

 <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 pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes – Rossi</p> <p>Proponente ROSSI Residencial S.A. Av. Major Sylvio de Magalhães Padilha, nº 5200, Morumbi, São Paulo/SP, CEP: 05693-000 Home page: http://www.rossiresidencial.com.br Telefone: 11 4058-2000 e-mail: ivanalves@rossiresidencial.com.br</p>	 
<p>Emissão Junho de 2014</p> <p>Validade Maio de 2016</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 31/10/14, a Comissão Nacional, em sua reunião de 16/11/14, resolveu conceder aos “Painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes – Rossi” o Documento de Avaliação Técnica Nº 007A. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p>DATEC Nº 007-A</p>
<p>Limites da avaliação técnica dos “Painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes – Rossi”:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A avaliação contemplou o subsistema de paredes e para o atendimento da edificação como um todo à ABNT NBR 15575:2013, a avaliação deve ser complementada; • Para a avaliação dos painéis Rossi, considerou-se como elementos inovadores as paredes de painéis pré-moldados de concreto armado e suas interfaces com piso, esquadrias e cobertura, as juntas entre painéis e as juntas entre golas; • 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 cinco pavimentos; • O desempenho térmico foi avaliado para as oito zonas bioclimáticas, 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, bem como a realização 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, em um empreendimento habitacional, não foi observada infiltração de água. 		

1. Descrição do produto

Os painéis ROSSI destinam-se à construção de paredes para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. As paredes constituídas de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto e pelas ligações entre eles. Estão sendo consideradas ainda as interfaces entre painel e janela, e painel e instalações. A Figura 1 ilustra uma vista geral da montagem desses painéis em um pavimento-tipo.

A fabricação dos painéis é feita no canteiro-de-obras ou em unidade fabril. A moldagem dos painéis é feita na posição vertical, com fôrmas de aço, do tipo bateria, apoiadas sobre quadro metálico. As fôrmas são constituídas por chapas e perfis metálicos, parafusos e ganchos de travamento (Figura 2). Tais fôrmas podem ser movimentadas permitindo ajustes para fabricação de painéis de diferentes comprimentos. Empregam-se os seguintes equipamentos no processo de fabricação e montagem dos painéis: ponte rolante, guindaste ou grua.



Figura 1 – Vista geral da montagem dos painéis em um pavimento-tipo



Figura 2 – Vista geral das fôrmas de aço tipo bateria

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 ROSSI, na fase de projeto do edifício. 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 ROSSI 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.

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 10cm, 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:** o concreto utilizado na produção dos painéis é um concreto auto-adensável, com massa específica igual a $2.250\text{kg/m}^3 (\pm 50)$, resistência característica à compressão especificada (f_{ck}) de 25 MPa e consistência, por espalhamento, no mínimo igual a 600mm. O concreto utilizado nos painéis tem adição de fibras de polipropileno. A resistência mínima do concreto na desenforma, é de 8MPa, o que é obtido geralmente após 20 horas da concretagem. Após desenforma os painéis são transportados e armazenados para serem curados por meio de aspersão de água por um período mínimo de 48 horas; após esse prazo os painéis estão liberados para a montagem;
- c) **Armadura:** os painéis estruturais são constituídos por dois tipos de armadura: simples e centralizada, de telas L113 (malha 10cm x 30cm e fios de 3,8mm de diâmetro) ou dupla e constituída de duas telas Q61 (malha 15cm x 15cm e fios de 3,4mm de diâmetro), conforme projeto estrutural elaborado pela ROSSI para cada empreendimento específico. O cobrimento de concreto das armaduras é garantido pelo posicionamento de espaçadores plásticos nas telas, cinco espaçadores por metro quadrado. No caso de painéis com duas telas, o espaçamento entre as telas é garantido com o uso de separador tipo “caranguejo” em aço ($\varnothing=4,2\text{mm}$), com seis espaçadores por painel;
- d) **Painéis de laje:** as lajes são pré-moldadas, maciças de concreto armado de 9cm de espessura total. Os painéis de laje incorporam um ressalto (“gola”) nas bordas externas junto à fachada, o qual possui aproximadamente 7,5cm. A Figura 3 mostra um detalhe da armadura e do espaçador da “gola” para garantir o cobrimento adequado, e a Figura 4 mostra um esquema com as respectivas dimensões da gola. A resistência característica à compressão do concreto especificada é de 25 MPa. As lajes são apoiadas sobre os painéis de parede e em pontos localizados, sobre apoios de paredes internas, há rebaixos de 5cm de espessura que recebem a armadura negativa e um complemento de concreto (Figura 20 e Figura 21).

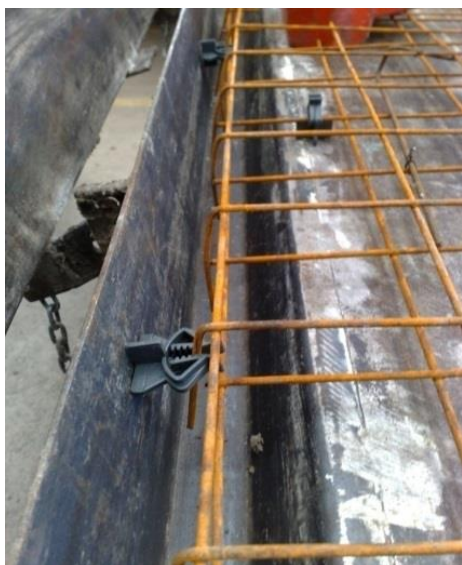


Figura 3 – Armadura e espaçador plástico da “gola”

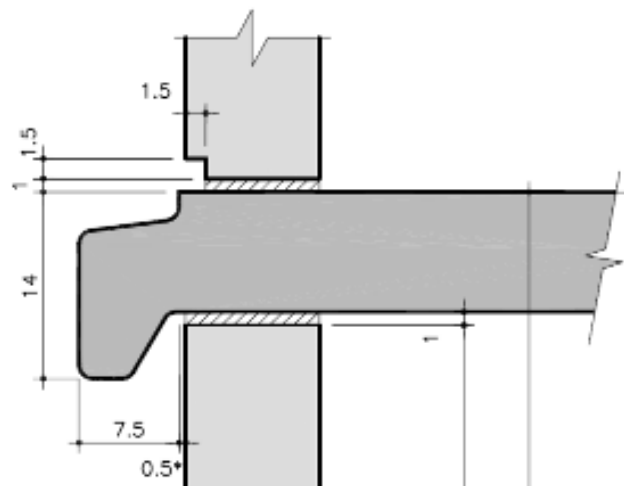
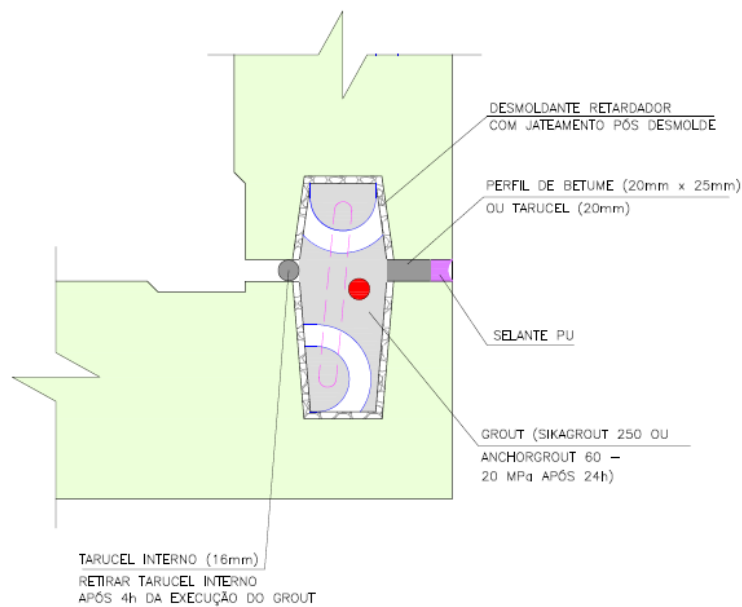
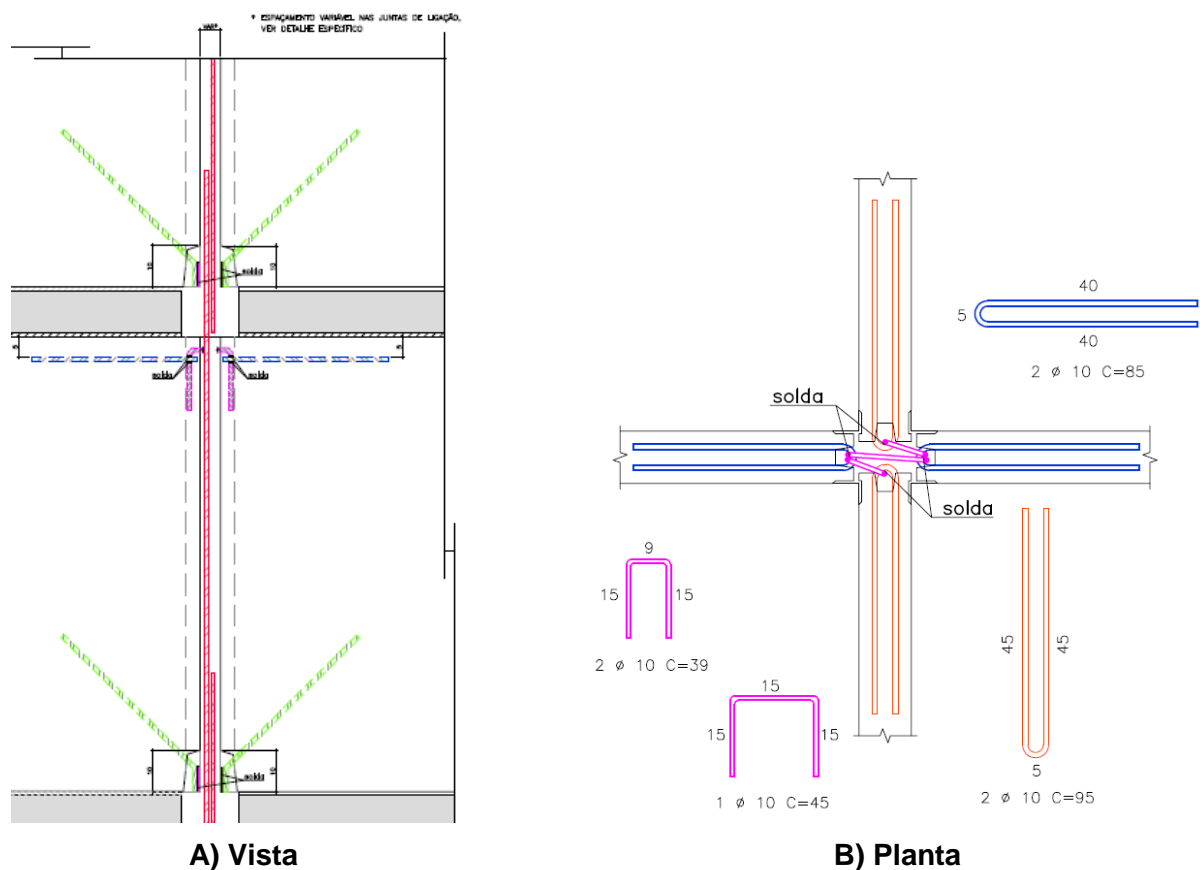


Figura 4 – Detalhe da “gola” na extremidade da laje (sem escala, dimensões em cm)

- e) **Ligações entre painéis de parede:** os painéis possuem rebaixos ao longo das bordas laterais e armaduras de ligação posicionadas em nichos nas extremidades superior (topo do painel) e inferior (base do painel) (Figura 5A). A armadura de ligação é constituída de duas barras de aço de 10mm de diâmetro (Figura 5B). As armaduras de ligação de cada painel são soldadas às armaduras verticais de arranque ligadas à fundação por meio de ganchos em “U” de 10mm de diâmetro, colocados no nicho do topo do painel (Figura 5B). Essas armaduras de arranque são barras de aço CA50 de 8mm de diâmetro. Posteriormente, a interface entre os painéis é preenchida com graute (Figura 5C);



C) Planta

Figura 5 – Esquema da ligação entre os painéis

- 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:** na Figura 6 apresenta-se um tratamento típico das juntas verticais entre os painéis, que consiste em:

- **Na face externa da parede:** colocação de fundo de junta (de espuma de polietileno ou perfil de betume) e aplicação de selante de poliuretano;
- **Na face interna da parede:** preenchimento com argamassa colante AC-III, após o grauteamento das juntas, e colocação de tela de poliéster e aplicação de emulsão acrílica, antes da pintura.

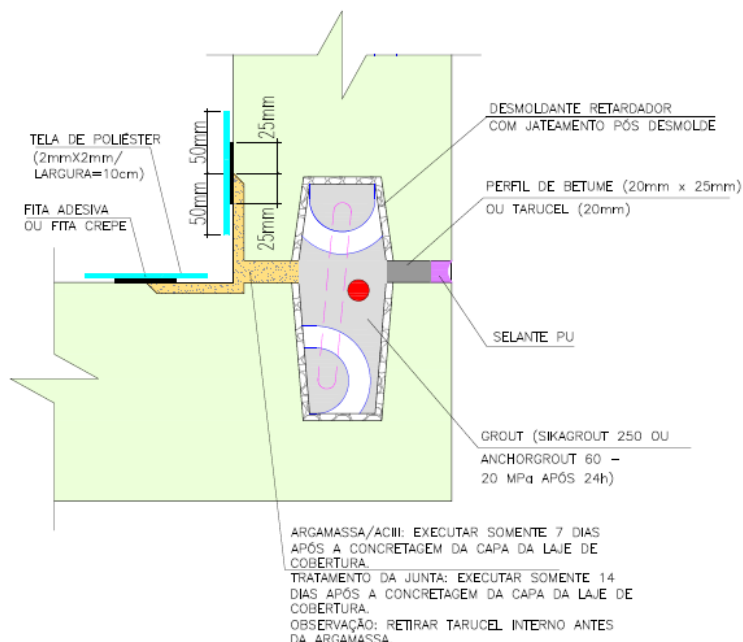


Figura 6 – Esquema da ligação e do tratamento das juntas entre painéis

- h) **Ligações entre painéis de parede e laje:** os painéis são assentados sobre as lajes com argamassa de cimento e areia, sendo as juntas horizontais entre painel e laje pré-moldada na região da gola tratadas com emulsão acrílica e tela de poliéster (malha de 2x2mm e 40g/m² de gramatura), conforme Figura 7. Esse tratamento é feito também no pavimento térreo na região da junta entre piso e painel;

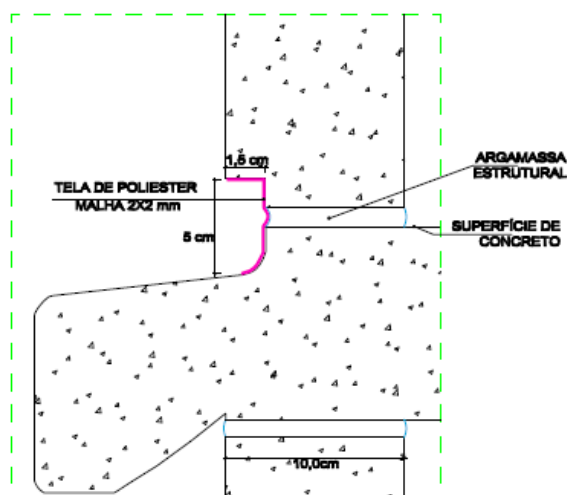


Figura 7 – Desenho esquemático do tratamento dado às juntas entre painéis e gola

- 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. Os tubos de queda de esgoto e as prumadas de água são posicionadas 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:** as janelas são fixadas lateralmente aos painéis por meio de parafusos. Os vãos possuem ressaltos como indicado na Figura 8. Complementarmente, a vedação da junta entre painel e janela é feita com selante de poliuretano;

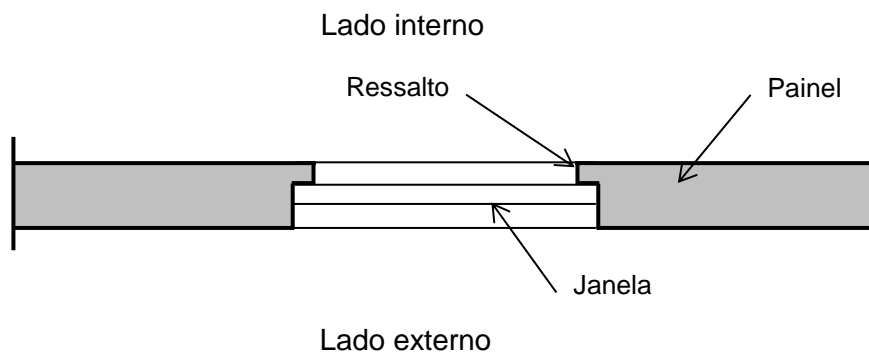


Figura 8 – Detalhe da interface entre o painel e a janela na fachada (sem escala)

- k) **Revestimento e acabamento do painel de parede:** as faces dos painéis podem receber pintura ou revestimento cerâmico.

3.2 Procedimento de execução

A sequência de atividades para fabricação e montagem dos painéis Rossi, apresentada a seguir, pôde ser constatada nas visitas técnicas e nas auditorias periódicas durante a vigência do DATec realizadas na unidade fabril em Sumaré-SP e em obras nas cidades de Sumaré-SP e Campinas-SP.

- a) Preparação das fôrmas: limpeza e aplicação de desmoldante;
- b) Preparação da armadura de cada painel, introduzindo também os separadores “caranguejo” entre telas, os espaçadores plásticos para garantir cobertura das armaduras, e os eletrodutos e caixas de elétrica. Para cada painel existe um desenho de armaduras específico. A armadura dos painéis é preparada em local específico (Figura 9) e depois, posicionada na fôrma metálica (Figura 10).



Figura 9 – Pré-montagem da armadura



Figura 10 – Montagem final da armadura na fôrma com espaçadores

- c) Verificação da conformidade das armaduras e seus cobrimentos com especificações de projeto;
- d) Fechamento e travamento das fôrmas metálicas de uma bateria;
- e) Lançamento do concreto nas fôrmas de uma mesma bateria (Figura 11);
- f) Desenforma (retirada das fôrmas), após 20 horas de concretagem e desde que o concreto dos painéis tenha resistência à compressão mínima de 8MPa, e estocagem dos painéis (Figura 12);



Figura 11 – Concretagem dos painéis



Figura 12 – Estocagem dos painéis

- g) Verificação da qualidade do painel concretado, conforme procedimento de controle específico, e execução de cura por aspersão de água por 48 horas;
- h) Transporte e posicionamento do painel. Os painéis são transportados com equipamento de transporte vertical, sendo montados sobre uma camada de argamassa (Figura 13). O posicionamento dos painéis é garantido pelo auxílio de escoras (Figura 14);



Figura 13 – Aplicação de argamassa



Figura 14 – Escoramento dos painéis

- i) Junção das armaduras de ligação de painéis adjacentes por meio de solda (Figura 15). Na execução dos painéis é aplicado desmoldante com retardador de pega na fôrma dos rebaxos laterais do painel e, após a desmoldagem, é feito jateamento com água para expor o agregado e melhorar a aderência do graute (Figura 16);

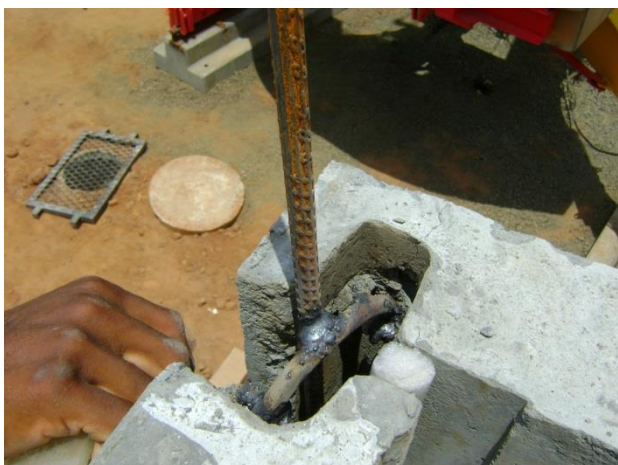


Figura 15 – Solda da ligação entre painéis



Figura 16 – Detalhe do rebaixo lateral

j) Colocação do fundo de junta (Figura 17) e aplicação do selante (Figura 18);



Figura 17 – Colocação do fundo de junta



Figura 18 – Aplicação de selante

k) Grauteamento das juntas entre painéis;

l) As janelas são encaixadas nos ressalto dos painéis (Figura 19), após o que é feita a aplicação de selante na fresta entre a janela e o painel;



Figura 19 – Ressalto no painel para encaixe da esquadria e acabamento

- m) Posicionamento das lajes pré-moldadas sobre as paredes constituídas de painéis estruturais pré-moldados de concreto armado, com auxílio de escoramentos em sua face inferior. São posicionadas as armaduras negativas e é feita a concretagem complementar dos rebaixos das lajes, conforme indicado nos projetos (Figura 20 e Figura 21);



Figura 20 – Borda rebaixada da laje com armadura negativa posicionada



Figura 21 – Concretagem complementar do rebaixo da laje

A Figura 22 mostra um edifício em execução com as paredes de painéis pré-moldados maciços de concreto armado.



Figura 22 – Edifício com emprego dos painéis pré-moldados de concreto para paredes ROSSI

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 igual ou maior que 25 MPa, conforme verificado nos ensaios de caracterização do concreto realizado em laboratório e nos ensaios de controle da qualidade realizados na obra auditada.

A configuração estrutural é dada pela composição das paredes estruturais que recebem as cargas verticais das lajes e as transmitem às fundações. As lajes são maciças e recebem um complemento de concreto sobre alguns apoios intermediários, o que confere a ligação com as paredes. As cargas de vento são transmitidas a todas as paredes através dos diafragmas rígidos compostos pelas lajes. A distribuição destas cargas horizontais, aliada à baixa altura da edificação, fornece as condições para que os esforços devidos ao vento não sejam tão significativos quanto ao dimensionamento dos elementos estruturais e das 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. Na Tabela 1, apresenta-se uma síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório.

Considerando a equação que dimensiona a resistência última (R_{ud}) apresentada na ABNT NBR 15575-2, determina-se para compressão excêntrica $R_{ud} = 544,4$ kN/m e considerando-se uma carga atuante de $P_{max} = 63$ kN/m, informada pela ROSSI para o projeto estrutural dos edifícios de até cinco pavimentos, aplicando-se um acréscimo de 30% devido à carga de vento e efeitos de segunda ordem, e utilizando-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.

Para cada empreendimento, a ROSSI deve elaborar projeto estrutural específico.

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	900**	> 1166,7
CP 2	1100**	> 1166,7
CP 3	1200**	> 1166,7
Média	1066,7**	> 1166,7
* Os corpos de prova não sofreram ruptura para a carga de 1166,7 kN/m, tendo sido a carga limite aplicada. ** Os painéis não sofreram fissuras, apenas danos na base do painel. Considerou-se essa respectiva carga como carga de primeira fissura para a avaliação do estado limite de serviço.		

Conforme 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 2.150kg/m^3 e $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$) e espessura mínima de 10cm, atendem aos critérios relativos a impactos de corpo mole e corpo duro, capacidade de fixação de peças suspensas e solicitações transmitidas por portas.

4.2 Estanqueidade à água

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

Considera-se que as paredes de painéis ROSSI satisfazem às condições de estanqueidade à água de chuva pelas características construtivas (paredes de concreto armado, com $f_{ck} = 25\text{MPa}$, e posterior aplicação de pintura) e pelas características do material de preenchimento das juntas entre painéis (graute). Além disso, o detalhe construtivo do ressalto, de aproximadamente 7,5 cm, nas extremidades das lajes pré-moldadas junto à fachada (gola) contribui para a obtenção da estanqueidade da fachada. A junta entre o painel e a laje é preenchida com argamassa e tratada com tela de poliéster e emulsão acrílica.

A forma de fixação das janelas (parafusos e vedação com selantes) satisfaz às condições de estanqueidade à água de chuva na região de interface entre painel e janela. Nas interfaces entre as paredes e as janelas prevê-se a colocação de materiais de vedação flexíveis que permitam a acomodação de deformações térmicas e estruturais e garantam a estanqueidade. A ROSSI especifica um ressalto na face interna do painel nos vãos de janelas, o que favorece a estanqueidade.

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 pintura ou revestimento cerâmico).

Com relação à estanqueidade à água das juntas (interfaces) entre painéis de parede e pisos internos e externos, os projetos de cada empreendimento devem prever caimentos do piso e diferença de cotas entre o piso externo e interno, e entre o piso do banheiro e do corredor para minimizar o contato da água do piso com a base da parede. Também prevê-se em projeto caimentos dos pisos de áreas molhadas e de pisos externos (calçadas ao redor da edificação) e diferença de cotas entre o piso externo e interno da edificação, bem como a diferença de cota entre pisos de áreas molhadas e áreas secas e molháveis.

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 as oito zonas climáticas brasileiras constantes da ABNT NBR 15220 e foi prevista a utilização de cobertura formada por laje de concreto de 9 cm de espessura e telhado de telhas cerâmicas.

Conclui-se que edifícios que sejam executados com os painéis Rossi para paredes têm potencial para apresentarem desempenho térmico mínimo no período de verão, desde que consideradas as

condições da Tabela 2. No período do inverno, é atendido o desempenho térmico mínimo em todas as situações consideradas.

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	Cor do acabamento externo das paredes de fachada			
	Condição padrão ^(a)	Com sombreamento ^(b)	Com ventilação ^(c)	Com sombreamento e ventilação
1	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor ^(d)
2	Claras	Qualquer cor ^(d)	Qualquer cor ^(d)	Qualquer cor ^(d)
3	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor ^(d)
4	Claras ou médias	Qualquer cor ^(d)	Qualquer cor ^(d)	Qualquer cor ^(d)
5	Não atende	Claras	Claras ou médias	Qualquer cor ^(d)
6	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor ^(d)
7	Claras ou médias	Qualquer cor ^(d)	Qualquer cor ^(d)	Qualquer cor ^(d)
8	Não atende	Não atende	Não atende	Clara

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);
- (d) Recomenda-se não utilizar cores excessivamente escuras.

4.4 Desempenho acústico

Foi realizado 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 10cm, conforme Relatório de Ensaio IPT n.º 1 011 533-203, obtendo-se o resultado de $R_w = 46\text{dB}$.

Tal valor deve ser considerado para análise da isolamento aérea da fachada, considerando também outros componentes construtivos como janelas, observando-se as exigências da ABNT NBR 15575-4:2013, como apresentado na Tabela 3.

Para as paredes cegas entre unidades privativas e áreas comuns, entre unidades habitacionais autônomas com ou sem ambiente dormitório, devem ser consideradas as exigências da ABNT NBR 15575-4:2013, conforme mostrado na Tabela 4.

Os valores de desempenho de isolamento acústico medidos em campo ($D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$) tipicamente são inferiores aos obtidos em laboratório (R_w). A diferença entre estes resultados depende das condições de contorno e execução dos elementos construtivos (ver ISO 15.712 e EM 12.354).

Comparando-se o resultado obtido no ensaio em laboratório, R_w de 46dB, 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.

Todavia, como o valor compulsório é o medido em campo, recomenda-se a realização de ensaios específicos de campo, para verificação do valor obtido para $D_{nT,w}$.

Tabela 3 – Síntese dos critérios de desempenho para fachadas e do resultado do ensaio de isolamento sonora em laboratório para painéis maciços

Classe de Ruído	Critério de desempenho mínimo, conforme NBR 15575:2013 – $D_{2m,nTw}$ (dB)	Valores mínimos de referência considerando ensaios em laboratório para a parede R_w (dB)
I	20	25
II	25	30
III	30	35

Tabela 4 – Síntese dos critérios de desempenho para paredes entre ambientes

Elemento	Critério de desempenho mínimo – $D_{nt,w}$ (dB)	Valor mínimo de referência para ensaios realizados em laboratório R_w (dB)
Parede entre unidades autônomas, de geminação, nas situações onde não haja ambiente dormitório	40	45
Parede entre unidades autônomas, de geminação, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45	50
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40	45
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos	30	35
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45	50
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades)	40	45

4.5 Durabilidade e Manutenibilidade

Foram feitas análises de projeto e ensaios para avaliar os requisitos considerados importantes para a durabilidade dos painéis em questão.

Verificou-se o consumo de cimento, 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 ROSSI empregam concreto com consumo mínimo de 300kg/m^3 de cimento, relação água/cimento $\leq 0,60$, que se enquadra na classe de concreto C25 e nas classes I e II de agressividade ambiental.

O cobrimento nominal (c_{nom}) para os painéis de parede é de 25mm, considerando Classe II de agressividade ambiental, $f_{ck}=25\text{ MPa}$, relação água/cimento $\leq 0,60$ e adotando-se $\Delta c = 5\text{ mm}$ (Δc = tolerância de execução para o cobrimento). 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, segundo normas técnicas pertinentes e DIRETRIZ SINAT Nº 002 considerar $\Delta c = 5$ mm. Nesse sentido, também para a classe I, com $\Delta c = 5$ mm, o cobrimento nominal (c_{nom}) é de 20 mm. Assim, considerando-se a espessura dos painéis, a espessura das telas empregadas e o uso dos espaçadores plásticos especificados, verifica-se que é adequado o cobrimento das armaduras dos painéis estruturais, tanto com a utilização de tela simples quanto com tela dupla (espaçadores de 25 mm), para as classes I e II de agressividade.

Do ponto de vista da durabilidade da estrutura de edifícios, particularizada para a resistência à corrosão das armaduras, conclui-se que os painéis Rossi satisfazem 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, tem cobrimento das armaduras de 25 mm e são previstas manutenções periódicas da unidade habitacional feitas pelo usuário, particularmente quanto à pintura das paredes.

Faz-se necessário a realização de ensaios de reatividade álcali-agregado (RAA) com os agregados utilizados na produção do concreto empregado nos painéis, nos diferentes canteiros-de-obras ou usinas, sempre que seja empregado agregado ainda não conhecido, de jazida diferente.

Foi feito ensaio para determinação da resistência de parede com painéis ROSSI à ação de calor e choque térmico, conforme Relatório IPT nº 1 063 802-203. Foi ensaiado um trecho de parede com 2415 mm de largura e 2700 mm de altura com restrição de movimentação lateral e com uma junta no meio (junta entre dois painéis adjacentes de 1200 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. Foram também realizados dois ensaios de estanqueidade à água no trecho de parede utilizado para o ensaio de choque térmico, antes e após o término desse ensaio. Os resultados dos ensaios de estanqueidade à água atendem aos critérios estabelecidos na DIRETRIZ SINAT Nº 002.

A manutenibilidade foi avaliada considerando-se 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 os 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 dos painéis para parede, incluindo a definição de cronogramas para inspeção e a previsão de procedimentos e periodicidade de pintura dos painéis e inspeção e substituição dos selantes. Portanto, considera-se que o conteúdo desse Manual satisfaz às condições de manutenibilidade especificadas na DIRETRIZ SINAT Nº 002. Para cada empreendimento será elaborado Manual de Uso, Operação e Manutenção específico.

O proponente da tecnologia informou que a vida útil de projeto (VUP) do selante de poliuretano empregado no tratamento das juntas entre painéis (lado externo) é de 10 (dez) anos. A cada dois anos recomenda a realização de inspeções na fachada visando à identificação de eventuais falhas e a necessidade de execução de reparos localizados. Cuidados devem ser tomados para não ocasionar danos ao material empregado como fundo de junta. A cada 10 (dez) anos é recomendada a substituição completa do selante, a ser feita por empresa especializada. Como o proponente recomenda repintura da fachada a cada 5 (cinco) anos, a substituição do selante pode ser programada periodicamente junto com a repintura da fachada.

4.6 Segurança ao fogo

As paredes de concreto são compostas 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 inerente a edifícios de até cinco pavimentos.

Foi realizado ensaio laboratorial de resistência ao fogo, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 002, com painel de parede com espessura de 10cm. Os resultados demonstraram que esse painel atende aos requisitos de estanqueidade a chamas, isolamento térmico e estabilidade estrutural, durante um período de 30 minutos.

As lajes especificadas no projeto (lajes maciças de concreto de 9 cm de espessura total e complemento de 5 cm de espessura em pontos localizados ao longo das bordas sobre apoios de paredes internas) 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 – ROSSI – atendem às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002 quanto à segurança ao fogo.

5. Controle da qualidade

Foram feitas auditorias na unidade de produção e em obra executada com os painéis Rossi para paredes, para verificar se o controle da qualidade do processo de produção estava sendo aplicado conforme a DIRETRIZ SINAT Nº 002. Na auditoria inicial realizada pelo IPT, os aspectos de controle descritos a seguir foram verificados. Tais aspectos devem ser continuamente controlados pelo proponente da tecnologia.

- Recebimento de materiais e componentes (armaduras e concretos – ensaios de verificação da consistência e da resistência à compressão do concreto na idade de desenforma e aos 28 dias);
- Sequências e qualidade das etapas de produção (limpeza e controle geométrico das fôrmas; posicionamento e cobrimento das armaduras; lançamento do concreto; desenforma; cura; transporte e armazenamento);
- Recebimento dos painéis após desenforma (identificação, tolerâncias dimensionais, aparência, e eventual presença de falhas);
- Sequência e qualidade da montagem dos painéis em canteiro de obras (por exemplo, ligação com fundação, travamento e alinhamento dos painéis, soldas, tratamento das juntas, acabamentos e interfaces com esquadrias e demais componentes).

Os controles são baseados em documentos técnicos que prevêm controle da qualidade dos projetos, do recebimento de materiais, da fabricação e recebimento dos painéis pós fabricação e da montagem dos painéis. A proponente da tecnologia é responsável pelo desenvolvimento desses documentos técnicos de controle e pela sua aplicação durante a execução das obras, o que foi constatado na obra auditada.

Foram analisados também os documentos que comprovam o controle tecnológico do concreto e do graute e a rastreabilidade das informações. Cem por cento dos lotes de concreto entregues na obra são verificados quanto à consistência e resistência à compressão, nas idades: 20 horas, 3 dias e 28 dias. Esse controle é feito por laboratório próprio (laboratório gerenciado pela construtora montado na unidade fabril). O laboratório próprio da Rossi é dotado de prensa com certificado de calibração do Inmetro e mensalmente são realizados ensaios comparativos de ruptura de corpo de prova com laboratório externo credenciado. O controle do graute é feito em laboratório próprio ou terceirizado com no mínimo um exemplar aos 28 dias por torre.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pela ROSSI 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 e memoriais do empreendimento “Condomínio Águas Claras”, em Campinas-SP;
- Fichas do sistema de controle do processo produtivo do sistema de painéis;
- Relatórios de ensaios de controle da resistência do concreto das paredes e lajes;
- Procedimentos de execução do sistema construtivo;
- Procedimentos para recebimento, inspeção e armazenamento de materiais e ensaios de materiais;
- Manual de uso e manutenção do sistema (Manual do proprietário), elaborado pela Proponente da tecnologia para cada empreendimento.

6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico IPT nº 136 970-205 – Quarta auditoria técnica periódica do sistema construtivo da ROSSI, constituído de painéis pré-fabricados maciços de concreto armado para edifícios de até cinco pavimentos: auditoria pós-entrega – Relatório de Auditoria (Março, 2014);
- Relatório Técnico IPT nº 133 567-205 – Terceira auditoria técnica periódica na produção do sistema construtivo da ROSSI, constituído de painéis pré-fabricados maciços de concreto armado para edifícios de até cinco pavimentos – Relatório de Auditoria (Julho, 2013);
- Relatório Técnico IPT nº 131 201-205 – Segunda auditoria técnica periódica na produção do sistema construtivo da ROSSI, constituído de painéis pré-fabricados maciços de concreto armado para emprego em edifícios de até cinco pavimentos – Relatório de Auditoria (Dezembro, 2012);
- Relatório Técnico IPT nº 128 941-205 – Primeira auditoria técnica periódica na produção do sistema construtivo da ROSSI, constituído de painéis pré-fabricados maciços de concreto armado para emprego em edifícios de até cinco pavimentos – Relatório de Auditoria (Julho, 2012);
- Relatório Técnico IPT nº 121 495-205 – Auditoria técnica inicial na produção do sistema construtivo constituído de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Relatório de Auditoria (Abril, 2011);
- Relatório Técnico IPT nº 118 159-205 – Avaliação técnica de sistema construtivo constituído de paredes de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – RTA (Setembro, 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 116 354-205 – Avaliação de desempenho térmico de edificação habitacional com cinco pavimentos, composta por sistema construtivo em concreto, nas oito zonas bioclimáticas brasileiras (Março, 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 116 945-205 – Ensaios de compressão excêntrica de painéis de parede de concreto armado (Maio, 2010);
- Relatório de ensaio IPT nº 1 063 802-203 – Verificação de sistema de vedação vertical externa quanto à resistência à ação do calor e choque térmico e à estanqueidade à água (Outubro de 2014);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 011 533-203 – Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural (Julho, 2010);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 009 048-203 – Medição de isolamento sonora (Maio, 2010).

6.3 Referências normativas

- ABNT NBR 15200:2004 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;
- ABNT NBR 15270-2:2005 – Componentes cerâmicos – Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos;
- 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, Rossi Residencial 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 avaliados 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, Rossi Residencial S.A., compromete-se a:

- a) Manter o produto “*Painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes – Rossi*”, 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.