



Av. Prof. Almeida Prado, 532  
Cidade Universitária - Butantã  
CEP 05508-901  
São Paulo - SP  
Tel: (11) 3767-4164  
Fax: (11) 3767-4961  
lcs@ipt.br / www.ipt.br

Produto

**Paredes maciças moldadas no  
local de concreto leve com  
polímero e armadura de fibra de  
vidro protegida com poliéster –  
HOBRAZIL**

Proponente

**HOBRAZIL Sistema Construtivo Ltda.**

Rua José Sierra, 173 A, São José dos Campos, SP  
CEP 12.238-571, Tel: (12) 3933-6341

Home page: <http://www.hobrazil.com.br>

e-mail: [hobrazil@hobrazil.com.br](mailto:hobrazil@hobrazil.com.br)



**SINAT**

**Emissão:**  
**junho de 2014**

**Validade:**  
**maio de 2016**

*Considerando a avaliação técnica inicial coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, para a concessão do DATec Nº 005, as auditorias técnicas realizadas no período de validade do DATec Nº 005 e a decisão do Comitê Técnico, de 1905/2014, a Comissão Nacional, em sua reunião de 09/06/2014, resolveu conceder ao produto da HOBRAZIL a renovação e a extensão do Documento de Avaliação Técnica Nº 005A. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de unidades habitacionais térreas e sobrados, isolados e geminados, casas sobrepostas e unidades multifamiliares de até dois pavimentos, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.*

**DATec**  
**Nº 005-B**

Limites da avaliação técnica das paredes maciças moldadas no local de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro protegida com poliéster:

- Para a avaliação do produto considerou-se como elementos inovadores as paredes estruturais, moldadas no local, de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro protegida com resina de poliéster;
- Os componentes e elementos convencionais devem atender às normas técnicas correspondentes e foram analisados apenas no caso em que se observou interface com as paredes e influência no desempenho do produto;
- A avaliação foi realizada considerando o emprego das paredes em unidades habitacionais unifamiliares isoladas e geminadas, tanto térreas quanto sobrados, casas sobrepostas e unidades multifamiliares de dois pavimentos, limitadas a pavimento térreo mais pavimento superior; caso necessário, análises complementares poderão ser realizadas para a edificação como um todo, considerando a ABNT NBR 15575:2013;
- O desempenho térmico foi avaliado para as zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 4 e 7, representadas, respectivamente, pelas cidades de Curitiba-PR, São Lourenço-MG, São Paulo-SP, Brasília-DF e Cuiabá-MT; sendo considerado para esta avaliação cobertura com laje de forro de concreto de 100mm e telhas cerâmicas ou de concreto;
- A avaliação do desempenho acústico limitou-se à verificação das paredes cegas, seja mediante ensaios em laboratório, seja mediante ensaio de campo (parede dupla de separação entre unidades). Assim, as esquadrias externas devem apresentar isolamento sonora adequada para garantir o desempenho acústico das paredes de fachada;
- A estanqueidade à água da fachada foi avaliada em projeto, sem análise específica da estanqueidade à água das esquadrias externas;
- A análise da durabilidade compreendeu a avaliação de dois requisitos considerados importantes para o produto: a resistência da parede ao choque térmico e a resistência da armadura de fibra de vidro protegida com resina de poliéster ao ataque alcalino, em ensaio acelerado.

As paredes HOBRAZIL são maciças, moldadas no local com concreto leve produzido com aditivo polimérico, e armadas com telas de fibra de vidro tipo Álcali Resistente – AR, cujos fios são protegidos com resina poliéster.

O processo de produção da edificação com as paredes da HOBRAZIL caracteriza-se por ciclos de produção que compreendem, basicamente, as seguintes etapas:

- 1º Montagem das fôrmas e da armadura;
- 2º Posicionamento de componentes das instalações hidráulica e elétrica nas paredes e dos gabaritos para a determinação de vãos de portas e janelas; no caso de instalações hidráulicas há critérios específicos no item 3 deste DATec;
- 3º Moldagem ou concretagem das paredes;
- 4º Desenforma;
- 5º Execução da laje de forro e da cobertura, ou execução da laje de piso;
- 6º Execução das paredes do segundo pavimento, no caso de sobrados, casas sobrepostas e edificações multifamiliares de dois pavimentos;
- 7º Execução da laje de forro e da cobertura, no caso de sobrados, casas sobrepostas e edificações multifamiliares de dois pavimentos;
- 8º Colocação das esquadrias, execução dos revestimentos, dos acabamentos e conclusão das instalações.

A Figura 1 mostra duas das etapas citadas anteriormente: a parede desenformada de uma unidade térrea (Figura 1A) e a montagem das fôrmas das paredes superiores de um conjunto de casas sobrepostas (Figura 1B).



(A)



(B)

**Figura 1 – Vista de unidade após desenforma e da montagem das fôrmas das paredes superiores de casas sobrepostas**

## 1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Paredes maciças de concreto leve armadas com telas de fibra de vidro tipo AR protegida com resina poliéster. As paredes, tanto internas quanto externas, possuem 100mm de espessura. Em casas e sobrados geminados a separação entre unidades é composta de duas paredes independentes de 100mm de espessura cada uma, configurando-se duas unidades habitacionais contíguas independentes. No caso de casas sobrepostas e edificações multifamiliares de dois pavimentos há a possibilidade de adotar duas paredes independentes de 100mm de espessura, cada uma, ou uma parede de 200mm de espessura.

A fundação é determinada para cada local de implantação das unidades habitacionais, considerando pareceres de profissionais habilitados em geotecnia e fundações, de acordo com o projeto de fundações. Em qualquer caso as paredes são apoiadas à fundação de forma contínua ao longo de todo o seu comprimento.

O concreto utilizado na produção das paredes possui massa específica aproximada de  $1.900 \text{ kg/m}^3$  e resistência característica à compressão de 15 MPa.

A tela de fibra de vidro tipo AR, protegida com resina poliéster, utilizada como armadura das paredes, possui malha quadrada de 150mm, com fios retangulares de 4mm x 2mm.

A armadura de telas de fibra de vidro é colocada de forma centralizada em relação à espessura das paredes, em posições pré-determinadas, conforme cada projeto específico. Em geral, são colocadas nas bases e na faixa de respaldo das paredes, nos encontros entre paredes, ao redor dos vãos de portas e janelas e em vergas e contra-vergas.

As fôrmas utilizadas para a moldagem das paredes podem ser constituídas por painéis de aço ou alumínio.

As lajes podem ser maciças de concreto de 100mm de espessura ou pré-lajes de concreto armado de 35mm de espessura e capeamento de concreto de 65mm, resultando em 100mm de espessura total. Em ambos os casos é utilizado concreto convencional.

A cobertura é constituída de laje de forro de 100mm (laje maciça ou pré-laje de concreto), estrutura de madeira ou estrutura metálica e telhas cerâmicas ou de concreto.

A avaliação técnica não contemplou elementos e componentes convencionais, como fundações, pisos, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas, esquadrias e revestimentos, dentre outros. Ressalta-se que devem ser atendidas as respectivas normas técnicas brasileiras.

### 1.1 Condições e limitações de uso

As paredes HOBRAZIL destinam-se à unidades habitacionais unifamiliares térreas, isoladas e geminadas, sobrados unifamiliares isolados e geminados, casas sobrepostas e edificações multifamiliares de até dois pavimentos (térreo mais pavimento superior), em que as paredes de concreto leve são estruturais, não podendo ser demolidas total ou parcialmente. Qualquer modificação em paredes e lajes de concreto armado, como abertura de vãos e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas, deve ser previamente acordada com a HOBRAZIL, na fase de projeto da edificação. Os cuidados na utilização constam do Manual de Operação, Uso e Manutenção (Manual do Proprietário), elaborado pela HOBRAZIL para cada empreendimento.

## 2. DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA

A avaliação técnica foi conduzida de acordo com a DIRETRIZ SINAT Nº 001 – “Diretriz para Avaliação Técnica de sistemas construtivos em paredes de concreto armado moldadas no local”, Revisão 02, de agosto de 2011.

## 3. INFORMAÇÕES E DADOS TÉCNICOS

### 3.1 Principais materiais, componentes, elementos e equipamentos

- a) **Concreto:** o concreto empregado nas paredes é produzido com cimento, areia, brita, água, fibra de náilon (comprimento de 19mm), com consumo de  $350 \text{ g/m}^3$  e aditivo polimérico. Possui massa específica, aproximada, de  $1.900 \text{ kg/m}^3$  e resistência característica à compressão  $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ . A resistência mínima, na desenforma a 12 horas, é de 1,0 MPa. Quando se utiliza concreto usinado, parte-se de um concreto convencional, com 25 MPa e abatimento de  $100\text{mm} \pm 20\text{mm}$ , que, após a mistura do aditivo polimérico, terá as características citadas anteriormente e abatimento de  $200\text{mm} \pm 20\text{mm}$ . O concreto empregado nas lajes possui  $f_{ck}$  especificado em projeto de 25 MPa;

- b) **Aditivo polimérico:** aditivo HO 200, à base de estireno butadieno e tensoativos, com ação plastificante, de incorporação de ar e de proteção da armadura (fibra de vidro e resina poliéster) contra o ataque alcalino do concreto, caracterizado com pH entre 5,8 e 7,0, teor de sólidos entre 37,4% e 39,5%, massa específica entre 1,12 g/cm<sup>3</sup> e 1,13 g/cm<sup>3</sup> e teor de íons cloreto entre 0,5% e 0,6%, conforme Relatório de Ensaio IPT nº 980 109-203;
- c) **Armadura:** a armadura de fibra de vidro e resina poliéster possui fios de seção retangular de 4mm x 2mm, produzidos pelo processo de pultrusão. A resistência média à tração dos fios de armadura, obtida em ensaios, foi de 805,6 MPa, conforme Relatório Técnico IPT nº 117 848-205;
- d) **Elementos estruturais e de vedação:** as paredes estruturais, internas e externas das unidades habitacionais bem como as lajes, possuem 100mm de espessura. Já para as paredes divisórias entre unidades habitacionais geminadas, são previstas duas possibilidades:
- Parede maciça de 200mm de espessura, em sobrados, casas sobrepostas e edificações multifamiliares de dois pavimentos, em um mesmo bloco, como indicado na Figura 2;
  - Duas paredes independentes de 100mm de espessura cada uma, em casas térreas geminadas, sobrados, casas sobrepostas e edificações multifamiliares de dois pavimentos, quando em blocos independentes, como mostrado na Figura 3.

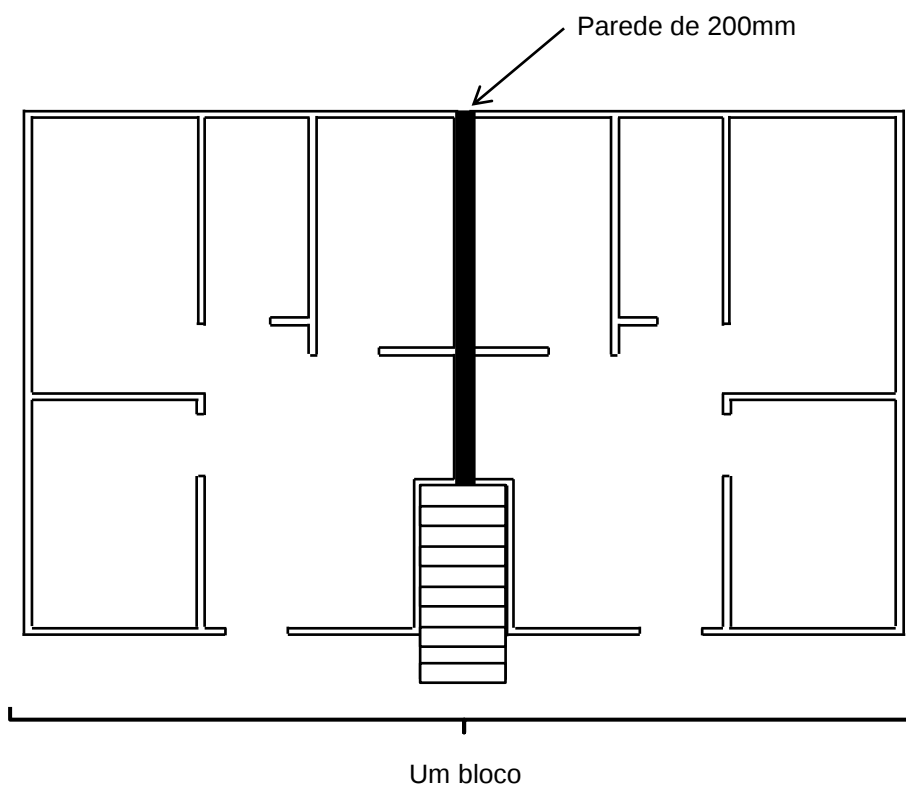
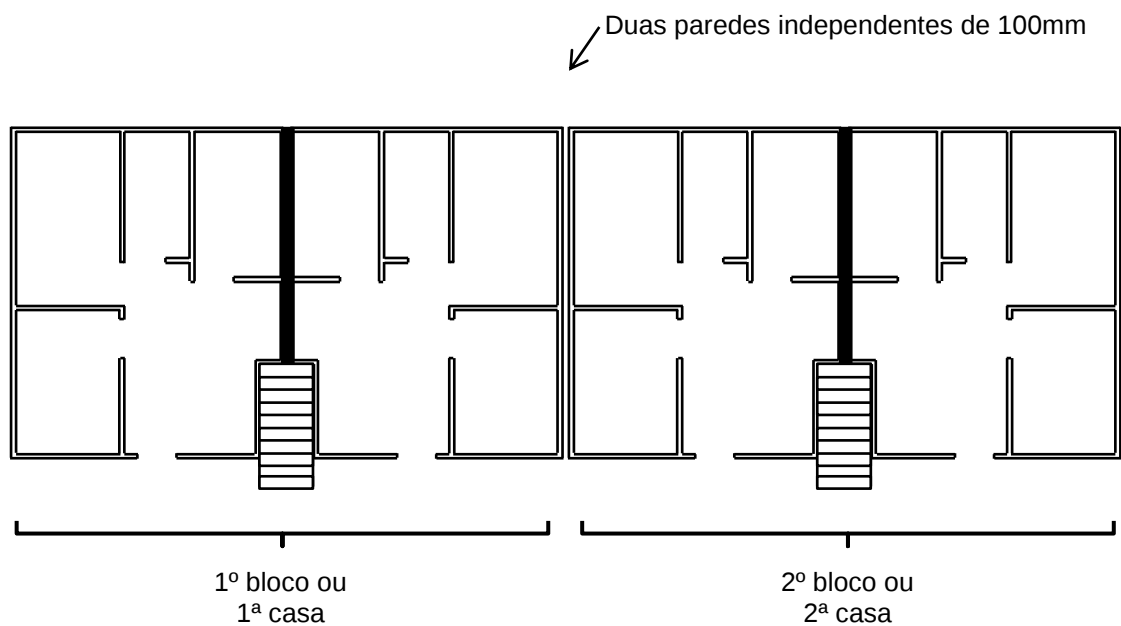


Figura 2 – Parede de geminação de 200mm em unidades de um mesmo bloco



**Figura 3 – Duas paredes de geminação independentes de 100mm entre dois blocos**

- e) **Fôrmas:** as fôrmas são constituídas por painéis estruturados de aço ou alumínio, fixados por meio de chapas de aço passantes, que atuam como tirantes (tensores) e impedem a abertura da fôrma durante a concretagem. Na Figura 4 mostra-se a utilização de fôrma de alumínio para casas térreas (Figura 4A) e para sobrados geminados (Figura 4B) e na Figura 5, o detalhe dos tensores;

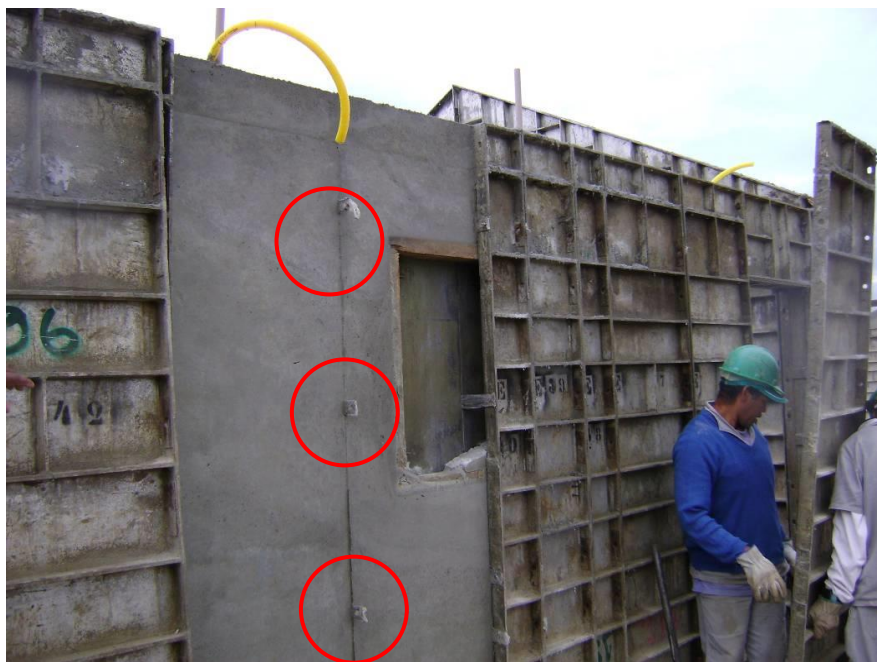


(A)



(B)

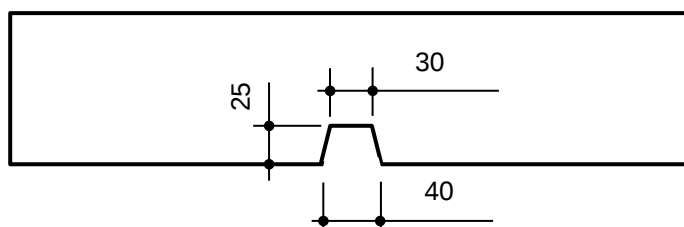
**Figura 4 – Vista geral das fôrmas**



**Figura 5 – Chapas metálicas (tensores) de travamento dos painéis de fôrma**

- f) **Revestimentos e acabamentos:** os revestimentos das paredes internas de áreas molháveis e molhadas (cozinha, banheiro e área de serviço) são constituídos de placas cerâmicas, aplicadas com argamassa colante tipo AC I diretamente sobre a parede de concreto. No banheiro, o revestimento cerâmico é aplicado até 1,80m de altura no box e 1,50m nas demais paredes. Na cozinha as placas cerâmicas são assentadas em toda a parede onde está instalada a pia, do piso ao teto. Nas paredes e tetos de áreas secas e nas paredes das áreas molháveis, que não recebem revestimento cerâmico, aplica-se textura acrílica. O revestimento de piso é de placas cerâmicas. As paredes externas também são revestidas com textura acrílica após a aplicação de “estucamento”;
- g) **Argamassa de “estucamento”:** as paredes recebem “estucamento” logo após a desenforma, que consiste na aplicação de uma argamassa para o tamponamento dos furos deixados pelos tensores e correção da porosidade superficial do concreto. Essa argamassa é constituída de argamassa colante ACII preparada com uma solução de aditivo HO 100 e água na proporção de uma parte de aditivo para cinco partes de água. Esta argamassa, em razão do acabamento superficial necessário, pode ser substituída por uma pasta de cimento;
- h) **Equipamentos:** o principal equipamento utilizado no processo de produção é o conjunto misturador e bomba de concreto, empregado com a dupla função de misturar e lançar o concreto nas fôrmas, quando se utiliza concreto produzido na obra. Caso o concreto seja produzido em central utiliza-se uma bomba convencional. Os demais equipamentos são manuais;
- i) **Parede e esquadrias:** a fixação das janelas de aço ou de alumínio é feita por meio de parafusos e buchas. A interface entre o marco da janela e a parede é preenchida com argamassa colante AC-II aditivada com resina acrílica HO 100 antes da fixação da janela;
- j) **Parede e instalações:**
  - As tubulações de água com DN20 e os eletrodutos são embutidos nas paredes; no caso de tubulações de água é considerada redução de seção no projeto estrutural;
  - O comprimento máximo da tubulação horizontal de DN20 embutida na parede é de 1,0m e esse trecho de parede é considerado não estrutural, à semelhança da exigência constante da ABNT NBR 16055:2012;

- No caso de registros embutidos na parede, é especificada pela HOBRAZIL a utilização de *kits* formados pelo registro, conexões e um trecho de tubo de PVC. Esses kits são conectados à tubulação principal com luvas e anéis de vedação de forma a facilitar a substituição em caso de manutenção. O kit com o registro pode ser removido, deslizando as luvas na tubulação existente; para tanto, há necessidade de um “rasgo” na parede de aproximadamente 70mm de largura e 400mm de altura na região do registro;
- As tubulações de esgoto de DN100 e DN75 são posicionadas em shafts ou externamente às paredes;
- Os tubos de gás são colocados em rebaixos deixados nas paredes por meio de negativos nas fôrmas, como indicado esquematicamente na Figura 6;
- A passagem da tubulação de água fria DN20 de um pavimento para outro é feita com auxílio de tubo guia evitando contato direto com o concreto.



**Figura 6 – Rebaixo na parede para embutimento de tubulação de gás (dimensões em mm, sem escala)**

### 3.2 Procedimentos de execução

As etapas de execução das paredes, apresentadas a seguir, foram observadas nas visitas técnicas realizadas às obras dos seguintes empreendimentos:

- Residencial Liberdade III, em Pindamonhangaba – SP, de responsabilidade da construtora Predial Suzanense;
  - Condomínio Residencial Zaira Pupin, em Batatais-SP, de responsabilidade da construtora Modulus;
  - Condomínio Residencial Parque das Hortências I, em Pindorama-SP, de responsabilidade da construtora Construnelli;
  - Condomínio Benedito Capeleto, em Taubaté-SP, de responsabilidade da construtora Predial Suzanense.
- a) Após a execução da fundação, no caso da obra analisada, constituída de radier, procede-se à marcação da posição das paredes. Para isso utiliza-se um quadro metálico, que também tem a função de determinar o esquadro das paredes externas (Figura 7);
  - b) Os painéis de fôrma são limpos (Figura 8 A e B) e é aplicado desmoldante com pulverizador (Figura 9A) ou rolo (Figura 9B);



**Figura 7 – Quadro metálico para a marcação das paredes posicionado sobre o radier**



**(A)**

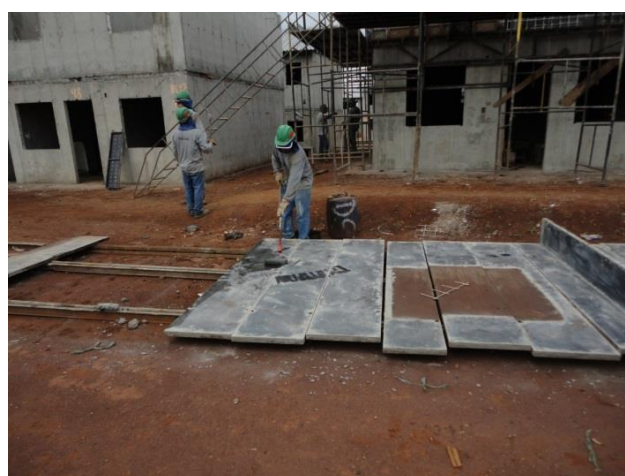


**(B)**

**Figura 8 – Limpeza dos painéis de fôrma**



**(A)**



**(B)**

**Figura 9 – Aplicação de desmoldante no painel de fôrma**

- c) Em seguida, são posicionadas as caixas elétricas, os eletrodutos, os negativos de vãos de portas e de janelas e as telas da armadura de fibra de vidro em posições pré-determinadas em projeto. Em geral, as telas da armadura são colocadas nas bases das paredes, nos encontros entre paredes, na altura de respaldo das paredes e ao redor dos vãos de portas e janelas, tanto na vertical como em vergas e contravergas. Nos cantos das aberturas também são colocadas telas a 45° (Figura 10);



**Figura 10 – Montagem da armadura, eletrodutos e negativo de janela (obs.: ainda falta a colocação da tela no lado direito da janela)**

- d) É possível fazer-se a montagem prévia das telas de armadura, às quais se fixam os eletrodutos e caixas elétricas, anteriormente à montagem das fôrmas. Para isso a HOBRAZIL especifica a utilização de barras de armadura verticais de 8mm x 4mm que permitem a estruturação da armadura até a montagem das fôrmas (Figura 11).



**Figura 11 – Telas de armadura em processo de montagem**

- e) Utilizam-se espaçadores plásticos (com cobrimento especificado de 40mm) na armadura, para evitar o seu contato com a face da fôrma (Figura 12);



(A)



(B)

**Figura 12 – Espaçadores plásticos empregados na armadura**

- f) Na ligação entre paredes a 90°, em “T” ou em cruz, são utilizadas peças de armadura de reforço em “L”. Estas peças possuem 700mm de comprimento total e lados de 350mm e são posicionadas, no máximo, a cada 30cm;
- g) Para a ligação entre os pavimentos de sobrados, casas sobrepostas e edificações multifamiliares de dois pavimentos utiliza-se uma tela adicional, também de malha 150mm, com 450mm de largura e fios de 5mm x 3mm ao longo de todo o comprimento das paredes externas. Na Figura 13A ilustra-se a tela de ligação em casas sobrepostas antes da montagem da pré-laje e na Figura 13B com a laje maciça já concretada. Essa ligação implica em um traspasse aproximado de 150mm, tanto para a parede inferior quanto para a parede superior;



(A)



(B)

**Figura 13 – Tela de ligação entre dois pavimentos em sobrados**

- h) Concluída a montagem das fôrmas e da armadura, é feita a concretagem. O concreto é lançado com bomba diretamente nas fôrmas. Quando se utiliza concreto produzido em obra, a medida das quantidades de cimento e de fibras é feita em massa, dos agregados e da água, em massa ou volume, e do aditivo, em volume. Para a medida das quantidades de agregados em volume utilizam-se padiolas metálicas (Figura 14). A mistura e o lançamento são feitos com misturadora e bomba de eixo horizontal (Figura 15).



**Figura 14 – Padiolas para o proporcionamento dos agregados**



**Figura 15 – Equipamento para mistura e lançamento do concreto**

- i) A desenforma das paredes é feita após 12 horas da concretagem, desde que a resistência seja igual ou superior a 1 MPa. Logo após a desenforma, os furos deixados pelas barras de ancoragem das fôrmas e as possíveis falhas de concretagem são recuperadas com argamassa constituída de argamassa colante AC-II, preparada com uma solução de aditivo HO 100 e água na proporção de uma parte de aditivo para cinco partes de água.
- j) Em seguida, colocam-se as pré-lajes e os escoramentos e procede-se à concretagem da laje e, para o caso de casas térreas, executa-se a cobertura; no caso de sobrados, casas sobrepostas e edificações de dois pavimentos (térreo + um) são executadas as paredes do segundo pavimento, antes da laje de forro e da cobertura.

## **4. AVALIAÇÃO TÉCNICA**

A avaliação técnica do produto da HOBRAZIL foi reconduzida conforme a DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02, de agosto de 2011, a partir da análise de projetos e especificações técnicas, ensaios em laboratório e em campo, visitas e auditorias técnicas em unidades habitacionais em execução e já concluídas e demais avaliações que constam do DATec 005 e dos Relatórios do IPT, citados no item 6.2.

### **4.1 Desempenho estrutural**

Foram feitos ensaios de impacto de corpo mole e de peças suspensas, conforme o Relatório de Ensaio IPT nº 999.310-203 e Relatório de Ensaio IPT nº 999 309-203 e não foram verificadas ocorrências, concluindo-se que as paredes atendem às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02.

Foi feito o ensaio de compressão excêntrica nas paredes, conforme Relatórios Técnicos IPT n.º 116 065-205 e n.º 117 848-205, e DATec Nº 005. A partir dos resultados dos ensaios foram feitas as análises da resistência última de projeto ( $R_{ud}=131,92\text{kN/m}$ ) e da resistência de serviço ( $R_{sd}$  – não foram observadas fissuras durante o ensaio). Concluiu-se que as paredes ensaiadas apresentaram resistência à compressão excêntrica adequada, considerando o uso em casas térreas, sobrados, casas sobrepostas e edificações até dois pavimentos (térreo e superior) até o limite admissível em projeto. Entretanto, para cada projeto específico deve ser respeitado o valor máximo da resistência última de projeto observada, verificando-se os limites a serem admitidos para as cargas atuantes.

O comprimento máximo das paredes é limitado a 14m, a partir do qual devem ser introduzidas juntas de controle.

## 4.2 Estanqueidade à água

A estanqueidade à água já havia sido verificada para elementos internos em áreas molháveis e sujeitos à ação da água de uso e lavagem dos ambientes, e para elementos externos, sujeitos à ação da água de chuva. A avaliação já fora feita mediante análises de projetos e visitas em obra, quando da concessão do DATec Nº 005.

As paredes externas recebem estucamento e textura acrílica que promovem a vedação de microporos existentes na superfície das fachadas, contribuindo na impermeabilização destas superfícies.

As paredes de concreto avaliadas atendem ao critério de estanqueidade à água nas cinco regiões apresentadas na ABNT NBR 15575:2013, considerando-se que as esquadrias das paredes de fachada devem atender aos critérios da ABNT NBR 10821. Assim, as paredes atendem à DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02.

As juntas existentes nas paredes de fachada entre unidades habitacionais contíguas independentes devem ser tratadas com selante que impeça a penetração de água. Quando as unidades contíguas estão no mesmo nível, pode ser aplicado perfil de arremate de alumínio, PVC ou borracha, na junta. Quando as unidades estão em níveis diferentes, é aplicado perfil pré-formado de borracha ou outro material flexível.

Quanto à interface entre as paredes externas e as janelas, tem-se que a fixação das janelas de aço ou de alumínio é feita por meio de parafusos e buchas. A interface entre o marco da janela e a parede é preenchida com argamassa colante AC-II aditivada com resina acrílica HO 100 antes da fixação da janela, o que favorece a obtenção da estanqueidade nessa interface em razão da presença do aditivo e do próprio preenchimento. Para o caso de janela de alumínio é aplicado silicone nessa interface.

No banheiro aplica-se azulejo até 1,80m de altura nas paredes do box e 1,50m de altura nas demais paredes. Na cozinha os azulejos são assentados em toda a parede onde está instalada a pia, desde o piso até o teto.

As paredes do banheiro, box e cozinha recebem textura onde não há a aplicação de revestimento cerâmico. Embora a textura auxilie na obtenção da estanqueidade esta pode ser comprometida ao longo do tempo, caso não haja uma manutenção adequada desse acabamento. Entretanto, a manutenção é prevista no Manual de Uso, Operação e Manutenção do produto.

Com relação a interface entre parede e pisos, a estanqueidade à água é obtida pelo revestimento cerâmico, pelos caimentos e pelas diferenças de cotas entre os pisos internos e externos e entre pisos de áreas molháveis e de áreas secas. Observou-se em projeto a diferença de cotas prevista entre o piso externo e interno da edificação, o que é uma prática recomendada. É mantida também uma diferença de cota entre pisos de áreas molháveis/molhadas e áreas secas.

## 4.3 Desempenho térmico

A avaliação do desempenho térmico foi feita por meio de simulações computacionais para unidades habitacionais térreas isoladas e sobrados geminados, para as Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 6 e 7, como resumido no Quadro 1. Considera-se que os resultados da avaliação de sobrados podem ser considerados para casas sobrepostas e edifícios de até dois pavimentos.

**Quadro 1 – Edificações avaliadas e respectivas zonas climáticas**

| Edificação          | Zonas Bioclimáticas |
|---------------------|---------------------|
| Casa térrea isolada | 3, 4 e 7            |
| Sobrado geminado    | 1, 2 e 6            |

As principais características das edificações consideradas nas simulações térmicas são mostradas no Quadro 2.

**Quadro 2 – Características das edificações avaliadas nas simulações térmicas**

|                                                 | <b>Casa térrea isolada</b>                                                                                                                 | <b>Sobrado geminado</b>                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Paredes externas</b>                         | Maciças de concreto leve, com polímero “HO-200”, com massa específica da ordem de 1.900 kg/m <sup>3</sup> , com 100mm de espessura         | Maciças de concreto leve, com polímero “HO-200”, com massa específica da ordem de 1.900 kg/m <sup>3</sup> , com 100mm de espessura |
| <b>Paredes internas</b>                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                    |
| <b>Pé-direito</b>                               | 2,60m                                                                                                                                      | 2,62m                                                                                                                              |
| <b>Laje de forro</b>                            | Horizontal de pré-lajes de concreto convencional, com espessura de 35mm e capa de 65mm de concreto                                         | Laje de forro horizontal composta de concreto convencional, com espessura de 100mm                                                 |
| <b>Laje de piso</b>                             | Não há                                                                                                                                     | Laje de concreto convencional, maciça ou executada com pré-laje, com espessura de 100mm                                            |
| <b>Telhado</b>                                  | de telhas cerâmicas                                                                                                                        | de telhas cerâmicas                                                                                                                |
| <b>Janelas dos dormitórios</b>                  | “De correr”, 120cm x 120cm, com caixilhos de aço, duas folhas de vidro liso incolor transparente de 3mm de espessura                       | “De correr”, 80cm x 120cm, com caixilhos de alumínio, duas folhas de vidro liso incolor transparente de 3mm de espessura           |
| <b>Janela da sala</b>                           | “De correr”, 120cm x 120cm, com caixilho de aço, duas folhas de vidro liso incolor transparente de 3mm de espessura                        | “De correr”, 150cm x 130cm, com caixilho de alumínio, duas folhas de vidro liso incolor transparente de 3mm de espessura           |
| <b>Porta da sala e área de serviço</b>          | “De abrir”, 82cm x 210cm, com caixilho e folha de alumínio, com aproximadamente 60% de sua área com vidro liso incolor de 3mm de espessura | —                                                                                                                                  |
| <b>Porta da sala e cozinha</b>                  | —                                                                                                                                          | “De abrir”, 82cm x 210cm, com caixilho e folha de alumínio, com aproximadamente 55,2% de sua área com vidro liso incolor de 3mm    |
| <b>Absortância à radiação solar das paredes</b> | 0,3 (cor clara), 0,5 (cor média) e 0,7 (cor escura)                                                                                        | 0,3 (cor clara), 0,5 (cor média) e 0,7 (cor escura)                                                                                |
| <b>Absortância à radiação solar das telhas</b>  | 0,7 (cor escura)                                                                                                                           | 0,7 (cor escura)                                                                                                                   |

Analogamente, a telha considerada para a realização da simulação térmica para unidades térreas isoladas e sobrados geminados foi telha cerâmica. Entretanto, a HOBRAZIL declarou que também pode utilizar telha de concreto com no mínimo 11mm de espessura o que, de acordo com a DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 2, item 3.5., atende ao desempenho térmico sem a necessidade de realização de análises.

#### **4.3.1 Avaliação do desempenho térmico de unidades habitacionais térreas isoladas**

Constatou-se que edificações que empreguem as paredes da HOBRAZIL, considerando o projeto de unidades térreas isoladas com as características apresentadas no Quadro 2, atendem ao critério de desempenho térmico no período de verão, desde que sejam consideradas as condições descritas a seguir.

Na Zona Bioclimática 3, representada pela cidade de São Paulo, no período de verão, é atendido o critério referente ao nível de desempenho “Mínimo”, em todos os recintos, somente com o emprego de cores claras no acabamento externo das paredes, sombreamento das aberturas ou ventilação dos ambientes. Com cores médias ou escuras, não é atendido o nível “Mínimo”.

Na Zona Bioclimática 4, representada pela cidade de Brasília, no período de verão é atendido o critério referente ao nível de desempenho “Mínimo”, com o emprego de cores claras e médias no acabamento externo das paredes. Com cores escuras, é atendido o nível “Mínimo” apenas se forem garantidos, simultaneamente, o sombreamento das janelas e a ventilação dos ambientes. No período de inverno, é alcançado o nível de desempenho “Mínimo” com cores claras e médias no acabamento externo das paredes e “Intermediário” com cores escuras, conforme o Relatório Técnico IPT nº 114 957-205.

Na Zona Bioclimática 7, representada pela cidade de Cuiabá, no período de verão é atendido o critério referente ao nível de desempenho “Mínimo” com o emprego de cores claras e médias no acabamento externo das paredes. Com cores claras associadas à ventilação dos ambientes e o sombreamento das janelas é atingido o nível de desempenho “Intermediário”. Com cores escuras é atingido o nível de desempenho “Mínimo” somente com o sombreamento das janelas ou a ventilação dos ambientes, conforme o Relatório Técnico IPT nº 114 957-205.

As condições descritas anteriormente são mostradas resumidamente na Tabela 1.

**Tabela 1 – Condições necessárias para a obtenção do nível de desempenho térmico mínimo de casas térreas nas Zonas Bioclimáticas 3, 4 e 7 no verão**

| Zonas Bioclimáticas | Cor do acabamento externo das paredes <sup>(a)</sup> |                                        |                                        |                                        |
|---------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
|                     | Condição padrão <sup>(b)</sup>                       | Com sombreamento <sup>(c)</sup>        | Com ventilação <sup>(d)</sup>          | Com sombreamento e ventilação          |
| 3                   | Não atende                                           | Atende apenas com cor clara            | Atende apenas com cor clara            | Atende apenas com cor clara            |
| 4                   | Atende com cor clara ou média                        | Atende com cor clara ou média          | Atende com cor clara ou média          | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> |
| 7                   | Atende com cor clara ou média                        | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> |

Notas:

- (a) Absortância à radiação solar da superfície externa das paredes igual a 0,3 (cor clara), 0,5 (cor média) e 0,7 (cor escura);
- (b) 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;
- (c) 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;
- (d) Condição de ventilação: ambiente ventilado a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 Ren/h);
- (e) Recomenda-se evitar o uso de cores excessivamente escuras, com elevada absortância à radiação solar.

No período de inverno, é atendido o desempenho térmico “Mínimo” para as zonas bioclimáticas 3, 4 e 7.

#### 4.3.2 Avaliação do desempenho térmico de sobrados geminados

Constatou-se que edificações com paredes da HOBRAZIL, considerando o projeto de sobrados geminados com as características apresentadas no Quadro 2, atendem ao critério de desempenho térmico no período de verão, desde que sejam consideradas as condições descritas a seguir.

Na Zona Bioclimática 1, representada pela cidade de Curitiba-PR, no período de verão, é atendido o critério referente ao nível de desempenho “Mínimo”, em todos os recintos, com o emprego de

qualquer cor no acabamento externo das paredes, na condição padrão, com sombreamento das aberturas ou ventilação dos ambientes.

Na Zona Bioclimática 2, representada pela cidade de São Lourenço-MG, no período de verão é atendido o critério referente ao nível de desempenho “Mínimo”, com o emprego de cores claras e médias no acabamento externo das paredes. Com cores escuras, é atendido o nível “Mínimo” apenas se forem garantidos o sombreamento das janelas ou a ventilação dos ambientes.

As condições descritas anteriormente são mostradas resumidamente na Tabela 2.

**Tabela 2 – Condições necessárias para a obtenção do nível de desempenho térmico mínimo de sobrados geminados nas Zonas Bioclimáticas 1 e 2 no verão**

| Zonas Bioclimáticas | Cor do acabamento externo das paredes <sup>(a)</sup> |                                        |                                        |                                        |
|---------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
|                     | Condição padrão <sup>(b)</sup>                       | Com sombreamento <sup>(c)</sup>        | Com ventilação <sup>(d)</sup>          | Com sombreamento e ventilação          |
| 1                   | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup>               | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> |
| 2                   | Atende com cor clara ou média                        | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> | Atende com qualquer cor <sup>(e)</sup> |
| 6                   | Atende com cor clara                                 | Atende com cor clara ou média          | Atende com cor clara ou média          | Atende com cor clara ou média          |

(a) Absortância à radiação solar da superfície externa das paredes igual a 0,3 (cor clara), 0,5 (cor média) e 0,7 (cor escura);

(b) 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;

(c) 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;

(d) Condição de ventilação: ambiente ventilado a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 Ren/h);

(e) Recomenda-se evitar o uso de cores excessivamente escuras, com elevada absortância à radiação solar.

No período de inverno, é atendido o desempenho térmico “Mínimo” para as duas zonas bioclimáticas analisadas (zonas 1 e 2).

No período de inverno, de acordo com o Relatório Técnico IPT nº 133 111-205, para a zona 1, é alcançado o nível de desempenho “Mínimo” com cores claras e médias no acabamento externo das paredes e “Intermediário” com cores escuras. Para a zona 2, é alcançado o nível de desempenho “Intermediário” com cores claras e médias e “Superior” com cores escuras.

**\*NOTA IMPORTANTE:** De acordo com a Diretriz SiNAT 001 – revisão 02, o desempenho térmico é atendido em todas as zonas bioclimáticas, de Z1 a Z8, respeitando-se as condições previstas na Diretriz e adotadas pela HO Brazil, quais sejam: pé direito mínimo de 2,5m, de piso a teto; espessura mínima das paredes de 10cm; espessura mínima das lajes de 10cm (de forro ou de piso); telhado de telhas de fibrocimento (espessura mínima de 6,0mm), ou telhas de concreto (espessura mínima de 11mm) ou telhas cerâmicas; presença de ático entre a laje horizontal e o telhado (altura mínima de 50cm); faces externas das paredes externas em cores de tonalidades médias ou claras para as zonas bioclimáticas Z1 a Z7 e tonalidades claras para a zona bioclimática Z8; emprego de produto isolante térmico na cobertura, com resistência térmica mínima de 0,67 m<sup>2</sup>.KW na zona bioclimática Z8.

#### 4.4 Desempenho acústico

Foi realizado ensaio em laboratório para a determinação do índice de isolamento sonora ponderado ( $R_w$ ) das paredes de concreto leve HOBRAZIL com espessura de 10cm, conforme Relatório de Ensaio IPT n.º 998 536-203, obtendo-se o resultado apresentado na Tabela 3, que é satisfatório para paredes de fachada, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02.

**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) | Valor de $R_w$ determinado em laboratório (dB) |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Parede entre unidades | 45                                                  | 38                                             |
| Fachadas              | 30                                                  |                                                |

Ressalta-se que o desempenho acústico deve ser considerado sempre para o conjunto, ou seja, em seus empreendimentos a HOBRAZIL deve compatibilizar o desempenho acústico das paredes com os demais componentes, como portas e janelas. Para o projeto de unidades de casas sobrepostas avaliado a isolamento acústico da janela para a parede de fachada, calculada a partir dos valores de isolamento sonoro e das dimensões da parede de fachada do dormitório e da janela deve ser no mínimo de 25dB.

Para o emprego das paredes em unidades habitacionais geminadas a HOBRAZIL especifica a utilização de duas paredes independentes de 100mm de espessura ou uma parede com 200mm. Conforme verificado nos projetos fornecidos e na auditoria técnica realizada em unidades habitacionais sobrepostas, as paredes independentes de 100mm de espessura cada uma são usadas entre dois blocos contíguos, enquanto a parede de 200mm de espessura é empregada entre duas unidades de um mesmo bloco, como mostrado na Figura 2 e Figura 3. Foi feito ensaio de isolamento sonoro em campo para a parede de 200mm, como descrito no Relatório de Ensaio IPT nº 1 049 588-203 obtendo-se o resultado apresentado na Tabela 4, que atende às exigências da ABNT NBR 15575-4:2013.

**Tabela 4 – Síntese do critério de desempenho e do resultado do ensaio de isolamento sonora em campo para parede de geminação**

| Elemento                                                                                                                   | Critério de desempenho: valor mínimo ( $D_{nT,w}$ em dB) | Valor de $D_{nT,w}$ determinado em campo (dB) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório | 45                                                       | 52                                            |

## 4.5 Durabilidade e manutenibilidade

### 4.5.1 Durabilidade

A análise da durabilidade já havia compreendido a avaliação de dois requisitos considerados importantes para o produto em questão, quando da concessão do DATec Nº 005: a resistência da armadura ao ataque alcalino, em ensaio acelerado, e a resistência da parede ao choque térmico.

#### 4.5.1.1 Ataque alcalino da armadura

Verificou-se a capacidade da armadura de fibra de vidro protegida com poliéster resistir ao ataque alcalino, por meio de ensaios que objetivaram quantificar o eventual comprometimento de propriedades do concreto armado e da armadura, após o ataque alcalino.

Para isso avaliou-se a resistência à tração dos fios da armadura, a resistência ao cisalhamento da junção dos fios da tela da armadura e a resistência à flexão de placas de concreto com a armadura, antes e após o ataque alcalino. Para o ataque alcalino foi preparada uma solução alcalina na qual foram imersos os corpos de prova.

Adotou-se como critério de desempenho uma redução máxima de 20% nos valores de resistência após o ataque alcalino, comparativamente aos valores obtidos antes do ataque.

Os resultados completos da avaliação efetuada constam dos seguintes Relatórios:

- Relatório de Ensaio IPT nº 975 053-203 (Junho de 2008);
- Relatório de Ensaio IPT nº 975 055-203 (Junho de 2008);
- Relatório Técnico IPT nº 104 659-205 (Agosto de 2008);
- Relatório Técnico IPT nº 113 274-205 (Agosto de 2009); e
- Relatório Técnico IPT nº 117 848-205 (Julho de 2010).

A partir dos resultados obtidos nos ensaios, pôde-se comprovar que não houve redução significativa para nenhuma das três propriedades avaliadas.

Os resultados do ensaio de tração do fio da tela não exposto, mostrados na primeira coluna da Tabela 5, indicaram uma resistência média de 805,6 MPa para os 10 fios ensaiados.

Com os resultados do ensaio de resistência à tração dos fios não expostos e expostos foi feita uma análise de variância, para uma significância de 5%, e concluiu-se que os resultados para os dois grupos (não exposto e exposto) não são significativamente diferentes, o que implica dizer que o ataque alcalino não comprometeu significativamente a resistência à tração dos fios da armadura. Assim, foi calculada uma única média para esses valores obtendo-se 788,5 MPa, indicada na segunda coluna da Tabela 5.

**Tabela 5 – Resultados do ensaio de tração do fio da tela de fibra de vidro**

|                                  | <b>Fios não expostos</b> | <b>Fios não expostos + fios expostos</b> |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|
| <b>Número de corpos de prova</b> | 10                       | 20                                       |
| <b>Média (MPa)</b>               | 805,6                    | 788,5                                    |
| <b>Desvio padrão (MPa)</b>       | 37,3                     | 43,7                                     |
| <b>Coeficiente de variação</b>   | 0,05                     | 0,06                                     |

A mesma análise foi feita para a resistência ao cisalhamento da tela. Antes da exposição obteve-se a média de 332,2 N, como mostrado na primeira coluna da Tabela 6. Após a análise de variância, considerando os resultados das telas não expostas e expostas, também concluiu-se que os resultados para os dois grupos de corpos de prova não são significativamente diferentes, o que também implica dizer que o ataque alcalino não comprometeu significativamente a resistência ao cisalhamento da tela. Assim, calculou-se uma única média para os valores de resistência ao cisalhamento das telas não expostas e expostas, indicada na segunda coluna da Tabela 6.

**Tabela 6 – Resultados do ensaio de cisalhamento dos fios da tela**

|                                  | <b>Telas não expostas</b> | <b>Telas não expostas + telas expostas</b> |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Número de corpos de prova</b> | 10                        | 20                                         |
| <b>Média (N)</b>                 | 332,2                     | 322,8                                      |
| <b>Desvio padrão (N)</b>         | 81,0                      | 65,1                                       |
| <b>Coeficiente de variação</b>   | 0,24                      | 0,20                                       |

Para o ensaio de resistência à flexão foram moldadas placas de 50cm de comprimento, 15cm de largura e 2,5cm de espessura no Laboratório de Materiais de Construção Civil, LMCC – do IPT, com a armadura de fibra de vidro e com três traços de concreto, indicados na Tabela 7. A tela de armadura foi posicionada a, aproximadamente, 5mm da face inferior da fôrma.

**Tabela 7 – Proporcionamento do concreto empregado nas placas destinadas aos ensaios**

| Traço 1*                     | Traço 2*                                            | Traço 3*                                                |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Cimento, areia, brita e água | Cimento, areia, brita e água<br>+<br>Aditivo HO 200 | Cimento, areia, brita e água<br>+<br>Incorporador de ar |

\*Obs.: A proporção entre aglomerante, agregados e água é igual para todos os traços.

Para cada traço de concreto foram moldadas 14 placas, totalizando 42 placas. Dentre as 14 placas moldadas para cada traço, 7 foram expostas à solução alcalina e as demais 7 placas foram mantidas em ambiente de laboratório. A combinação dessas situações é mostrada na Tabela 8, na qual são identificados os grupos de placas, o concreto utilizado, o tipo de exposição e a quantidade de placas em cada grupo.

**Tabela 8 – Placas de concreto ensaiadas**

| Grupo | Tipo de concreto | Exposição à solução alcalina | Quantidade de placas por traço e grupo |
|-------|------------------|------------------------------|----------------------------------------|
| A     | Traço 1          | Placas não expostas          | 07                                     |
| B     | Traço 2          |                              | 07                                     |
| C     | Traço 3          |                              | 07                                     |
| D     | Traço 1          | Placas expostas              | 07                                     |
| E     | Traço 2          |                              | 07                                     |
| F     | Traço 3          |                              | 07                                     |
|       |                  | Total                        | 42                                     |

Após um período de exposição de 28 dias em solução alcalina as placas foram submetidas à ruptura por flexão com a aplicação da carga em dois pontos, nos terços dos vãos, seguindo-se as prescrições da ASTM C 947-03 “*Standard test method for flexural properties of thin-section glass-fiber-reinforced concrete*”. Antes do ensaio de flexão as placas foram mantidas em água à temperatura de  $23 \pm 3^\circ\text{C}$  por um período entre 24 h e 72 h.

A partir das cargas de ruptura obtidas nos ensaios e das dimensões das placas calculou-se a resistência última à flexão ( $F_u$ ), como indicado pela ASTM C 947-03.

Analogamente ao descrito na análise da resistência à tração dos fios e do cisalhamento da tela, para a análise dos valores de  $F_u$  foi feita uma análise de variância comparando-se os resultados obtidos a cada dois grupos de placas ensaiadas, para uma significância de 5%. Assim, compararam-se os resultados de  $F_u$  para os grupos A/D, B/E e C/F.

Quando se analisam os resultados das placas de traço 1, grupos A/D, a partir da análise de variância verificou-se que os resultados para os dois grupos não são significativamente diferentes, o que significa que, para o concreto de traço 1, não houve ataque significativo da armadura a ponto de comprometer a resistência à flexão das placas, o que era esperado já que se trata de um concreto convencional, sem ar incorporado e, portanto, menos poroso e menos sujeito à penetração da solução alcalina.

Comparando-se os resultados das placas de traço 2 (Tabela 8), grupos B/E, a partir da análise de variância verificou-se que os resultados para os dois grupos são significativamente diferentes. Entretanto, ao contrário do que se esperava, houve aumento dos valores de  $F_u$  após o ataque alcalino.

Para os resultados das placas de traço 3, grupos C/F, a partir da análise de variância verificou-se que os resultados para os dois grupos também não são significativamente diferentes, o que significa que, para o concreto de traço 3 também não houve ataque significativo da armadura capaz de comprometer a resistência à flexão da placa.

Em estudos preliminares realizados com o concreto de traço 2, submetendo-se as placas nas mesmas condições de exposição a solução alcalina, observou-se que houve redução de 13% na resistência à flexão das placas, o que está dentro do limite tido como aceitável de 20%.

#### **4.5.1.2 Conclusão quanto ao ataque alcalino**

A partir dos resultados obtidos para a avaliação do ataque alcalino da armadura de fibra de vidro, pôde-se verificar que não houve redução significativa da resistência à tração dos fios da armadura após o ataque, ou seja, o ataque alcalino não comprometeu significativamente a resistência à tração dos fios. Segundo a HOBRAZIL, o aditivo empregado, HO 200, tem a dupla função de incorporar ar ao concreto e oferecer proteção adicional à armadura que é do tipo Álcali Resistente – AR.

Quando se analisa o cisalhamento nas junções dos fios da tela verifica-se que também não houve redução significativa da resistência ao cisalhamento após o ataque alcalino.

Quanto à resistência à flexão das placas de concreto ensaiadas verificou-se que a utilização do aditivo HO 200 reduz a resistência à flexão em relação às placas sem incorporação de ar. Entretanto, não foi verificada a influência do ataque alcalino na redução da resistência à flexão.

Assim, considerando-se que para os traços 2 e 3 não se verificou a redução da resistência à flexão das placas de concreto ensaiadas após a exposição, pode-se concluir pelo atendimento do critério de desempenho, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 001, Revisão 02.

#### **4.5.1.3 Resistência à ação de calor e choque térmico**

Já havia sido feito ensaio de choque térmico, conforme Relatório de Ensaio n.º 999 308-203, por ocasião da concessão do DATec Nº 005 e não haviam sido constatadas quaisquer ocorrências, concluindo-se pela adequação à DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02 no que se refere ao choque térmico.

#### **4.5.2 Manutenibilidade**

Foi analisado o Manual de Uso, Operação e Manutenção do produto (Manual do proprietário) elaborado pela HOBRAZIL para a obra auditada. Constam informações sobre as características do produto, seus cuidados de uso e manutenção, além dos aspectos que culminam na perda da garantia para os diversos componentes das paredes. Constam, ainda, no documento, os prazos de garantia e a vida útil de projeto dos principais componentes da edificação.

#### **4.6 Segurança ao fogo**

As paredes são compostas por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de incêndio e definindo condições adequadas para restringir o rápido crescimento do incêndio. Também apresentam características adequadas em termos de desenvolvimento de fumaça, não agravando o risco de incêndio inerente a casas térreas e sobrados, isolados ou geminados, casas sobrepostas e edificações de dois pavimentos (térreo e superior). Portanto, atende à DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02 quanto ao requisito de dificultar o princípio de incêndio.

A resistência ao fogo de 30 minutos das paredes foi comprovada através de ensaio, conforme apresentado no Relatório de Ensaio IPT nº 997 981-203. A parede ensaiada manteve a estanqueidade, o isolamento térmico e a estabilidade estrutural pelo período de 30 minutos, com a aplicação de uma carga distribuída de 1.520 kgf/m. Caso haja situações com cargas superiores à carga considerada no ensaio, a HOBRAZIL deve providenciar a realização de ensaio específico.

As lajes especificadas no projeto, compostas por pré-lajes de concreto de 35mm de espessura e capeamento de 65mm atendem ao critério de 30 minutos de resistência ao fogo, de acordo com o

método de dimensionamento tabular proposto na ABNT NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

Portanto, considera-se que o requisito de resistência ao fogo é satisfatório conforme a DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02.

## **5. CONTROLE DA QUALIDADE**

Foram realizadas a auditoria técnica inicial e auditorias periódicas no processo de produção do produto HOBRAZIL para verificar se o controle da qualidade estava conforme as exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 001 – Revisão 02.

Foram realizadas as seguintes Auditorias Técnicas:

- Auditoria Inicial: Residencial Liberdade III, em Pindamonhangaba–SP, de unidades térreas isoladas (Relatório Técnico IPT nº 119 050-205);
- 1ª Auditoria Periódica: Condomínio Residencial Zaira Pupin, em Batatais-SP, de unidades habitacionais sobrepostas (Relatório Técnico IPT nº 127 286-205);
- 2ª Auditoria Periódica: Condomínio Residencial Parque das Hortências I, em Pindorama-SP, de sobrados (Relatório Técnico IPT nº 131 273-205);
- 3ª Auditoria Periódica: Condomínio Benedito Capeleto, em Taubaté-SP, de unidades habitacionais sobrepostas (Relatório Técnico IPT nº 133 279-205).

Constatou-se que o controle da qualidade é exercido nas obras pela HOBRAZIL de acordo com os documentos técnicos do seu sistema da qualidade (procedimentos de execução e inspeção, fichas de verificação de materiais e serviços, projeto executivo das paredes, dentre outros). Tais documentos preveem o controle de projetos, materiais, serviços, processos e do produto final.

Verificou-se nas obras a existência de projetos e documentos técnicos das paredes, de fichas de controle de recebimento de materiais, de fichas de verificação da execução e controle de execução das paredes e lajes, e de documentos de controle de recebimento das paredes após desforma. O uso dos documentos em questão foi constatado nas obras auditadas.

Verificou-se o controle da montagem das fôrmas e da execução das paredes e lajes, incluindo o posicionamento das armaduras, o emprego de espaçadores, o embutimento das instalações prediais e a verificação das paredes após a retirada das fôrmas.

Foram analisados os documentos de controle tecnológico do concreto relativos à resistência à compressão do concreto, tanto na idade de retirada das fôrmas das paredes (12 horas) quanto aos 28 dias, comparando-se com os valores respectivamente especificados de 1,0 MPa e 15 MPa. Não foram encontradas não-conformidades nos relatórios de ensaio do concreto. O controle do concreto usinado é feito com a retirada de quatro corpos de prova para todo caminhão betoneira sendo dois antes e dois após a colocação do aditivo fornecido pela HOBRAZIL.

O controle de recebimento das telas de armadura é feito por meio da conferência das quantidades e das dimensões e de uma verificação visual da existência de nós descolados.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada, no máximo, seis meses para verificação dos controles realizados pela construtora, com acompanhamento do detentor da tecnologia (HOBRAZIL), no processo de produção das paredes. Para renovação deste DATec serão apresentados os relatórios de auditorias técnicas (incluindo verificação de unidades em execução e verificação do comportamento de unidades em uso).

## **6. FONTES DE INFORMAÇÃO**

As principais fontes de informação, além dos documentos técnicos da empresa HOBRAZIL, são os Relatórios Técnicos emitidos pelo IPT para a avaliação técnica do produto e para a auditoria técnica do processo de produção.

### **6.1 Documentos da empresa HOBRAZIL Sistema Construtivo Ltda.**

- Projetos arquitetônicos das obras alvo das auditorias técnicas;
- Projetos de fôrmas e armaduras das obras alvo das auditorias técnicas;
- Projeto executivo do produto;
- Memorial descritivo da obra Residencial Liberdade III, em Pindamonhangaba-SP;
- Procedimentos de Execução de Serviços – PES;
- Fichas do Programa de Controle da Qualidade – PCQ;
- Fichas de Registro de Inspeção de Processos – RIP;
- Planilhas de controle da resistência do concreto das paredes e das lajes das obras alvo das auditorias técnicas;
- Manual de uso, operação e manutenção da edificação (Manual do proprietário), elaborado pela HOBRAZIL para as obras alvo das auditorias técnicas.

## **6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio**

- Relatório Técnico IPT nº 137 293-205 – Avaliação do desempenho térmico de sobrado geminado com paredes e lajes de concreto na zona bioclimática brasileira 6 (Abril de 2014);
- Relatório Técnico IPT nº 134 534-205 – Auditoria técnica de pós-ocupação em unidades habitacionais executadas com sistema construtivo da HOBRAZIL, constituído de paredes maciças de concreto leve com armadura de fibra de vidro protegida com poliéster (Setembro de 2013);
- Relatório Técnico IPT nº 133 279-205 – Terceira auditoria técnica periódica na produção do sistema construtivo da HOBRAZIL, constituído de paredes maciças, moldadas no local, de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro (DATEC Nº 005) (Junho de 2013);
- Relatório Técnico IPT nº 133 111-205 – Avaliação do desempenho térmico de sobrado geminado com paredes de concreto nas Zonas Bioclimáticas 1 e 2 (Maio de 2013);
- Relatório Técnico IPT nº 131 273-205 – Segunda auditoria técnica periódica na produção do sistema construtivo da HOBRAZIL, constituído de paredes maciças, moldadas no local, de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro (DATEC 005) (Janeiro de 2013);
- Relatório Técnico IPT nº 127 286-205 – Primeira auditoria técnica periódica na produção do sistema construtivo da HOBRAZIL, constituído de paredes maciças, moldadas no local, de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro (Março de 2012);
- Relatório Técnico IPT nº 119 050-205 – Auditoria técnica na produção de sistema construtivo da HOBRAZIL, constituído por paredes maciças de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro, moldadas no local (Novembro de 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 117 848-205 – Avaliação técnica complementar de sistema construtivo constituído de paredes maciças de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro, moldadas no local, para execução de casas térreas isoladas e sobrados (Julho de 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 113 274-205 – Avaliação de sistema construtivo constituído de paredes maciças de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro, moldadas no local, para execução de casas térreas isoladas (Agosto de 2009);
- Relatório Técnico IPT nº 116 065-205 – Ensaio de compressão excêntrica de paredes de concreto (Março de 2010).
- Relatório Técnico IPT nº 114 957-205 – Avaliação do desempenho térmico de edificação habitacional térrea isolada (Dezembro de 2009).

- Relatório Técnico IPT nº 113 267-205 – Avaliação do desempenho térmico de edificação habitacional térrea isolada (Agosto de 2009).
- Relatório Técnico IPT nº 113 218-205 – Ensaio de caracterização de tela de fibra de vidro (Agosto de 2009).
- Relatório Técnico IPT nº 107 287-205 – Determinação do teor de cinzas em um item de compósito polimérico reforçado com fibra de vidro (Outubro de 2008);
- Relatório Técnico IPT nº 104 659-205 – Determinação de resistência à ruptura na flexão em placas de concreto (Agosto de 2008);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 049 588-203 – Determinação do Isolamento ao Ruído Aéreo (Setembro de 2013);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 010 337-203 – Ensaaios químicos (Junho de 2010);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 007 127-203 – Análise química qualitativa (Março de 2010);
- Relatório de Ensaio IPT nº 999 310-203 – Verificação da resistência de sistemas de vedações verticais a impactos de corpo mole (Agosto de 2009);
- Relatório de Ensaio IPT nº 999 309-203 – Determinação da resistência de sistemas de vedações verticais às solicitações de peças suspensas (Agosto de 2009);
- Relatório de Ensaio IPT nº 999 308-203 – Verificação do comportamento de sistema de vedação vertical externa exposto à ação de calor e choque térmico (Agosto de 2009);
- Relatório de Ensaio IPT nº 999 286-203 – Determinação de condutividade térmica (Agosto de 2009);
- Relatório de Ensaio IPT nº 998 536-203 – Medição da isolamento sonora (Junho de 2009);
- Relatório de Ensaio IPT nº 997 981-203 – Verificação de resistência ao fogo de parede com função estrutural (Julho de 2009);
- Relatório de Ensaio IPT nº 980 109-203 – Ensaaios químicos (Setembro de 2008);
- Relatório de Ensaio IPT nº 975 584-203 – Análise química (Junho de 2008);
- Relatório de Ensaio IPT nº 975 055-203 – Ensaio de cisalhamento (Junho de 2008);
- Relatório de Ensaio IPT nº 975 053-203 – Ensaio de cisalhamento (Junho de 2008).

## **7. CONDIÇÕES DE EMISSÃO DO DATEC**

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

- a) O Detentor da tecnologia, HOBRAZIL, é o único responsável pela qualidade do produto avaliado no âmbito do SINAT;
- b) O Detentor 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 Detentor deve produzir o produto de acordo com as especificações, normas e regulamentos aplicáveis, incluindo as diretrizes SINAT;
- d) O Detentor 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
- 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.

A HOBRAZIL Sistema Construtivo Ltda., compromete-se a:

- a) Manter o produto “*Paredes maciças moldadas no local, de concreto leve com polímero e armadura de fibra de vidro protegida com poliéster*”, 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 IPT, 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, 09 de junho de 2014.***