as cargas atuantes, especialmente àquelas transferidas pelos painéis de concreto que são fixados nas travessas superiores. A fixação das portas é realizada mediante pregos metálicos do tipo ardox 18 mm x 36 mm, em roletes de madeira inseridos nos orifícios dos pilares previamente executados no processo de produção (Figuras 49 e 50). Após a fixação, o vão superior da porta (entre porta e painel) e em pontos intercalados entre pregos é aplicada espuma expansiva a base de poliuretano. O preenchimento dos demais vãos entre batente e pilar é realizado com argamassa AC III. O acabamento externo na interface entre batente e pilar é realizado com selante elástico a base de poliuretano (Figura 51).

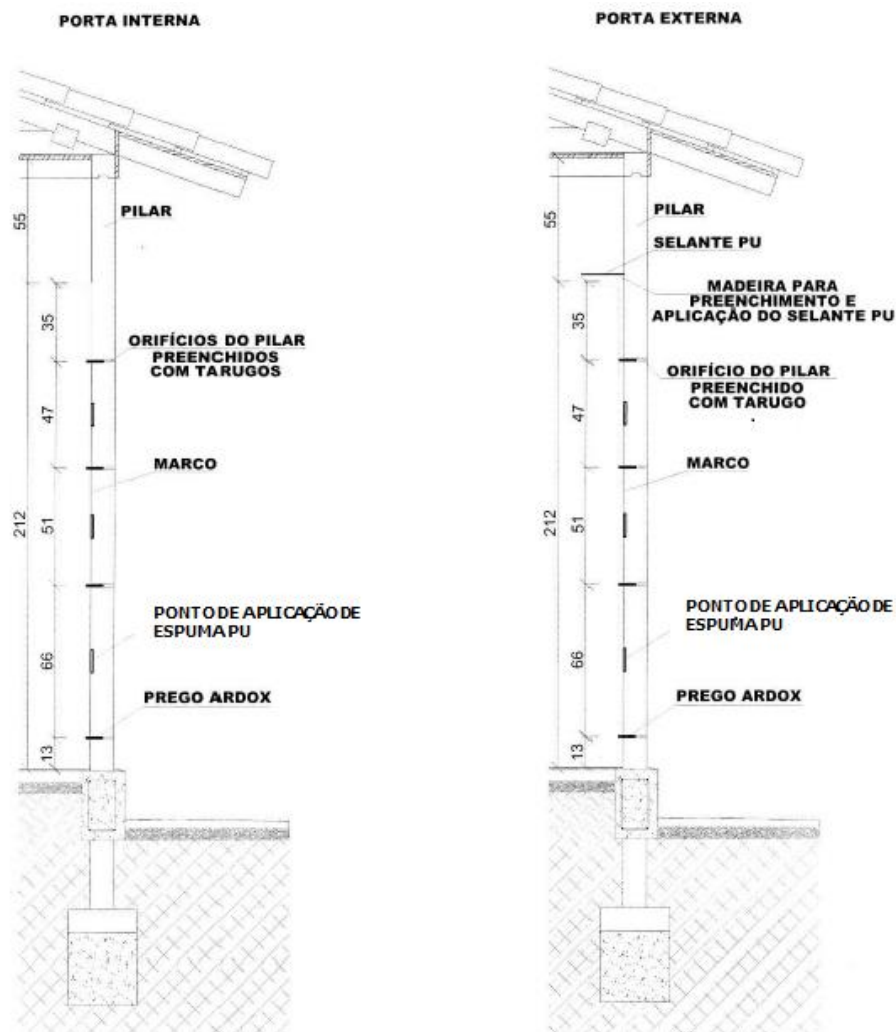


Figura 49 – Desenho esquemático da fixação dos batentes de portas nos pilares pré-fabricados.



Figura 50 – Orifícios no pilar pré-fabricado para fixação do marco da porta.



Figura 51 – Porta instalada entre pilares pré-fabricados.

Os marcos laterais das janelas são produzidos com réguas que exercem a função de encaixe, do tipo macho, quando fixado junto a reentrância do pilar. As laterais superiores e inferiores preveem reentrâncias, do tipo fêmea, para encaixe dos painéis de vedação (Figuras 52 e 53). O assentamento das janelas é feito com espuma expansiva a base de poliuretano e a vedação entre a esquadria e os elementos de concreto (pilares e placas), é realizada com selante PU (selante elástico de poliuretano monocomponente) na face superior e na face inferior. A fixação da janela (Figura 54) é realizada por meio de espuma expansiva a base de poliuretano e o acabamento é realizado com selante de poliuretano (Figuras 55 e 56).

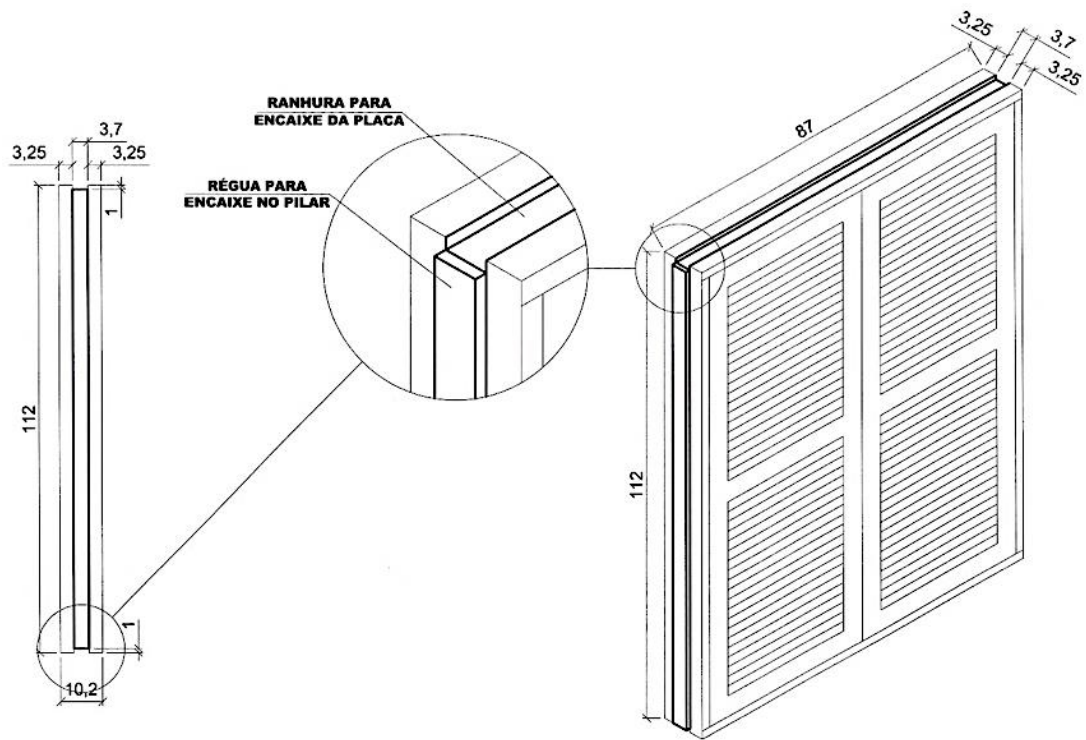


Figura 52 – Desenho esquemático da janela (em cm)

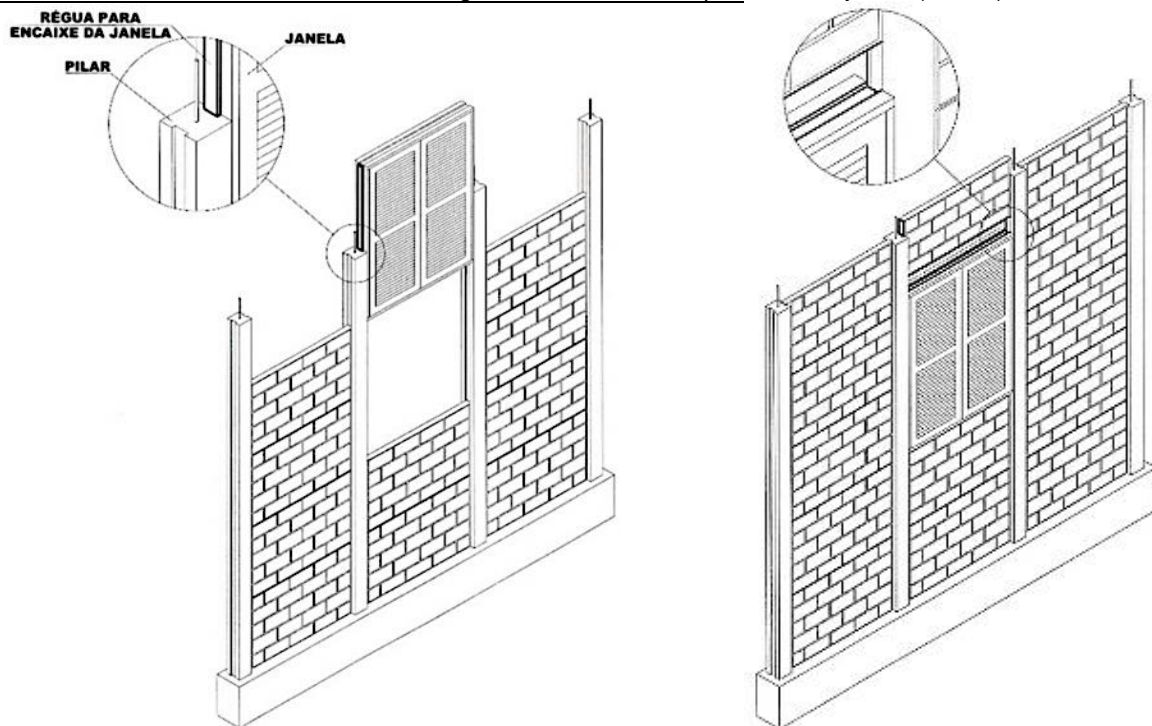


Figura 53 – Encaixe das janelas



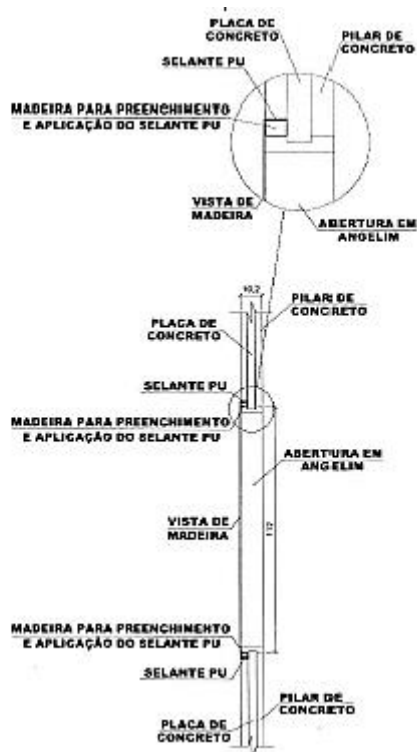


Figura 54 – Detalhe esquemático da fixação das janelas



Figura 55 – Vão entre pilar e janela preenchido com espuma expansiva a base de poliuretano.

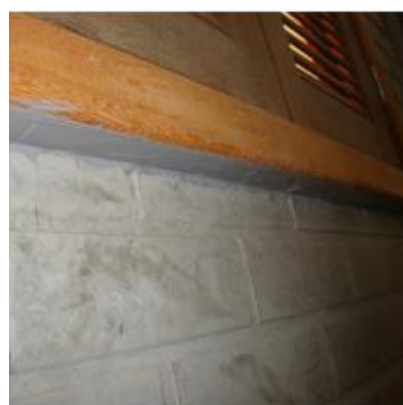


Figura 56 – Acabamento da interface entre painel e janela com selante elástico a base de poliuretano.

- c) Instalação das vigas de concreto pré-fabricadas:** as vigas pré-fabricadas em concreto com lados de 102 mm são posicionadas sobre o topo dos pilares. A fixação da viga ao pilar é viabilizada por meio de chapas metálicas posicionadas nas extremidades das vigas e parafusos galvanizados ( $\varnothing 5/16''$  do tipo rosca grossa), unidos por porcas do tipo sextavada. Os vãos entre pilares e vigas são posteriormente preenchidos com concreto de 30 MPa (Figura 57). Abaixo da porca é posicionado fio de aço galvanizado de  $\varnothing 3,0$  mm e comprimento de 400 mm, posteriormente fixado no banzo inferior da tesoura do sistema de cobertura com auxílio de grampo metálico de 6 mm x 9 mm (Figura 58).



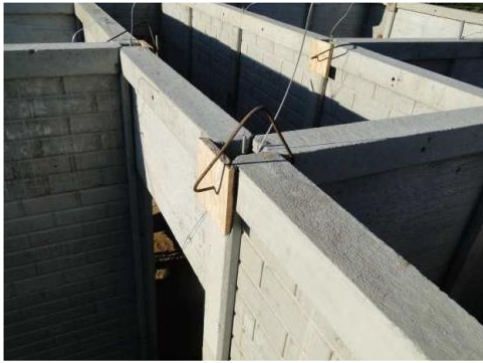


Figura 57 – Preparação para concretagem do vão entre vigas sobre pilar.



Figura 58 – Fixação do fio de aço galvanizado junto a tesoura do sistema de cobertura.

**d) Sistema de cobertura:** o sistema de cobertura é convencional e compreende estrutura em madeira, conformando ático com altura mínima de 1450 mm, telhado em telhas cerâmicas sobre manta de lã de rocha aluminizada com 52,7 mm de espessura. Forro em régua de madeira com 10 mm de espessura, manta de lã de rocha com 100 mm de espessura e placa de EPS (tipo 5) com 50 mm de espessura posicionados sobre o forro (Figura 59). O beiral possui projeção horizontal de 600 mm (Figuras 60, 61 e 62). Sua instalação ocorre na etapa seguinte a da instalação das vigas pré-fabricadas em concreto. A caixa d'água é instalada sobre estrutura de madeira apoiada nos pilares que conformam as paredes do banheiro (Figura 63).

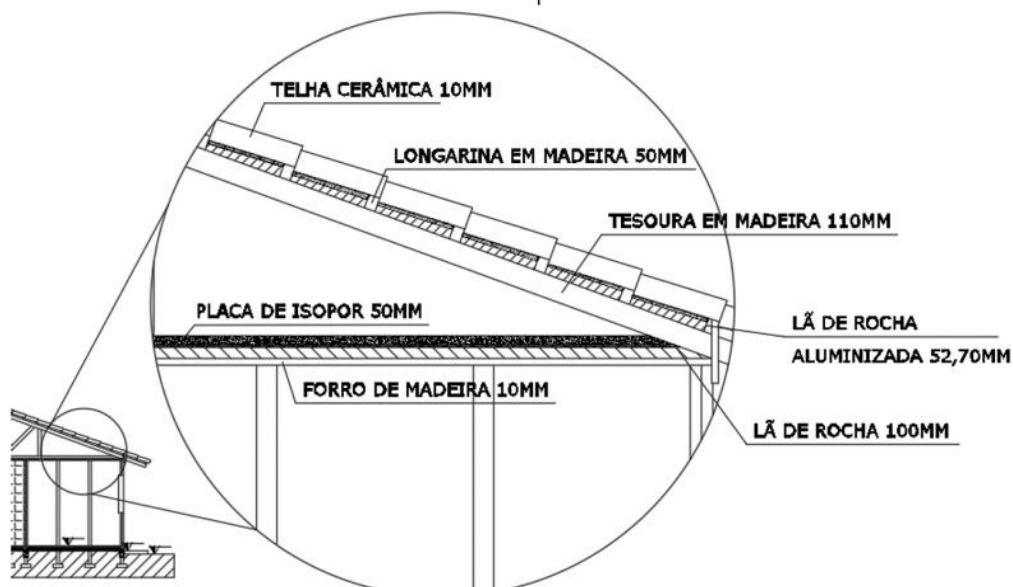


Figura 59 – Detalhe esquemático do sistema de cobertura.



Figura 60 – Sistema de cobertura com estrutura em madeira e manta aluminizada.



Figura 61 – Sistema de cobertura com telhas cerâmicas.



Figura 62 – Forro em réguas de madeira.



Figura 63 – Caixa d'água instalada sobre estrutura de madeira.

**e) Execução das vigas baldrame:** as vigas baldrame são executadas no local em concreto armado com dimensões de 187 mm de largura e 300 mm de altura. Concreto com  $f_{ck}$  30 MPa e classe de consistência S10. A armação é constituída por 4 fios de aço CA50 de  $\varnothing 6,3$  mm e estribos em aço CA60 de  $\varnothing 4,2$  mm, espaçados a cada 300 mm (Figuras 64 e 65). As fôrmas são em madeira e a desenforma ocorre após 72 horas do término da concretagem (Figuras 66 a 68). Todas as vigas de baldrame são impermeabilizadas com aplicação de impermeabilizante de base cimentícia.

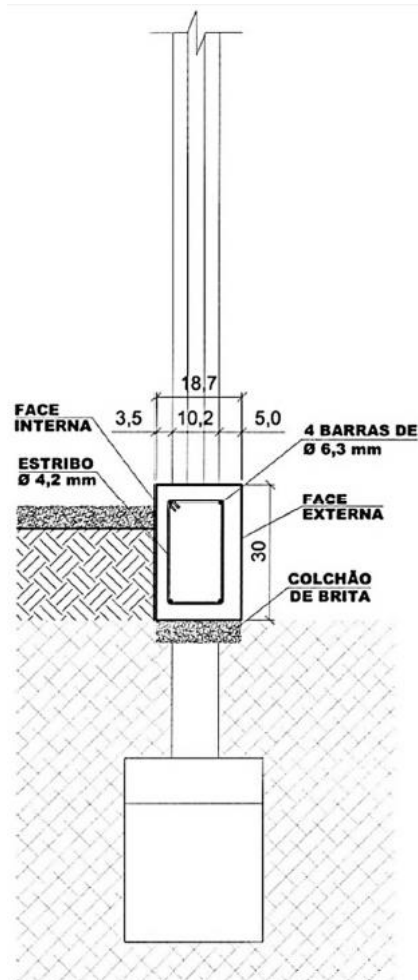


Figura 64 – Detalhamento esquemático da viga baldrame.



Figura 65 – Armação da viga baldrame.



Figura 66 – Fôrmas em madeira para concretagem da viga baldrame.



Figura 67 – Concretagem das vigas baldrame.



Figura 68 – Viga baldrame após desforma.

- f) **Interface entre painéis de vedação e entre painéis de vedação e pilares e vigas:** os painéis de vedação são fixados temporariamente por meio de cunhas de madeira (Figura 69). Após a amarração dos pilares, por meio das vigas-cinta pré-fabricadas em concreto e das vigas baldrame, é realizado o rejunte entre painéis, entre painéis e pilares, entre painéis e vigas-cinta e entre painéis e vigas baldrame com argamassa AC III (Figuras 70 a 72). Concluído o processo de cura do rejunte, as cunhas de madeira são retiradas e o rejuntamento é concluído com o preenchimento dos vazios onde estas se encontravam. Após o rejuntamento e antes de iniciar a execução do revestimento interno, são aplicadas telas de poliéster, com malha de 3 mm x 3 mm, entre as placas de concreto pré-fabricadas, a fixação da tela é realizada com argamassa AC III (Figura 73).



Figura 69– Fixação temporária dos painéis por meio de cunhas de madeira.



Figura 70 – Rejunte em argamassa AC III entre painéis e entre painéis e pilares.





Figura 71 – Vão entre painel de vedação e viga de concreto preenchido com argamassa AC III.



Figura 72 – Vão entre painel de vedação e viga baldrame preenchido com argamassa AC III.

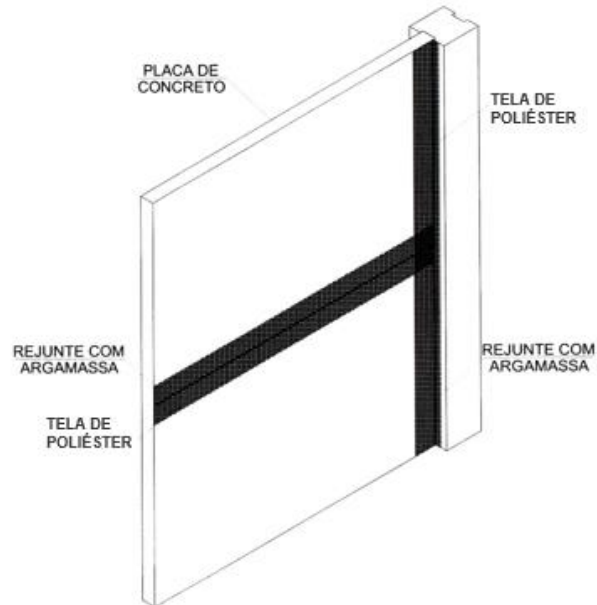


Figura 73 – Tela de poliéster entre placas de concreto.

**g) Interface entre painéis de parede e instalações:** as tubulações de elétrica são posicionadas internamente aos pilares durante o processo de produção e as ligações são executadas em obra (Figuras 74 e 75). As tubulações de hidráulica são executadas externamente aos painéis de vedação, embutidas na argamassa de revestimento (Figuras 76 e 77).



Figura 74 – Eletroduto e caixa de luz embutida no pilar pré-fabricado.



Figura 75 – Caixa de instalações elétricas fixada no painel de vedação.



Figura 76 – Tubulação de hidráulica do box fixada externamente ao painel de vedação.



Figura 77 – Tubulação de hidráulica da pia da cozinha embutida na argamassa de revestimento.

**h) Revestimento e acabamento dos painéis de parede:** os painéis de vedação voltados para o interior da edificação recebem aplicação de emboço (composto por argamassa de cimento, cal e areia fina) com espessura de 15 mm (Figura 78). Os painéis de vedação destinados ao embutimento de tubulações hidráulicas de abastecimento de água, recebem aplicação de emboço com 32,5 mm de espessura (Figura 79). O acabamento dos ambientes de banheiro, cozinha e área de serviço é realizado com aplicação de revestimento cerâmico do piso ao teto (Figura 80). Ressalta-se que as paredes das áreas de cozinha, banheiro e área de serviço, recebem, previamente à aplicação do revestimento cerâmico, impermeabilização com impermeabilizante de base cimentícia aplicado em duas demãos cruzadas. Nos demais ambientes o acabamento é realizado por meio de pintura acrílica sobre demão de selador acrílico. A face externa das paredes externas recebe demão de selador acrílico e pintura acrílica (Figura 81).



Figura 78 – Chapisco e emboço na face interna dos painéis de vedação.



Figura 79 – Execução do embutimento da tubulação de hidráulica no emboço.



Figura 80 – Banheiro com revestimento interno em cerâmica.



Figura 81 – Acabamento externo dos painéis de vedação em pintura acrílica.



- i) **Revestimentos de piso e interface com os painéis de parede:** Sobre o contrapiso em concreto aplica-se impermeabilizante de base cimentícia em duas demãos cruzadas (Figura 82) e para o assentamento do revestimento cerâmico utiliza-se argamassa colante industrializada do tipo AC I (Figura 83). O piso acabado do box possui desnível de 15 mm com relação ao piso acabado do banheiro.



Figura 82 – Contrapiso executado



Figura 83 – Assentamento do revestimento cerâmico.

Ao redor da edificação é executada calçada com 700 mm de largura e caimento de 2% em direção oposta a viga baldrame (Figuras 84 e 85). Para impermeabilização da viga baldrame é utilizado um impermeabilizante de base cimentícia aplicado em duas demãos cruzadas, de modo que toda a superfície do elemento construtivo fique adequadamente protegido. A diferença de nível entre o piso acabado da calçada e o piso acabado da varanda/área de serviço é de no mínimo 150 mm e entre o piso acabado da varanda/área de serviço e o piso acabado das áreas internas é de no mínimo 100 mm (Figura 84).

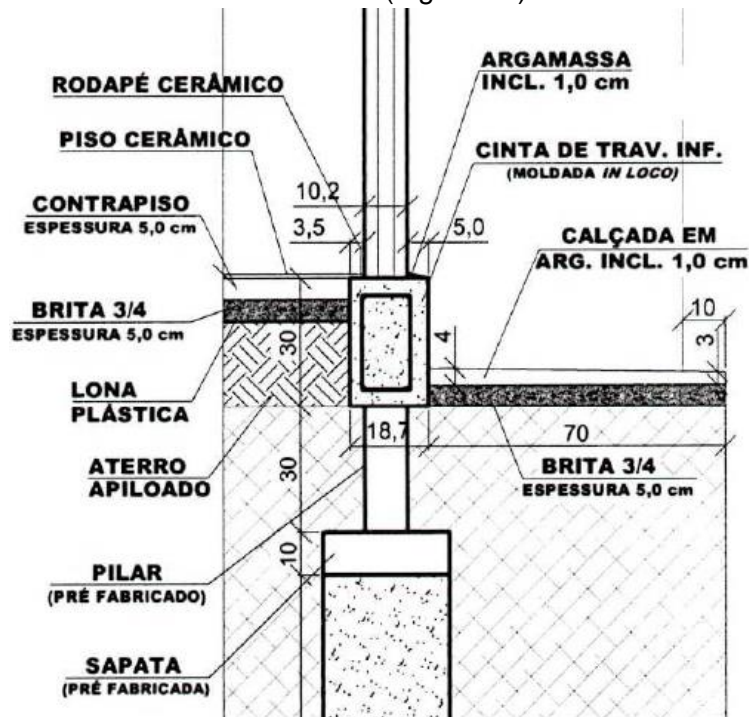
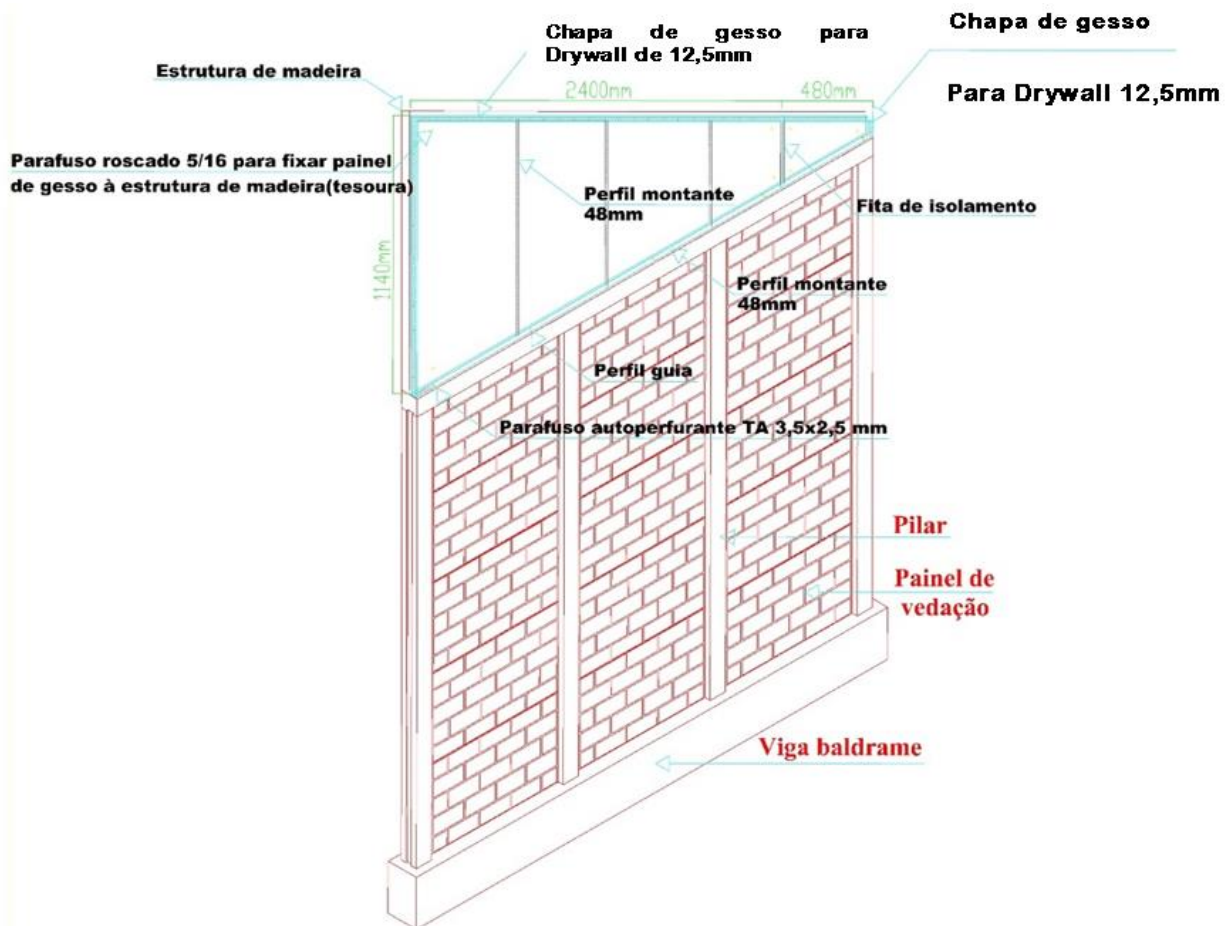


Figura 84 – Detalhe - interface da viga baldrame e painéis em concreto pré-moldado.



Figura 85 – Calçada ao redor da edificação.

- j) **Septo vertical:** entre as paredes da cozinha e ambientes adjacentes são previstos septos verticais compostos por duas chapas de gesso para *drywall* do tipo *Standard*, com espessura de 12,5 mm, estruturadas por montantes metálicos (perfil de aço galvanizado tipo “U” com 48 mm de largura) atendendo a necessidade de resistência ao fogo, no grau corta-fogo, por um período de 30 (trinta) minutos. As juntas entre placas recebem tratamento por meio da aplicação de fita de papel microperfurado com massa de gesso (Figuras 86 a 89), conforme norma ABNT NBR 15758-1.



Detalhamento do painel com Chapa de gesso para Drywall de 12,5mm

Figura 86 – Detalhe do fechamento do septo.

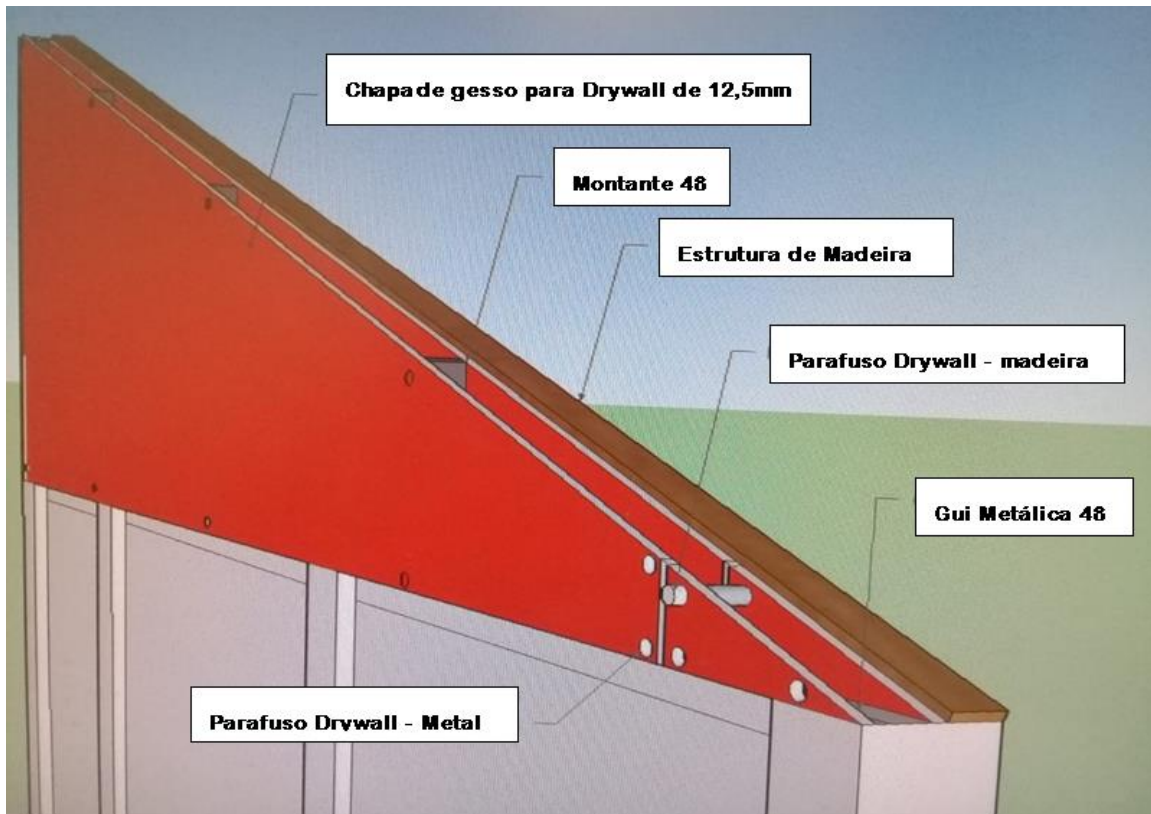


Figura 87 – Detalhe Fixação do septo vertical na tesoura (área face do parede voltada para o ambiente adjacente à cozinha).

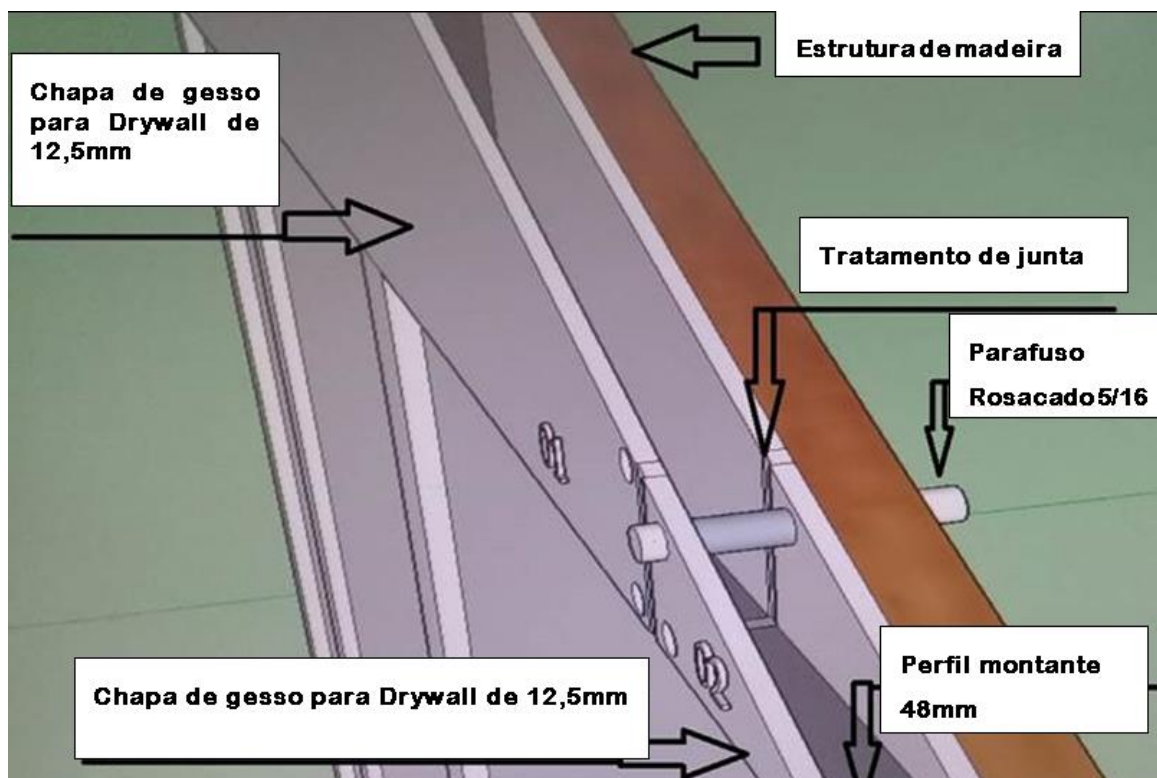


Figura 88 - Detalhe Fixação do septo vertical na tesoura (área face do parede voltada para o ambiente cozinha).



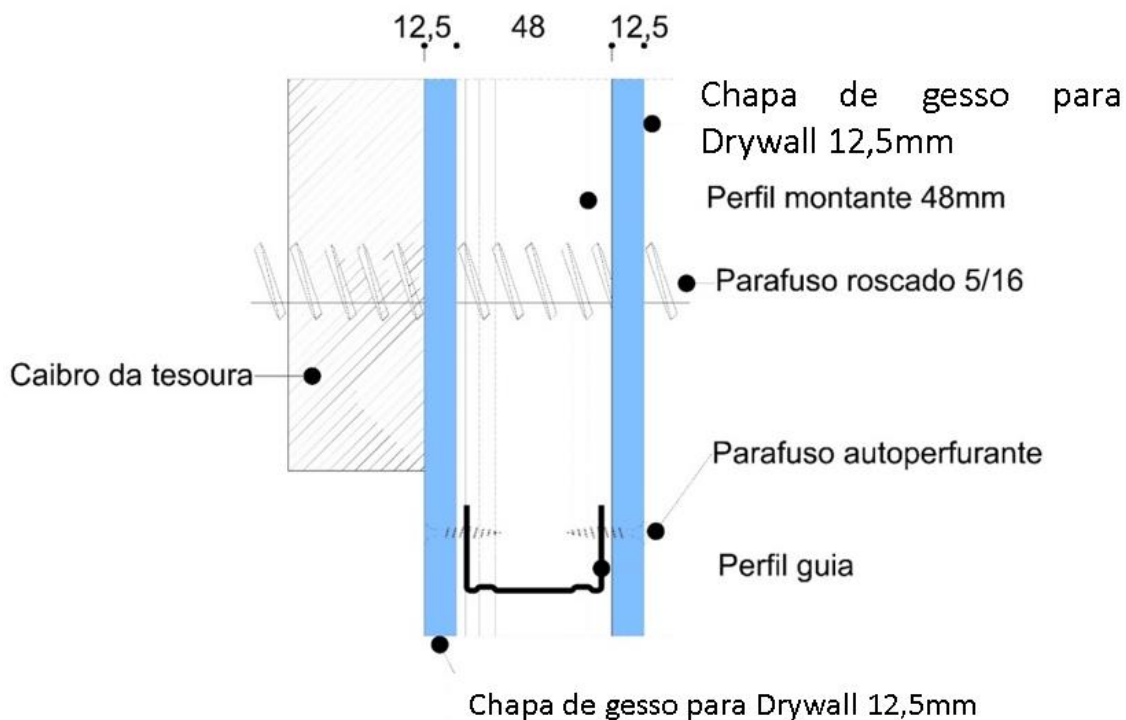


Figura 89 – Corte - Fixação das chapas de gesso para *drywall*.

#### 4. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi conduzida conforme a Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04 – Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural, auditorias técnicas na unidade fabril e em obras e demais avaliações que constam dos relatórios técnicos e de ensaios citados no item 6.

##### 4.1. Desempenho estrutural

O desempenho estrutural do sistema construtivo da Contempla foi avaliado considerando os requisitos de resistência lateral e de estabilidade global, resistência às cargas verticais, resistência a impactos de corpo mole e de corpo duro, resistência a peças suspensas e resistência à solicitação de portas.

As resistências características especificadas para o concreto empregado no sistema de vedação vertical são definidas de acordo conforme abaixo:

- 25MPa: para os painéis de vedação;
- 30MPa: para as vigas-cinta;
- 40MPa: para os pilares.

##### 4.1.1. Compressão excêntrica – cargas verticais

Foram realizados ensaios laboratoriais para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado-limite último e o estado-limite de serviço, conforme a Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04. Na Tabela 01 apresenta-se uma síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica.

**Tabela 01 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica (trecho de parede)**

Corpo de prova ensaiado	Carga do primeiro dano (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)
CP 1	97,8	337,7
CP 2	83,8	312,1
CP 3	97,8	395,6
Média	93,1	348,5

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga atuante de  $S_d = 54,95$  kN/m, obtida no cálculo estrutural para unidade habitacional térrea isolada, e considerando a equação de resistência última ( $R_{ud}$ ) apresentada na ABNT NBR 15575-2, (adotando  $\xi = 1,5$  e  $\gamma_m = 2,0$ ), determina-se para compressão excêntrica  $R_{ud} = 109,2$  kN/m. Assim, as paredes conformadas por painéis de vedação, pilares e vigas-cinta pré-fabricadas em concreto atendem à solicitação de cargas verticais para o estado-limite último.

Verificou-se as condições para ELS, sendo  $S_d \leq R_{sd}$  e para ELU, sendo  $S_d \leq R_{ud}$ , conforme Tabela 02.

**Tabela 02 - Síntese dos resultados ELS e ELU.**

$S_{d,s}$	$R_{sd}$	$R_{ud}$
54,95 N/m	68,5 kN/m	109,2 kN/m

Adicionalmente, foram avaliados em laboratório os elementos dissociados (pilar e ligação viga-cinta/pilar). A síntese dos resultados obtidos nos ensaios de compressão excêntrica para o pilar está apresentada na Tabela 03.

**Tabela 03 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica (pilar)**

Corpo de prova ensaiado	Carga do primeiro dano (kN)	Carga de ruptura (kN)
CP 1	100,55	157,97
CP 2	108,27	203,31
CP 3	119,59	193,86
Média	109,47	185,04

Utilizando-se dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica e considerando a carga atuante de  $S_d = 58,8$  kN, obtida no cálculo estrutural para unidade habitacional térrea isolada, e considerando a equação de resistência última ( $R_{ud}$ ) apresentada na ABNT NBR 15575-2, (adotando  $\xi = 1,5$  e  $\gamma_m = 2,0$ ), determina-se para compressão excêntrica  $R_{ud} = 61,98$  kN. Assim, as paredes conformadas por painéis de vedação, pilares e vigas-cinta pré-fabricadas em concreto atendem à solicitação de cargas verticais para o estado-limite último.

Verificou-se as condições para ELS, sendo  $S_d \leq R_{sd}$  e para ELU, sendo  $S_d \leq R_{ud}$ , conforme Tabela 04.

**Tabela 04 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica (pilar)**

$S_{d,s}$	$R_{sd}$	$R_{ud}$
58,8 kN	86,42 kN	61,98 kN



O deslocamento médio horizontal medido foi de 8,49 mm, atendendo ao critério estabelecido na ABNT NBR 15575-2 de  $H/300$ , ou seja, 10,4 mm.

Com relação aos esforços na ligação viga-cinta/pilar, apresenta-se na Tabela 05 a síntese dos resultados obtidos no ensaio laboratorial

**Tabela 05 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica (pórtico)**

Corpo de prova ensaiado	No sistema			No dispositivo de ligação	
	Carga (kN) 1ª fissura (ELS)	Carga (kN) de ruptura (ELU)	Desl. Vertical (mm)	Deformação específica $\epsilon_{max}$ ( $\mu\text{m/m}$ )	Carregamento $\sigma_{max}$ (MPa)
CP 1	13,30	18,20	22,12	67,06	13,7
CP 2	9,50	13,30	4,12	69,9	14,3
CP 3	16,11	21,40	14,46	60,35	12,4
Média	12,97	17,63	18,29 <sup>a</sup>	65,77	13,46

(a) Não considerado o deslocamento do CP2.

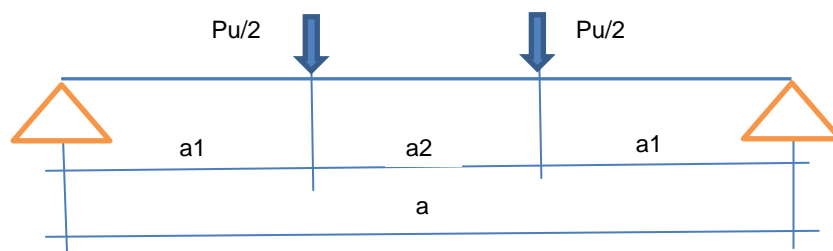
Até a carga de ruptura obtida no ensaio, foi verificada a ausência de fissuras e/ou deformações que denotassem comprometimento da ligação viga-cinta/pilar.

A partir das cargas últimas de ruptura no sistema apresentadas na Tabela 05 e considerando-se o método de cálculo analítico, foram determinados os valores característicos últimos de momento ( $M_{uk}$ ) e cortante ( $V_{uk}$ ) da viga-cinta do sistema construtivo, os quais constam da Tabela 06.

**Tabela 06 – Valores característicos últimos de momento ( $M_{uk}$ ) e cortante ( $V_{uk}$ )**

Valores obtidos em ensaio ( $P_u$ )	No sistema		
	Carga (kN) de ruptura (ELU)	$V_{uk}$ (kN)	$M_{uk}$ (kN.m)
Menor	13,30	6,65	2,28
Maior	21,4	10,7	3,66

O modelo esquemático para os cálculos característicos de cortante e de momento estão apresentados na Figura 89.



Onde:  $a_1=342,66\text{mm}$ ;  $a_2=296,68\text{mm}$ ;  $a=982\text{mm}$

Figura 89 – Esquema de cálculo analítico para  $V_{uk}$  e  $M_{uk}$ .

A partir do modelo de cálculo para resistência de projeto no estado-limite último (ELU) constante da ABNT NBR 15575-2, os valores últimos de projeto para o momento ( $M_{ud}$ ) e para a cortante ( $V_{ud}$ ) da viga-cinta estão apresentados na Tabela 07.

**Tabela 07 – Valores característicos últimos de projeto para cortante (Vud) e para momento (Mud)**

Vud(kN)	Mud (kN.m)
1,81	1,24

#### **4.1.2. Resistência a impactos de corpo mole e de corpo duro**

Foram realizados ensaios para verificação da resistência a impactos de corpo mole e de corpo duro, considerando os pontos mais desfavoráveis do sistema de vedação (união entre painéis).

Os resultados do ensaio de impacto de corpo mole realizado na face externa do painel de vedação (de fora para dentro) indicam que o corpo de prova não apresentou falhas (fissuras, mossas e frestas) e/ou rupturas nos componentes da parede para as energias de 120 J a 960 J. Os resultados denotam atendimento ao critério estabelecido na Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04.

Os ensaios de impacto de corpo duro realizados para as paredes externas (fachadas), com as energias de 3,75 J e 20 J e para as paredes internas, com as energias de 2,5 J e 10 J, apresentam resultados que denotam atendimento aos critérios estabelecidos na Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04.

#### **4.1.3. Solicitações transmitidas por portas para as paredes**

O ensaio de solicitações transmitidas por portas, considerando fechamento brusco e impacto de corpo mole foi realizado nas portas fixadas entre os pilares pré-fabricados.

Não foram observadas falhas (fissurações, destacamentos, entre outros) no encontro com o marco, cisalhamentos nas regiões de solidarização do marco com a parede, nem destacamentos em juntas entre componentes das paredes, demonstrando atendimento ao critério estabelecido na Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04.

#### **4.1.4. Solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nas paredes**

Os ensaios de verificação da capacidade de suporte de peças suspensas consideraram dispositivo padrão com duas mãos francesas e carga aplicada em cada peça, considerando os dois pontos de 0,8kN. Os ensaios foram realizados na parede externa do dormitório com espessura total de 77mm. Os tipos de dispositivos de fixações empregados nos ensaios foram parafusos do tipo Phillips, com diâmetro de 6 mm e comprimento de 60 mm e buchas plásticas de 10 mm.

Os resultados obtidos nos ensaios demonstraram atendimento aos critérios mínimos da Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04.

### **4.2. Estanqueidade à água**

Foram realizados ensaios de estanqueidade à água para verificação do comportamento do próprio painel, das juntas entre painéis, juntas entre painéis e esquadria e juntas entre painéis e pilares. Os ensaios constituíram em submeter, durante um período de 7 h, as faces externas dos corpos de prova a uma vazão de água de 3 L/min/m<sup>2</sup>, criando uma película homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática de 50 Pa sobre essa mesma face.

Os resultados obtidos demonstram que foram atendidos os requisitos de desempenho prescrito pela ABNT NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE.

Foram também realizadas análises de projeto para avaliar os aspectos que influenciam a estanqueidade à água dos painéis de parede das fontes de umidade externas e internas à edificação.

Ambas as faces (externas e internas) dos painéis recebem selador acrílico e pintura de base acrílica. A face interna dos painéis de ambientes de áreas molhadas (banheiro) e molháveis (cozinha, lavabo e área de serviço) recebem revestimento cerâmico.

Quanto à estanqueidade da interface entre painéis de vedação e de pisos internos e externos, verificou-se diferença de cota entre o piso acabado interno e o externo e entre o piso acabado do banheiro e o do box. Em todos os ambientes de áreas molháveis (cozinha, lavabo, varanda coberta) ou molhadas (banheiro e área de serviço) são especificados revestimentos cerâmicos.

Conclui-se que, o resultado obtido no ensaio laboratorial e nas análises projetuais, o sistema construtivo atende ao requisito especificado na Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04.

### 4.3. Desempenho higrotérmico

#### 4.3.1. Desempenho térmico

Foram realizadas simulações computacionais para avaliação de desempenho térmico para as oito zonas bioclimáticas (Z1 a Z8 indicadas na norma ABNT NBR 15220), utilizando o software *EnergyPlus* considerando o projeto padrão de casas térreas (isoladas) e orientações do Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SiNAT, emitido em 21 de agosto de 2021, com base no método de avaliação mencionado na norma ABNT NBR 15575-1.

A simulação considerou três opções de cores de acabamento externo: clara ( $\alpha=0,30$ ), média ( $\alpha=0,50$ ) e escura ( $\alpha=0,70$ ). Para o sistema de cobertura, foi considerada a seguinte composição:

- Telhado constituído de telhas de cerâmicas (10 mm de espessura) e manta de lã de rocha aluminizada (52,7 mm de espessura);
- Forro constituído de réguas de madeira (10 mm de espessura), lã de rocha (100 mm de espessura) e placas de EPS do tipo 5 (50 mm de espessura).

De acordo com os resultados, o sistema construtivo possui potencial de atendimento aos critérios de desempenho térmico mínimo para as zonas bioclimáticas 1 a 8, quando consideradas as cores de acabamento das fachadas, conforme apresentado na Tabela 08.

**Tabela 08 – Síntese dos resultados de desempenho térmico de acordo com as zonas bioclimáticas e a absorvância à radiação solar das paredes externas**

Zona Bioclimática	Absortância à radiação solar		
	0,3	0,5	0,7
1	Não atende	Mínimo	Mínimo
2	Não atende	Mínimo	Mínimo
3	Mínimo	Mínimo	Mínimo
4	Mínimo	Mínimo	Mínimo
5	Mínimo	Mínimo	Mínimo
6	Mínimo	Mínimo	Mínimo
7	Mínimo	Mínimo	Mínimo
8	Mínimo	Mínimo	Mínimo

#### 4.3.2. Análise do risco de condensação superficial

O risco de ocorrência de condensação superficial foi avaliado considerando as oito zonas bioclimáticas utilizando-se o projeto padrão contemplado no Anexo A da Diretriz N.002 Rev. 04.



De acordo com os resultados obtidos e considerando os acabamentos de fachada nas cores claras, médias e escuras, as paredes não apresentam risco de condensação superficial nas seguintes zonas: zona bioclimática 1 para fachada com cores claras e escuras; zonas bioclimáticas 2 e 4 para todas as cores de fachada e zonas bioclimáticas 3, 5 e 8 para fachadas com cores claras e médias. As zonas bioclimáticas 6 e 7 apresentaram risco de condensação superficial para todas as cores de fachada.

Conclui-se que, o produto “Painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto” atende ao critério contemplado na Diretriz SiNAT N°002\_Rev.04 de desempenho higrotérmico, com relação ao período de condensação superficial para as zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5, e 8, respeitando as cores de fachada.

#### 4.4. Desempenho acústico

Foi realizado ensaio de determinação do índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) em laboratório para painel cego de fachada de casas térreas isoladas. O resultado do ensaio apresentou índice de redução sonora ponderado de 45 dB. De acordo com o estabelecido no Anexo F da ABNT NBR 15575-4:2021, deve-se considerar os valores de referência do  $R_w$  composto para fachadas, obtidos a partir dos valores de  $R_w$  dos elementos que constituem a fachada, ou seja, considerando o  $R_w$  parede e o  $R_w$  da esquadria do dormitório.

Para tal, foi determinado por meio de cálculo específico, conforme o estabelecido na publicação SiNAT - Orientações ao Proponente para Aplicação das Especificações de Desempenho em Empreendimentos de HIS – Anexo 3 Planilha de cálculo do isolamento requerido da esquadria para atender ao requisito de desempenho acústico de fachada de dormitório, o índice de redução sonora mínimo para esquadrias. Para o cálculo foi considerado o projeto padrão de casa térrea isolada do Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SiNAT, o qual contempla parede de fachada de dormitório com área de 7,80 m<sup>2</sup>, área envidraçada da janela de 1,53 m<sup>2</sup> e a classe de ruído em que a implantação possa ocorrer (Tabela 09).

**Tabela 09 – Resultados de  $R_{w,e}$  mínimo para esquadrias de dormitório e  $R_{w,c}$  composto para fachadas.**

Classe de ruído	$R_{w,e}$ esquadrias (dB)	$R_{w,c}$ composto (dB)
I	18	25
II	23	30
III	28,3	35

Onde:

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

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

Com base nos resultados dos cálculos para  $R_{w,c}$  composto, considerando o resultado de 45 dB para o painel de fachada, bem como os índices de redução sonora mínimos ( $R_{w,e}$ ) para a esquadria do dormitório, conclui-se que, o painel de fachada de casas térreas isoladas apresenta potencial de atendimento de desempenho acústico conforme ABNT NBR 15575-4.

#### 4.5. Durabilidade e Manutenibilidade

Para a durabilidade dos painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto considerou-se os projetos, as características dos materiais e os procedimentos de manutenção contemplados no Manual de Uso, Operação e Manutenção.

Verificou-se a relação entre a classe de agressividade ambiental e as características do concreto especificado, como a resistência à compressão, a relação água-cimento e o consumo mínimo de cimento. Os painéis de vedação enquadram-se na classe de concreto C30 ( $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$ , relação água/cimento  $\leq 0,55$  e consumo mínimo de cimento  $\geq 320\text{kg/m}^3$ ).

Os painéis de vedação de fachada, incluindo seus tratamentos de juntas e revestimentos, foram expostos ao ensaio de choque térmico (calor e resfriamento por meio de jato de água) composto por dez ciclos sucessivos. O resultado do ensaio demonstrou a não ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, deformações, empolamentos, descoloração ou outros danos e deslocamento horizontal instantâneo (dh) inferior a 7 mm.

A manutenibilidade dos painéis de parede que compõem a edificação deve ser prevista no manual técnico de uso, operação e manutenção. Nele devem constar os prazos de vida útil de projeto (VUP) com respectivo programa de manutenções preventivas e corretivas, além de informações como: condições de uso (fixação de peças suspensas), localização (conforme *as built*) das instalações hidráulicas e elétricas e respectivas formas de inspeções e manutenções. O Manual de Uso, Operação e Manutenção, deve ser elaborado em conformidade com a norma ABNT NBR 14037 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos e com a ABNT NBR 15575 – Parte 1.

As esquadrias são instaladas nos painéis de parede da edificação e possuem VUP  $\geq 20$  anos e o sistema de vedação vertical externa VUP  $\geq 40$  anos. As esquadrias são desmontáveis, sendo assim, manuteníveis sem a necessidade de quebra, substituição ou danos no painel de parede.

As instalações hidráulicas possuem VUP  $\geq 20$  anos e são instaladas sob o reboco dos painéis, portanto manuteníveis sem que haja dano ou quebra dos painéis de vedação.

#### **4.6. Segurança ao fogo**

Os painéis de vedação sem função estrutural pré-fabricados em concreto são compostos por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de incêndio. Também apresentam características adequadas em termos de desenvolvimento de fumaça, não agravando o risco de incêndio.

Conforme Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04, no caso de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas, exige-se resistência ao fogo pelo período de 30 minutos para as paredes que conformam o ambiente da cozinha. Para tal, os painéis que conformam o ambiente da cozinha possuem dimensões de 900mm de comprimento, 510mm de largura e 62mm de espessura. O concreto especificado possui adição de microfibras de polipropileno e resistência característica à compressão de 25 MPa (aos 28 dias).

Foi realizado ensaio laboratorial de resistência ao fogo em corpo de prova constituído de 4 pilares com aplicação de carga de serviço de 950 kg por pilar. Os resultados obtidos demonstram que os painéis de vedação sem função estrutural apresentam resistência ao fogo, no grau corta-fogo, pelo período de 30 minutos.

Verifica-se que os painéis pré-fabricados sem função estrutural atendem ao critério estabelecido na Diretriz SiNAT N°002 – Rev.04 quanto à segurança contra incêndio para unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas. Vale ressaltar que a empresa Contempla deve elaborar projetos específicos para cada tipologia, levando-se em consideração as exigências contidas nas regulamentações do Corpo de Bombeiros do Estado em que a construção será edificada, atender as exigências com relação a ABNT NBR 14432 e regulamentos municipais específicos.

Considerando-se a utilização de forro não resistente ao fogo na área da cozinha, entre as paredes da cozinha e ambientes adjacentes, devem ser previstos septos verticais compostos pela elevação da

própria parede até o nível do telhado ou por elementos que possuam resistência ao fogo por um período de 30 minutos, com o objetivo de confinar o incêndio no ambiente de origem. No caso em questão, adotou-se septos com duas chapas de gesso para *drywall* do tipo *Standard*, com espessura de 12,5 mm e tratamento de juntas entre placas com aplicação de fita de papel microperfurado com massa de gesso, conforme norma ABNT NBR 15758-1 (ver item 3.2.4, alínea j).

Ressalta-se que o projeto de cada empreendimento deve considerar as exigências de segurança contra incêndio contempladas em normas e regulamentações, em níveis municipal, estadual e federal.

## 5. Controle da qualidade

---

A Contempla Engenharia e Empreendimentos Ltda. deve manter controles necessários para a qualidade da execução de obras de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas. Os controles são fundamentados por documentações técnicas que compreendem:

- Recebimento e aceitação de materiais e componentes utilizados em obra, tais como: cimento, areia, brita, aço, painéis de vedação, pilares e vigas pré-fabricados. Ressalta-se que para fins de auditoria técnica, é indispensável a disponibilização do controle do concreto na unidade fabril e em obra, isto é, dados referentes ao ensaio de abatimento (*slump*) para a verificação da consistência do concreto e dados referentes ao ensaio de resistência à compressão axial na idade de desenforma (48 horas com  $f_{c,48h}$  de 5 MPa) e aos 28 dias painéis ( $f_{c,28}$  de 30 MPa e  $f_{c,28}$  25 MPa), pilares ( $f_{c,28}$  40 MPa).
- Sequência e verificação das etapas de obra, tais como: locação da obra, compactação de aterro e execução de contrapiso, montagem da estrutura, execução do sistema de cobertura, execução das vigas baldrame, execução do reboco, assentamento do revestimento cerâmico, execução das instalações hidro-sanitárias e elétricas, instalação de esquadrias, instalação de forro, instalação de louças e bancadas e pintura.
- As etapas de montagem do sistema de parede devem ser verificadas, destacando-se: locação dos pilares, transporte, ligação entre painel e o elemento de fundação, ligação entre painéis, ligação entre painel e cinta de amarração, travamento e escoramento dos painéis de parede (cunhas de madeira), tratamento das juntas, verificação do alinhamento e prumo, verificação das dimensões dos vãos destinados às esquadrias e dos ambientes, interface entre painel e esquadrias.
- O proponente deve manter controles na unidade fabril, tais como: recebimento de materiais, produção dos painéis de vedação, dos pilares e vigas pré-fabricados, estocagem (materiais e elementos pré-fabricados), transporte interno e até o local da obra e controle tecnológico do concreto.
- Foram realizadas auditorias técnicas na unidade de produção e em obras, tanto em execução quanto finalizadas, o que permitiu avaliar o desempenho global das unidades habitacionais e o comportamento potencialmente positivo do produto quanto ao controle de qualidade de produção e de montagem.
- O controle de eventuais patologias ou reparos pós-ocupação deve ser evidenciado pelo proponente, acompanhado dos procedimentos e ações pertinentes, atendendo aos prazos de garantia.
- O comportamento das juntas entre painéis e fundação, painéis e pilares e painéis e sistema de cobertura deve ser objeto de monitoramento constante pelo proponente da tecnologia, em razão da limitação de se avaliar tal comportamento ao longo do tempo.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada seis meses para verificação dos controles realizados pela Contempla Engenharia no processo de produção e no produto final, na montagem em obra e em obras habitadas.



## 6. Fontes de informação

---

As principais fontes de informação são os documentos técnicos da empresa e os relatórios técnicos e de ensaios do sistema de vedação vertical.

### 6.1. Documentos da empresa

- Projetos e detalhamentos executivos arquitetônicos, estruturais, instalações de hidráulica e de elétrica, produção e montagem;
- Memorial descritivo do processo de fabricação – Rev. 07;
- Memorial descritivo do processo de montagem – Rev. 09;
- Memória de Cálculo Estrutural e Anotação de Responsabilidade Técnica;
- Instruções de trabalho e fichas de controle;
- Certificado SiAC – PBQP-H – Nível A;
- Manual de uso, operação e manutenção (Manual do proprietário).

### 6.2. Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico de Avaliação N°02/2017 Rev.1 – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°03/2017 Rev. 1 – IFBQ;
- Relatório de Auditoria Técnica N°06/2019 - 1ª Auditoria de Manutenção do DATec N° 036;
- Relatório de Auditoria Técnica N°12/2019 - 2ª Auditoria de Manutenção do DATec N° 036;
- Relatório de Auditoria Técnica N°04/2020 - 3ª Auditoria de Manutenção do DATec N° 036;
- Relatório de Auditoria Técnica N°03/2021 - 1ª Auditoria de Manutenção do DATec N° 036-A;
- Relatório de Auditoria Técnica N°10/2022 - 2ª Auditoria de Manutenção do DATec N° 036-A;
- Relatório de Auditoria Técnica N°07/2023 - 3ª Auditoria de Manutenção do DATec N° 036-A;
- Relatório de ensaio N° CON/255.792/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de caracterização do agregado miúdo – areia média);
- Relatório de ensaio N° CON/242.475/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de caracterização do agregado graúdo – brita 1);
- Relatório de ensaio N° CON/256.090/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Reatividade álcali-agregado - Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado do agregado miúdo – areia média);
- Relatório de ensaio N° CON/242.553/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Reatividade álcali-agregado - Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado do agregado graúdo – brita 1);
- Relatórios de Ensaio – Determinação da resistência à compressão do concreto nas idades de: 24h, 48h, 3 dias, 7 dias, 14 dias e 28 dias.
- Relatório de ensaio N° 537-17 – Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos. (Concreto com fibras 40MPa - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica);
- Relatório de ensaio N° 538-17 – Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos. (Concreto 40MPa - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica);
- Relatório de ensaio N° 539-17 – Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos. (Concreto com fibras 30MPa - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica);
- Relatório de ensaio N° 540 -17 – Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos. (Concreto 30MPa - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica);
- Relatório de ensaio N° 541-17 – Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos. (Concreto com fibras 25MPa - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica);
- Relatório de ensaio N° 542-17 – Qualify - Laboratório de Concreto, Materiais e Solos. (Concreto 20MPa - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica);
- Fichas técnicas do desmoldante Oleomix 35\_Tecnomor.
- Relatório de Ensaio N° REV/286.117/2/A/15 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de resistência a impactos de corpo mole e corpo duro);

- Relatório de Ensaio N° REV/286.117/3/A/15 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de solicitações transmitidas por portas para as paredes);
- Relatório de Ensaio N° REV/286.117/1/A/15 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nos painéis de parede);
- Relatório de Ensaio N° 1 068 124-203 – Laboratório de Segurança ao Fogo e Explosões/CETAC – IPT (Ensaio de verificação da resistência ao fogo em parede com função estrutural);
- Relatório de Ensaio N° CCC/266.575/13 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de estanqueidade na interface entre parede e janela);
- Relatório de Ensaio N° LPC/L-261.109/15 – L.A. Falcão Bauer Ltda. (Ensaio de verificação da estanqueidade do painel de parede com junta e resistência ao choque térmico e de aderência do revestimento);
- Relatório Técnico - Avaliação do desempenho térmico de Residência Unifamiliar com paredes em concreto armado e telhas cerâmicas para as Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.
- Relatório de Ensaio N° ENO/308.710/1/18 – L.A. Falcão Bauer (Ensaio de isolamento sonoro em sistema de vedação vertical em paredes externas);
- Relatório de Ensaio N° 95833 – Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC – UFSM (Ensaio de verificação do índice de redução sonora ponderado (Rw) de parede cega (fachada));
- Relatório Técnico N° 143 342-205 – Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura – CT-OBRAS/SEE – IPT (Ensaio de compressão excêntrica de painéis de parede constituídos por elementos pré-moldados de concreto);
- Relatório N° 2314/2018 – Ensaio de compressão excêntrica em pórtico – ITT Performance – Universidade do Rio dos Sinos;
- Relatório N° 2315/2018 – Ensaio de compressão excêntrica em pilar – ITT Performance – Universidade do Rio dos Sinos;
- Relatório N° 0966\_01\_EST\_R01 – KR3 Laudos Técnicos Ltda. (Ensaio de desempenho estrutural);
- Relatório N° 1122\_01\_EST\_R00 – KR3 Laudos Técnicos Ltda. (Ensaio de desempenho estrutural);
- Relatório de Ensaio N° 1 151 832-203 – Laboratório de Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Instalações Prediais/HE – IPT (Ensaio de determinação da isolamento sonora);
- Relatório N° 0888\_01\_EST\_R01 – KR3 Laudos Técnicos Ltda. (Ensaio de desempenho térmico);
- Relatório Técnico N° 004/2024 – Instituto Falcão Bauer (Verificação da análise do risco de condensação superficial).

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

---

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

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

A Detentora da Tecnologia, Contempla Engenharia e Empreendimentos Ltda., compromete-se a:

- a) manter o produto e o processo de produção nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projetos específicos para cada empreendimento;

- b) produzir o produto de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c) manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d) manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente.

O 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 IFBQ, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

---

***Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H***  
***Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SiNAT***  
***Brasília, DF, 10 de dezembro de 2024.***