

 <p>Av. Prof. Almeida Prado, 532 Cidade Universitária - Butantã CEP 05508-901 São Paulo - SP Tel: (11) 3767-4164 Fax: (11) 3767-4961 ipt@ipt.br / www.ipt.br</p>	<p>Produto Painéis maciços pré-moldados de concreto armado para paredes da VIVER</p> <p>Proponente VIVER INCORPORADORA E CONSTRUTORA S.A. Rua Olímpíadas, 205 - 2º andar - Vila Olímpia, São Paulo/SP CEP 04551-000 Home page: http://www.viver.com.br Telefone: 11 3046-3200 e-mail: qualidade@viverinc.com.br</p>	 
<p>Emissão Julho de 2015</p> <p>Validade Junho de 2017</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, e a decisão do Comitê Técnico, de 12/06/15, a Comissão Nacional, em sua reunião de 29/06/15, resolveu conceder aos “Painéis maciços pré-moldados de concreto armado para paredes da VIVER” o Documento de Avaliação Técnica Nº 003-A. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o sistema construtivo, destinado à construção de edifícios habitacionais de até quatro pavimentos, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p>DATEc Nº 003-B</p>
<p>Limites da avaliação técnica do sistema de paredes constituídas de “painéis maciços pré-moldados de concreto armado” da Viver.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A avaliação técnica contemplou somente o sistema de paredes. Para o atendimento da edificação como um todo à ABNT NBR 15575:2013, a avaliação deve ser complementada; • A avaliação técnica do sistema de painéis da VIVER considerou como elementos inovadores as paredes de painéis pré-moldados de concreto armado e suas interfaces com piso, esquadrias e cobertura e as juntas entre painéis; • 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; • A avaliação foi realizada considerando o emprego dos painéis em paredes de edificações habitacionais de até quatro pavimentos; • O desempenho térmico foi avaliado para as zonas bioclimáticas Z1, Z3 e Z8, constantes da ABNT NBR 15220-3:2005, considerando cobertura formada por laje de concreto e telhado de telhas cerâmicas; • A estanqueidade à água das paredes, das interfaces entre paredes e esquadrias externas e entre paredes e piso foi avaliada por meio de análise de projetos e visita técnica a obras em execução e edifícios em uso, considerando os painéis, as juntas entre painéis e as juntas entre painéis e esquadrias. Entretanto, a estanqueidade à água da janela não foi avaliada, pois não é objeto deste DATEc; • A avaliação da durabilidade das paredes de concreto foi feita considerando-se a classe de concreto C25, para as classes I e II de agressividade ambiental, correspondentes às zonas rural e urbana, respectivamente e também por meio de ensaio de choque térmico; • O comportamento das juntas entre painéis, das juntas entre painéis e laje de piso e das juntas entre lajes pré-moldadas na região da gola (junta entre golas) são objeto de monitoramento constante pelo Proponente da Tecnologia, em razão da limitação de se avaliar tal comportamento ao longo do tempo. Na auditoria técnica realizada em edificações em uso, durante a vigência do DATEc Nº 003-A, não foram observadas falhas sistemáticas que comprometam o desempenho. 		

1. Descrição do produto

Os painéis da VIVER destinam-se à construção de paredes de edifícios habitacionais de até quatro pavimentos. As paredes são constituídas de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto e pelas ligações entre eles. Foram consideradas ainda as interfaces entre painel e janela e painel e instalações. A Figura 1 mostra uma vista geral da utilização desses painéis em um empreendimento de edifícios habitacionais.



Figura 1 – Vista geral do conjunto habitacional Viver Canoas, na cidade de Canoas-RS

Há dois tipos de painéis maciços pré-moldados de concreto armado: os painéis estruturais com 100 mm de espessura, empregados em paredes estruturais externas e internas, e os painéis de vedação com 80 mm de espessura, empregados apenas em paredes de vedação internas.

A fabricação dos painéis é feita em unidade de produção montada no canteiro-de-obras ou em unidade fabril. A moldagem dos painéis é feita na posição vertical, em baterias de fôrmas de aço. Primeiramente faz-se a montagem da armadura, posicionando-as no interior das fôrmas, em seguida conferem-se espaçadores e cobrimento, faz-se o travamento das fôrmas e lança-se o concreto auto-adensável.

A desforma dos painéis é feita com 20 horas.

Os painéis são içados das fôrmas com equipamento de transporte vertical, como ponte rolante, e armazenados na posição vertical, com auxílio de escoramentos. O armazenamento dos painéis é geralmente feito em área próxima ao local definitivo de montagem. Nos locais de armazenamento efetua-se a cura úmida nos painéis com aspersão de água, por um período mínimo de 24 horas. Após esse período, os painéis são liberados para o transporte e montagem.

A Figura 2 ilustra uma bateria de fôrmas metálicas e a Figura 3 mostra um detalhe da fôrma, pronta para a concretagem. Os principais equipamentos de transporte vertical empregados na fabricação e montagem dos painéis são o pórtico rolante, o guindaste ou a grua.



Figura 2 – Baterias de fôrmas metálicas para moldagem dos painéis



Figura 3 – Vista das fôrmas metálicas travadas com ganchos

A cobertura é formada por laje de concreto armado de 100 mm e telhado de telhas cerâmicas. A avaliação técnica não contemplou elementos e componentes convencionais, como fundações, instalações elétricas e hidráulicas, esquadrias e revestimentos, dentre outros, exceto as interfaces entre elementos e componentes inovadores e convencionais, como a ligação entre painéis de parede e laje e a ligação entre painéis de parede e caixilhos, sendo que os elementos convencionais devem ser projetados e executados conforme as respectivas normas técnicas brasileiras.

1.1. Condições e limitações de uso

As paredes formadas por painéis estruturais não podem ser total ou parcialmente demolidas. Qualquer modificação em paredes e lajes, como abertura de vãos de portas e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas, deve ser previamente acordada com a VIVER, na fase de projeto do edifício. Os cuidados na utilização, como periodicidade e itens a ser avaliados na inspeção das peças estruturais de concreto, a sobrecarga máxima permitida, as cargas máximas permitidas para a fixação de peças suspensas, a periodicidade de renovação das pinturas sobre os painéis de parede e a periodicidade para inspeção e substituição de selantes, constam do Manual de Operação, Uso e Manutenção (Manual do Proprietário), preparado pela VIVER para cada empreendimento. O uso dos painéis está limitado à classe de agressividade I e II (atmosferas rurais e urbanas). Os cuidados na utilização constam do Manual de Operação, Uso e Manutenção (Manual do Proprietário), preparado pela VIVER para cada empreendimento.

2. Diretriz para avaliação técnica

O IPT realizou a avaliação técnica de acordo com a DIRETRIZ SINAT Nº 002 – “Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais”, Revisão 01, publicada em julho de 2012, e de acordo com a ABNT NBR 15575:2013.

3. Informações e dados técnicos

3.1 Especificações técnicas e detalhes construtivos

- a) **Painéis de parede:** painéis estruturais pré-moldados de concreto armado com espessura de 100 mm e painéis de vedação pré-moldados de concreto armado com espessura de 80 mm, altura igual ao pé-direito do edifício e comprimento máximo de 4 metros, em função das baterias de fôrmas e do equipamento de transporte vertical a ser utilizado;
- b) **Concreto:** utiliza-se concreto auto-adensável com massa específica seca da ordem de 2.300 kg/m³ e resistência característica à compressão especificada (f_{ck}) de 25 MPa. A resistência

mínima do concreto na desenforma, a 20 horas, é de 6 MPa. A consistência especificada, por espalhamento, está no intervalo entre 700 mm e 750 mm;

- c) **Armadura:** a armadura dos painéis estruturais é constituída de dupla tela soldada com malha de 30 cm x 15 cm e fios de 4,2 mm de diâmetro (tela T92), separadas por espaçadores metálicos de aproximadamente 40 mm de largura. A armadura dos painéis de vedação é constituída de uma única tela soldada também com malha de 300 mm x 150 mm e fios de 4,2 mm de diâmetro (tela T92), posicionada no centro da peça. O cobrimento de concreto das armaduras é definido pelo posicionamento de espaçadores plásticos nas telas, colocados a cada 600 mm, aproximadamente, tanto na horizontal quanto na vertical. O espaçamento entre as telas é garantido com o uso de separador metálico entre elas, distantes entre si, aproximadamente, 600 mm. As alças de içamento dos painéis são de aço CA25, com diâmetros de 10 mm, 12,5 mm ou 16 mm, dependendo do tamanho do painel;
- d) **Painéis de laje:** as lajes são constituídas de pré-lajes de 40 mm de espessura que recebem uma camada complementar de concreto de 60 mm de espessura, totalizando uma laje de 100 mm de espessura. As lajes incorporam uma “gola” nas bordas externas junto à fachada (Figura 4), moldada quando da concretagem complementar das lajes;



Figura 4 – “Golas” das lajes na fachada

- e) **Ligações entre painéis de parede:** Os painéis possuem rebaixos e armaduras de ligação nas bordas laterais. As armaduras laterais de cada painel, constituídas de cinco barras de aço de 10 mm de diâmetro, são soldadas às armaduras de ligação dos painéis adjacentes, como indicado na Figura 5. As armaduras de ligação dos painéis são soldadas às armaduras verticais de arranque ligadas à fundação. As bordas laterais dos painéis recebem uma camada de argamassa colante e o rebaixo entre os painéis é preenchido com graute;

FACE EXTERNA

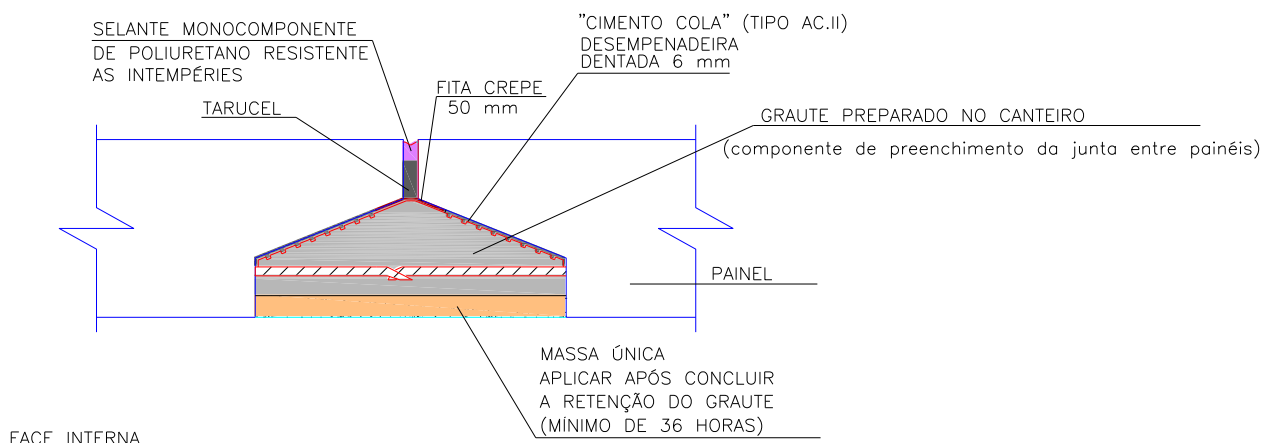


Figura 5 – Desenho esquemático da ligação entre painéis e do tratamento das juntas

- f) **Graute:** o graute empregado no preenchimento das juntas entre painéis possui resistência à compressão especificada aos 28 dias de 25 MPa;
- g) **Tratamento das juntas entre painéis:** o tratamento das juntas na face externa dos painéis é feito com a colocação de fundo de junta e selante flexível de poliuretano, também indicada na Figura 5;
- h) **Ligações entre painéis de parede e laje:** os painéis são assentados sobre as lajes com argamassa de cimento e areia, sendo que as juntas horizontais entre o painel de fachada e a laje são tratadas com emulsão acrílica e tela de poliéster. Esse tratamento é feito também no pavimento térreo na região da junta entre piso e painel;
- i) **Interface entre paredes e instalações:** As instalações elétricas são embutidas nos painéis de parede. Para isso os eletrodutos são fixados à armadura dos painéis antes da concretagem. As instalações hidráulicas, tanto de água fria quanto esgoto, são posicionadas em paredes hidráulicas, *shafts* ou complemento de parede, sempre externos aos painéis. Os tubos de queda de esgoto e as prumadas de água são posicionados em *shafts*. Os sub-ramais de água fria são externos aos painéis. A tubulação de gás é externa às paredes, sobreposta na fachada;
- j) **Interface entre painéis e esquadrias:** a fixação das janelas aos painéis pré-moldados é feita através de parafusos, sendo que a vedação da junta entre os perfis das esquadrias e o painel pré-moldado é feita com selante à base de silicone, ou poliuretano, resistente às intempéries;
- k) **Revestimento e acabamento do painel de parede:** as faces dos painéis podem receber pintura ou revestimento cerâmico aplicado com argamassa colante tipo ACI diretamente sobre o concreto.

3.2 Procedimento de execução

A sequência de atividades para fabricação e montagem dos painéis apresentada a seguir foi verificada nas visitas técnicas realizadas em obras da VIVER (protótipo construído em São Paulo, SP, e na obra auditada em São José dos Pinhais, PR).

- a) Preparação das fôrmas: limpeza e aplicação de desmoldante;
- b) Preparação da armadura de cada painel, introduzindo também os separadores metálicos entre telas, os espaçadores plásticos para garantir cobertura das armaduras e os eletrodutos e caixas elétricas (Figura 6). Para cada painel existe um desenho de armaduras específico. A armadura dos painéis é preparada em local específico e, depois, posicionada na fôrma metálica (Figura 7);



Figura 6 – Montagem das armaduras dos painéis, dos espaçadores e eletrodutos



Figura 7 – Posicionamento das armaduras nas fôrmas metálicas

- c) Verificação da conformidade das armaduras e seus cobrimentos com as especificações de projeto;
- d) Fechamento e travamento das fôrmas metálicas de uma bateria;
- e) Lançamento do concreto nas fôrmas de uma mesma bateria;
- f) Desenforma (retirada das fôrmas) após 20 horas de concretagem;
- g) Verificação da qualidade do painel concretado, conforme procedimento de controle específico;
- h) Aplicação de argamassa colante na superfície das bordas dos painéis (Figura 8), para melhoria da aderência do concreto do painel com o graute utilizado na ligação entre os painéis;



Figura 8 – Aplicação de argamassa colante nas bordas dos painéis

- i) Armazenamento e cura dos painéis com aspersão de água por um período mínimo de 24 horas (Figura 9);

- j) Transporte e montagem dos painéis. Os painéis são transportados com caminhão e içados com grua, pórtico rolante ou guindaste, sendo posicionados sobre uma camada de argamassa. O prumo dos painéis é garantido com o auxílio de escoras metálicas (Figura 10);



Figura 9 – Armazenamento e cura dos painéis



Figura 10 – Escoramento dos painéis de parede

- k) Soldagem das armaduras de ligação dos painéis de paredes adjacentes (Figura 11);
- l) Utilização de fôrma de madeira na região das juntas entre painéis, visando criar um compartimento fechado para possibilitar preenchimento dessas juntas com graute (Figura 12);



Figura 11 – Soldagem das armaduras de ligação dos painéis

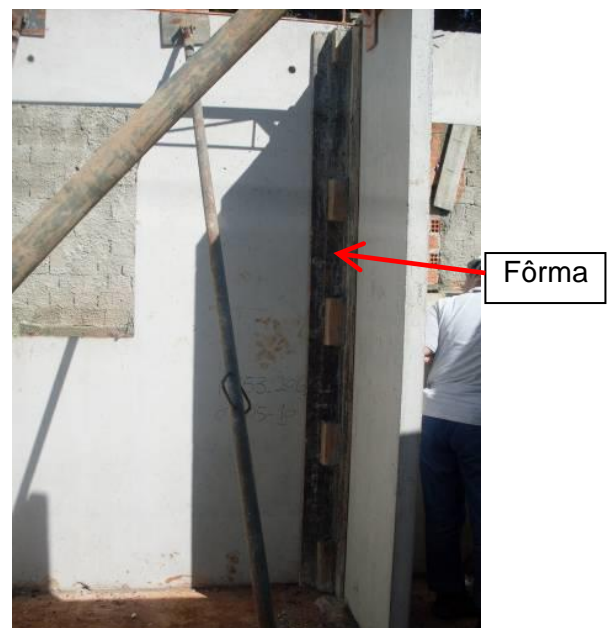


Figura 12 – Fôrma para grauteamento da ligação dos painéis

- m) Grauteamento das juntas entre painéis. Após a montagem final dos painéis, o acabamento das juntas, na face externa dos painéis, será feito com fundo de junta e selante, como mostrado anteriormente na Figura 5;
- n) Montagem e escoramento das pré-lajes (Figura 13). No topo do painel aplica-se uma camada de argamassa para nivelar a superfície e apoiar as pré-lajes;
- o) Posicionamento das armaduras negativas e eletrodutos embutidos nas pré-lajes (Figura 14);



Figura 13 – Escoramento da pré-laje



Figura 14 – Montagem das pré-lajes

- p) Posicionamento da fôrma da gola da laje (detalhe construtivo da fachada). A Figura 15 mostra a montagem da fôrma na obra e a Figura 16 esquematiza a fôrma metálica utilizada para a moldagem das golas, observando que essas golas são armadas. O cobrimento da armadura é garantido pelo correto posicionamento das armaduras nas fôrmas (Figura 17);



Figura 15 – Fôrmas das golas de periferia posicionadas juntamente com as pré-lajes

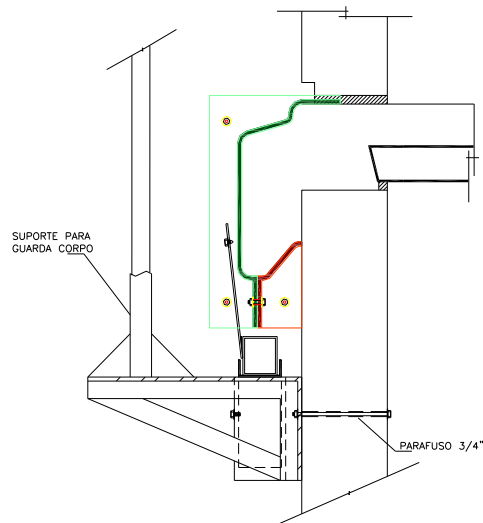


Figura 16 – Desenho esquemático a fôrma metálica para construção da gola

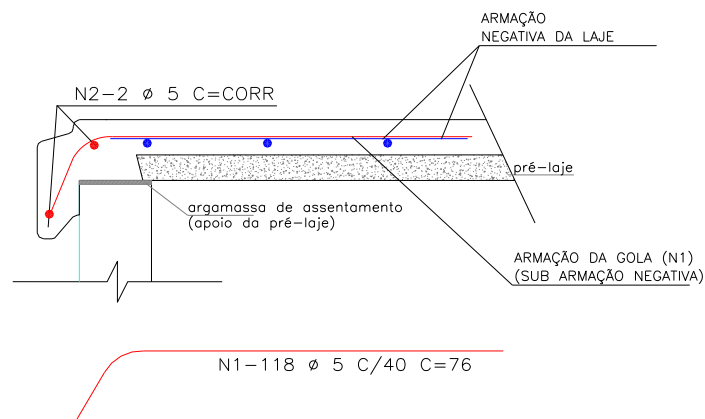


Figura 17 – Desenho esquemático das pré-lajes apoiadas no painel e da armadura das golas

q) Concretagem da gola concomitante à concretagem da capa da laje.

4. Avaliação técnica

A avaliação técnica de desempenho foi conduzida conforme a DIRETRIZ SINAT Nº 002, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural, vistorias em obras e demais avaliações que constam dos Relatórios Técnicos e de ensaios citados no item 6.2.

4.1 Desempenho estrutural

A resistência característica especificada para o concreto empregado nos painéis pré-moldados é maior ou igual a 25 MPa, conforme comprovado nos ensaios de caracterização do concreto realizado em laboratório e nos ensaios de controle da qualidade realizados nas obras auditadas.

A configuração estrutural é dada pela composição das paredes estruturais, que recebem as cargas verticais das lajes (pré-lajes mais capeamento) e as cargas horizontais devidas ao vento, e as transmitem às fundações.

Conforme as verificações analíticas, a estabilidade global do edifício é função das paredes estruturais que funcionam como contraventamento, das lajes que funcionam como diafragmas

rígidos e da ligação entre painéis e entre painéis e lajes que monolitizam o conjunto, sendo considerada satisfatória para as cargas atuantes consideradas.

Foram realizados ensaios para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado limite último e o estado limite de utilização, haja vista que os painéis têm 100 mm de espessura. Na Tabela 1, apresenta-se uma síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório.

Tabela 1 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica

Corpo-de-prova ensaiado	Carga da primeira fissura (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)*
CP 1	—**	> 1164,7
CP 2	—**	> 1164,7
CP 3	—**	> 1164,7
Média	—	> 1164,7
* Os corpos de prova não sofreram ruptura para a carga de 1164,7 kN/m, tendo sido a carga limite aplicada.		
** Os painéis não sofreram fissuras.		

Considerando a equação que dimensiona a resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15.575-2, determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} \geq 543,5$ kN/m. Considerando-se uma carga atuante de $P_{max}=105$ kN/m, avaliada num projeto estrutural específico para edifícios de quatro pavimentos, e aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4, tem-se que: $P_{max} \leq R_{ud}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Conforme mostram os resultados apresentados na Tabela 1, não surgiram fissuras e nem foram observados deslocamentos horizontais maiores que os permitidos ($h/500$) nos painéis durante o ensaio, concluindo-se que os painéis de parede ensaiados também atendem ao estado limite de utilização.

Conforme a Diretriz SINAT Nº 002, considera-se que as paredes maciças de concreto armado, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica seca não inferior a 2150 kg/m^3 e $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$) e espessura mínima de 100 mm, atendem aos critérios relativos a impactos de corpo mole e corpo duro, capacidade de fixação de peças suspensas e solicitações transmitidas por portas.

Para cada empreendimento deve ser desenvolvido um projeto estrutural específico e sua respectiva memória de cálculo, baseado nas orientações e premissas da concepção estrutural adotada pela Viver.

4.2 Estanqueidade à água

A avaliação da estanqueidade à água do sistema de paredes à fontes de umidade externas e internas foi baseada em análise de projetos e verificações em obra, considerando as cinco regiões do Brasil classificadas pelas isopletras da velocidade básica do vento.

Considera-se que os painéis pré-moldados de concreto atendem às condições de estanqueidade à água de chuva pelas suas características construtivas (paredes de concreto comum armado, com $f_{ck} = 25\text{MPa}$ com pintura).

As juntas entre painéis, pelas características do seu material de preenchimento (graute), potencialmente também atendem ao requisito de estanqueidade à água de chuva. Além disso, as juntas tem um acabamento na face externa da parede com selante flexível (poliuretano) que contribui para criar uma barreira adicional contra a penetração de água, desde que sejam

respeitados os prazos de vida útil definido para o selante, constante do Manual de Uso e Manutenção do edifício.

A estanqueidade à água da interface entre parede e caixilho é considerada potencialmente satisfatória pela forma de fixação das janelas aos painéis (parafusos) e pela vedação das juntas entre painéis e caixilho com selante resistente às intempéries, considerando o prazo de vida útil definido para o selante, constante do Manual de Uso e Manutenção do edifício.

A estanqueidade à água das paredes internas em contato com água de uso e lavagem é considerada satisfatória, em razão, também, das características construtivas dessa parede (paredes de concreto armado com $f_{ck} = 25\text{MPa}$ e aplicação de impermeabilização com argamassa polimérica e revestimento cerâmico).

Com relação à estanqueidade à água das juntas (interfaces) entre painéis de parede e pisos internos e externos, os caimentos e a diferença de cotas entre o piso externo e interno, e entre o piso do banheiro e do corredor previstos no projeto analisado minimizam o contato da água do piso com a base da parede, situação considerada satisfatória. Para cada empreendimento específico, detalhes dessas interfaces devem ser desenvolvidos.

Na base das paredes externas, no nível do pavimento térreo, as juntas horizontais entre os painéis e a fundação são preenchidas com argamassa polimérica e recebem impermeabilização na forma de membrana acrílica estruturada com tela de poliéster. O mesmo tratamento é aplicado na interface entre as lajes e a base das paredes nos demais pavimentos.

4.3 Desempenho térmico

Foram feitas simulações computacionais para avaliar o desempenho térmico de edifícios que empregam os painéis objeto deste DATec. As simulações consideraram três regiões climáticas brasileiras constantes da ABNT NBR 15220: Zona 1, Zona 3 e Zona 8, representadas, respectivamente, pelas cidades de Curitiba, São Paulo e Belém.

Conclui-se que edifícios que sejam executados com as paredes VIVER têm potencial para apresentarem desempenho térmico mínimo no período de verão para as zonas climáticas analisadas, desde que atendidas as recomendações relativas ao uso de cores claras ou médias, o sombreamento das janelas e a ventilação dos ambientes. No período do inverno, nas Zonas 1 e 8 é atendido o desempenho térmico mínimo. Entretanto, na Zona 3 o nível de desempenho mínimo somente é atendido com as paredes externas na cor média. Portanto, na Zona 3, para atender ao desempenho térmico nos períodos de verão e inverno devem ser previstas cores médias na pintura das paredes de fachada. Para a avaliação do desempenho térmico considerou-se os seguintes parâmetros: absorvância à radiação solar da superfície externa das paredes igual a: 0,3 (cores claras), 0,5 (cores médias) e 0,7 (cores escuras). Na Tabela 2 apresenta-se um resumo das cores possíveis de serem utilizadas nas fachadas para as zonas bioclimáticas analisadas.

Tabela 2 – Condições necessárias para que os edifícios atendam às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002

Zonas Bioclimáticas	Cores do acabamento externo das paredes de fachada			
	Condição padrão ^(a)	Com sombreamento ^(b)	Com ventilação ^(c)	Com sombreamento e ventilação
1	Claras	Claras ou médias	Claras ou médias	Claras ou médias
3	Médias	Médias	Médias	Médias
8	Claras	Claras ou médias	Claras ou médias	Claras ou médias

Notas:

^(a) Condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0 Ren/h) e janelas sem sombreamento;

- (b) Condição de sombreamento: proteção solar externa ou interna que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente;
- (c) Condição de ventilação: ambiente ventilado a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 Ren/h).

4.4 Desempenho acústico

Foi feito ensaio em laboratório para a determinação do índice de isolamento sonora ponderado (R_w) de parede cega constituída de painéis maciços pré-fabricados de concreto armado com espessura de 100 mm obtendo-se o resultado de $R_w = 48$ dB. Os critérios, comparados ao resultado, são sintetizados na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Síntese dos critérios de desempenho e do resultado do ensaio de isolamento sonora

Elemento	Critério de desempenho: valor mínimo (R_w em dB), exposto na ABNT NBR 15575-4:2013	Valor de R_w determinado em laboratório (dB)
Parede entre unidades	Parede de geminação nas situações onde não haja ambiente dormitório – 45 dB Parede de geminação no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório – 50 dB	48
Fachadas	Classe I – 25 dB Classe II – 30 dB Classe III – 35 dB (valores expressos em função da classe de ruído)	

Conclui-se que, respeitando-se os valores mínimos de R_w para as esquadrias, no caso das paredes de fachada, o desempenho acústico das paredes atende à ABNT NBR 15575-4:2013. Entretanto, comparando-se o resultado obtido no ensaio em laboratório, R_w de 48dB, diretamente com os valores de referência para isolamento sonora entre ambientes, observa-se que só não é satisfatório para paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação) no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório e para paredes cegas entre unidade habitacional e áreas de permanência de pessoas, atividades de lazer, etc., conforme a ABNT NBR 15575-4:2013.

4.5 Durabilidade e Manutenibilidade

Foram feitas análises de projeto para avaliar os aspectos que afetam a durabilidade dos painéis, quais sejam: qualidade do concreto, garantia de cobrimento das armaduras e resistência à corrosão.

Verificou-se a relação entre a classe de agressividade ambiental, a resistência à compressão do concreto e a relação água/cimento para garantir a qualidade mínima do concreto. Os painéis da VIVER enquadram-se na classe de concreto C25, considerando as classes I e II de agressividade ambiental.

Segundo a DIRETRIZ SINAT N°002 e normas técnicas pertinentes, quando se supõe a existência de limites rígidos de tolerância das dimensões durante a execução, como no caso da fabricação de elementos pré-moldados, pode-se considerar $\Delta c = 5$ mm (Δc = tolerância de execução para o cobrimento), estabelecendo, portanto, cobrimento nominal (c_{nom}) para os painéis de parede de 25 mm, para Classe II de agressividade ambiental, $f_{ck} = 25$ MPa, relação água/cimento $\leq 0,60$. Nesse sentido, também para a classe I, com $\Delta c = 5$ mm, o cobrimento nominal (c_{nom}) é de 20 mm. Assim, considera-se adequado o cobrimento das armaduras dos painéis estruturais com tela

dupla, tanto para a classe I quanto para a classe II de agressividade, pois as telas são posicionadas com a utilização de espaçadores plásticos de 25 mm a cada 60 cm, aproximadamente, tanto na horizontal quanto na vertical.

Do ponto de vista da durabilidade da estrutura de edifícios, particularizada para a resistência à corrosão das armaduras, conclui-se que o produto satisfaz a essas exigências considerando que os painéis de concreto armado cumprem com a resistência característica de concreto especificada, estão inseridos em regiões rurais e urbanas, Classes I e II de agressividade ambiental, têm cobrimento das armaduras de 25 mm e são previstas manutenções periódicas da unidade habitacional feitas pelo usuário, particularmente quanto à pintura das paredes.

Foi feito ensaio para determinação da resistência de parede com painéis VIVER à ação de calor e choque térmico, conforme o Relatório de Ensaio ITT Performance n.º 0632/2014. Foi ensaiado um trecho de parede com 1190 mm de largura e 2450 mm de altura com uma junta no meio (junta entre dois painéis adjacentes de 595 mm de largura nominal cada). Após a execução de dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e choque térmico a parede não apresentou ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos e outros danos na face de incidência do calor, correspondente à fachada, nem deslocamento horizontal instantâneo superior a $h/300$, o que atende às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002 quanto ao requisito de resistência à ação de calor e choque térmico.

A manutenibilidade foi avaliada considerando o conteúdo do Manual de Uso, Operação e Manutenção do edifício, elaborado pelo proponente da tecnologia. Foram analisados, particularmente, os itens relativos aos elementos construtivos que compõem ou têm interferência com o sistema construtivo de painéis pré-moldados de concreto. No referido manual foram considerados períodos de vida útil de projeto, VUP, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 002, também sendo especificados os cuidados para a utilização e manutenção adequada do sistema construtivo, como periodicidade e itens a serem considerados na inspeção das peças estruturais de concreto, a sobrecarga máxima permitida, as cargas máximas permitidas para a fixação de peças suspensas, a periodicidade de renovação das pinturas sobre os painéis-parede, e a periodicidade para inspeção e substituição dos selantes. Portanto, considera-se que o conteúdo deste manual satisfaz às condições de manutenibilidade especificadas na DIRETRIZ SINAT Nº 002. Para cada empreendimento será elaborado Manual de Uso, Operação e Manutenção específico.

4.6 Segurança ao fogo

As paredes de concreto são compostas por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de incêndio ou de fumaça.

Para a avaliação técnica a DIRETRIZ SINAT Nº 002 considera que “(...) *as paredes de concreto armado, com seção maciça, destinadas a casas térreas geminadas, sobrados geminados e edifícios de até cinco pavimentos, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica não inferior a 2150 kg/m^3 e $25\text{MPa} \geq f_{ck} \geq 20\text{MPa}$) e espessura mínima de 10 cm, atendem ao critério (...)*” de 30 minutos de resistência ao fogo.

Assim, os painéis de parede da VIVER com espessura de 100 mm, se enquadram nas exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002 citadas acima e, portanto, atendem aos requisitos de estanqueidade a chamas, isolamento térmico e estabilidade estrutural, durante um período de 30 minutos.

As lajes especificadas no projeto (pré-lajes de concreto armado com 40 mm de espessura e complemento de concreto de 60 mm) têm potencial para atender ao critério de 30 minutos de resistência ao fogo, de acordo com o método de dimensionamento tabular proposto na ABNT NBR 15200:2004 e exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002.

Conclui-se, portanto, que as paredes com painéis estruturais pré-moldados de concreto armado da VIVER atendem às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002 quanto à segurança ao fogo.

5. Controle da qualidade

Foram feitas auditorias em obras executadas com a tecnologia de paredes constituídas de painéis pré-moldados de concreto armado para verificar se o controle da qualidade do processo de produção estava sendo aplicado conforme a DIRETRIZ SINAT Nº 002.

Nessas auditorias, foram verificados os seguintes aspectos de controle:

- Recebimento do concreto: resultados de ensaios de verificação da consistência e da resistência à compressão do concreto à 20 horas e aos 28 dias;
- Produção dos painéis: limpeza e controle geométrico das fôrmas, posicionamento e cobrimento das armaduras, lançamento do concreto, desenforma, cura, transporte e armazenamento;
- Recebimento dos painéis: identificação, tolerâncias dimensionais, aparência e eventual presença de falhas;
- Montagem dos painéis: ligação com fundação, travamento e alinhamento dos painéis, soldas, tratamento das juntas, acabamentos e interfaces com esquadrias e demais componentes.

Foram analisados também os documentos que comprovam o controle tecnológico do concreto e do graute e a rastreabilidade das informações. Cem por cento (100%) dos lotes de concreto (para painéis) entregues na obra são verificados quanto à consistência e a resistência à compressão, em duas idades: 20 horas e aos 28 dias. Esse controle total é feito por laboratório gerenciado pela construtora montado em canteiro-de-obra. A confiabilidade dos resultados de ensaios feitos em obra é verificada por laboratório de terceira parte, cuja amostragem considera ao menos 01 exemplar/pavimento/dia. O controle do graute é feito por pavimento (01 exemplar para cada pavimento), conforme produção.

Ainda foram realizadas cinco visitas técnicas a unidades finalizadas e em uso, para verificar o comportamento do sistema em uso. O resultado dessas visitas foi satisfatório.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pela VIVER no processo de produção e no produto final, incluindo análise dos resultados históricos do controle tecnológico do concreto e do graute.

6. Fontes de informação

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

6.1 Documentos da empresa

- Projetos arquitetônicos dos edifícios do empreendimento “Viver Bosque São José dos Pinhais”, em São José dos Pinhais-PR;
- Projetos de fôrmas e armaduras dos edifícios do empreendimento “Viver Bosque São José dos Pinhais”;
- Projeto estrutural da obra dos edifícios do empreendimento “Viver Bosque São José dos Pinhais”;
- Memorial descritivo dos edifícios do empreendimento “Viver Bosque São José dos Pinhais”;
- Relatórios de ensaios do concreto realizados no canteiro-de-obras;
- Relatórios de ensaios do concreto realizados em laboratório;
- Projeto executivo do sistema construtivo;
- Procedimentos para execução de serviços;

- Procedimentos para recebimento de materiais;
- Fichas de verificação de materiais e serviços;
- Manual de uso e operação do sistema (Manual do proprietário), elaborado pela Proponente da tecnologia para cada empreendimento.

6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório de Ensaio IPT n.º 982 718-203 – Medição de isolamento sonora (Fevereiro, 2009);
- Relatório de Ensaio IPT n.º 989 189-203 – Ensaio de resistência ao fogo (Janeiro, 2009);
- Relatório de Ensaio ITT Performance n.º 0632/2014 – Avaliação de sistema de vedação vertical externo (SVVE) em ação de calor e choque térmico (Fevereiro, 2015);
- Relatório Técnico IPT n.º 107 346-205 – Ensaios de compressão excêntrica em painéis estruturais pré-moldados de concreto armado (Novembro, 2008);
- Relatório Técnico IPT n.º 107 601-205 – Avaliação de desempenho térmico de sistema construtivo para as cidades de Belém, Porto Alegre e Curitiba (Novembro, 2008);
- Relatório Técnico IPT n.º 108 326-205 – Avaliação de desempenho de sistema construtivo constituído por painéis maciços pré-moldados de concreto armado para edifícios de até quatro pavimentos (Fevereiro, 2009);
- Relatório Técnico IPT n.º 116 655-205 – Auditoria técnica inicial para verificação do controle da qualidade na produção de sistema construtivo constituído por painéis maciços pré-moldados de concreto armado para edifícios de até quatro pavimentos (AUDITORIA Nº1) (Abril, 2010);
- Relatório Técnico IPT n.º 117 398-205 – Avaliação técnica complementar de sistema construtivo em painéis maciços de concreto, para execução de edifícios de até quatro pavimentos (Junho, 2010);
- Relatório Técnico IPT n.º 118 055-205 – Auditoria técnica complementar para verificação do controle da qualidade na produção de sistema construtivo constituído por painéis maciços pré-moldados de concreto armado para edifícios de até quatro pavimentos (AUDITORIA Nº2) (Agosto, 2010);
- Relatório Técnico IPT n.º 125 882-205 – Auditoria técnica para verificação do controle da qualidade na produção de sistema construtivo constituído por painéis maciços pré-moldados de concreto armado para edifícios de até quatro pavimentos (AUDITORIA Nº01 – MANUTENÇÃO DATEC) (Dezembro, 2011);
- Relatório Técnico IPT n.º 128 062-205 – Auditoria técnica para verificação do controle na produção do sistema construtivo constituído de painéis maciços pré-moldados de concreto armado, para emprego em edifícios de quatro pavimentos (AUDITORIA Nº 2 – MANUTENÇÃO DO DATEC) (Junho, 2012);
- Relatório Técnico IPT n.º 129 855-205 – Terceira auditoria técnica periódica, primeira de pós-ocupação, do sistema construtivo constituído de painéis maciços pré-moldados de concreto armado, para emprego em edifícios de quatro pavimentos (Outubro, 2012);
- Relatório Técnico IPT n.º 140 495-205 – Vistoria pós-entrega em unidades construídas com o sistema construtivo da Viver, constituído de painéis pré-fabricados maciços de concreto armado para edifícios de até quatro pavimentos (Setembro, 2014);
- Relatório Técnico IPT n.º 140 909-205 – Auditoria técnica na produção do sistema de paredes da VIVER, constituído de painéis pré-moldados maciços de concreto, para emprego em edifícios de quatro pavimentos, conforme DATEC Nº003 (Outubro, 2014).

6.3 Referências normativas

- ABNT NBR 15200:2004 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;
- ABNT NBR 15575-4:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
- DIRETRIZ SINAT Nº 002 – “Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais”, Revisão 01, publicada em julho de 2012.

7. Condições de emissão do DATec

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

- a) O Proponente, VIVER Incorporadora e Construtora S.A., 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, no mínimo nas condições de qualidade e desempenho que foram avaliadas no âmbito do 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 IPT e as diversas instâncias do SiNAT não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto do produto avaliado.

O Proponente, VIVER Incorporadora e Construtora S.A. compromete-se a:

- a) Manter o produto “*Painéis maciços pré-moldados de concreto armado para paredes da VIVER*”, seus materiais, componentes e o processo de produção alvo deste DATec no mínimo 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/construtora e ao usuário final.

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

O SINAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.