



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

Produto

## **Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes - CASA EXPRESS**

Proponente

### **CASA EXPRESS Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda.**

Av. João Ferrari, 603, Bairro Della Rocha, Itapira-SPCEP: 13976-218  
Home page: <http://www.casaexpress.ind.br>  
Tel: (19) 3863-6778E-mail: casa.express@hotmail.com



# SINAT

#### Emissão

Junho de 2014

#### Validade

Maiol de 2016

*Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, o histórico em relação ao DATec 009 e ao DATec 009A, e a decisão do Comitê Técnico, de 24/04/2014, a Comissão Nacional, em sua reunião de 28/05/2014, resolveu conceder ao "Produto CASA EXPRESS de painéis mistos pré-moldados de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes" a renovação B do Documento de Avaliação Técnica Nº 009 A. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de casas térreas, sobrados, casas sobrepostas e edifícios habitacionais de dois pavimentos (térreo e superior), e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.*

## **DATec Nº 009B**

Limites da avaliação técnica dos "Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes – Casa Express":

- 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;
- Nara a avaliação técnica foram considerados como elementos inovadores os painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos empregados nas paredes e suas interfaces, como a ligação entre painéis de parede, entre painéis de parede e lajes, entre lajes e oitões e entre painéis de parede e fundação;
- Os componentes e elementos convencionais não estão contemplados nessa avaliação e devem atender às normas técnicas correspondentes;
- A avaliação foi realizada considerando-se o emprego dos painéis nas paredes de casas térreas, isoladas ou geminadas, e sobrados, isolados ou geminados. Pode ser estendida a casas sobrepostas e a edifícios habitacionais multifamiliares com no máximo dois pavimentos (térreo e superior), desde que as lajes de piso intermediárias atendam à normalização brasileira e desde que sejam respeitadas as cargas atuantes nos painéis consideradas nessa avaliação;
- O desempenho térmico foi avaliado para as zonas bioclimáticas Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 e Z8 (casas térreas) e Z1, Z2, Z5, Z6, Z7 e Z8 (sobrados), constantes da ABNT NBR 15220-3:2005, considerando os projetos e as coberturas analisados;
- As avaliações de desempenho acústico limitaram-se à verificação das paredes cegas. As esquadrias devem apresentar isolamento sonora adequada para garantir o desempenho acústico das paredes de fachada;
- A estanqueidade à água foi avaliada por meio de ensaio laboratorial, análise de projetos e visitas a obras, considerando os painéis, as juntas entre painéis, as juntas entre painéis e lajes e as interfaces com esquadrias. A estanqueidade à água da janela não foi avaliada;
- A avaliação da durabilidade dos painéis, particularmente para o concreto armado, foi feita considerando-se a classe de concreto C25 (para as classes I e II de agressividade ambiental, correspondentes às zonas rural e urbana, respectivamente) e a classe C30 (para a classe III de agressividade ambiental, correspondente à atmosfera marinha);
- O comportamento das juntas entre painéis, das juntas entre painéis e lajes e das juntas entre painéis e esquadrias devem ser objeto de monitoramento constante pelo Proponente da Tecnologia, em razão da limitação de se avaliar tal comportamento ao longo do tempo.

## 1. Descrição do produto

Os painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos– Casa Express - destinam-se à construção de paredes de casas térreas isoladas ou geminadas, sobrados isolados ou geminados, casas sobrepostas e edifícios habitacionais de dois pavimentos (térreo e superior). É composto por paredes estruturais constituídas de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, e das ligações entre os painéis. São consideradas ainda as interfaces entre painéis de parede e esquadrias e entre painéis de parede e instalações.

A produção dos painéis pode ser realizada em fábrica ou no canteiro de obras. A moldagem dos painéis é feita na posição horizontal. As fôrmas são constituídas por pista de concreto (base) e perfis metálicos (perímetro dos painéis e vãos dos caixilhos), parafusos e ganchos de travamento. Para a movimentação dos painéis na unidade de produção podem ser utilizados: caminhão com guindaste, ponte rolante ou guincho motorizado. Para o transporte e a montagem dos painéis em obra utiliza-se caminhão e guindaste. A Figura 1 mostra a unidade de produção de painéis localizada em Itapira-SP.



Figura 1– Vista geral da unidade de produção de painéis localizada em Itapira-SP

### 1.1. Condições e limitações de uso

As paredes são estruturais e não podem ser removidas, mesmo que parcialmente. Qualquer modificação em paredes e lajes, como abertura de vãos e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas deve ser previamente acordada formalmente com a CASA EXPRESS. Os cuidados na utilização constam do Manual de Operação, Uso e Manutenção, preparado pela CASA EXPRESS. O uso dos painéis objeto deste DATec está limitado às classes de agressividade ambiental analisadas (I, II e III, considerando as variações ou os tipos distintos de painéis previstos para cada classe) e às zonas bioclimáticas avaliadas (é fundamental respeitar as cores definidas para as paredes de fachada constantes deste DATec).

## 2. Diretriz para avaliação técnica

Foi considerada a DIRETRIZ SINAT Nº 002 – revisão 01 “Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas construtivos integrados por painéis estruturais pré-moldados, para emprego em casas térreas, sobrados e edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos”, o DATec 009 e o DATec 009A.

## 3. Informações e dados técnicos

### 3.1 Especificações e detalhes construtivos

As especificações e detalhes construtivos apresentados da alínea a) até a alínea f) aplicam-se aos painéis a serem empregados nas classes de agressividade ambiental I e II.

**a) Painel de parede:** a espessura total do painel característico do produto Casa Express é de 115mm; são previstas duas camadas externas de concreto comum (Classe C25), sendo uma

de 30mm (face da fôrma) e a outra com 20mm de espessura acima do bloco cerâmico (face superior), e uma camada de argamassa de 5mm de espessura na face superior do painel; o núcleo é formado pelo próprio bloco cerâmico com 60mm de espessura. O comprimento máximo dos painéis é de 7000mm e a altura dos painéis é equivalente ao pé-direito; no caso de painéis de oitão a altura é variável. Esquemas ilustrativos dos painéis são apresentados nas Figuras 2 e 3. Na figura 4 é ilustrado um painel com espessura de 150mm empregado quando é exigida isolamento sonora ( $R_w$ ) de 50dB.

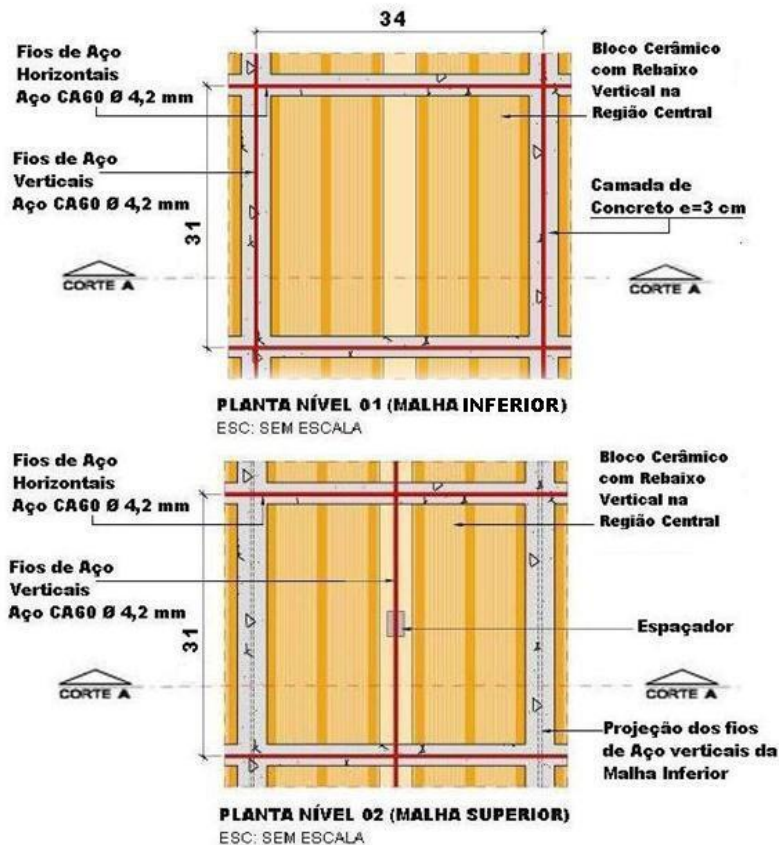
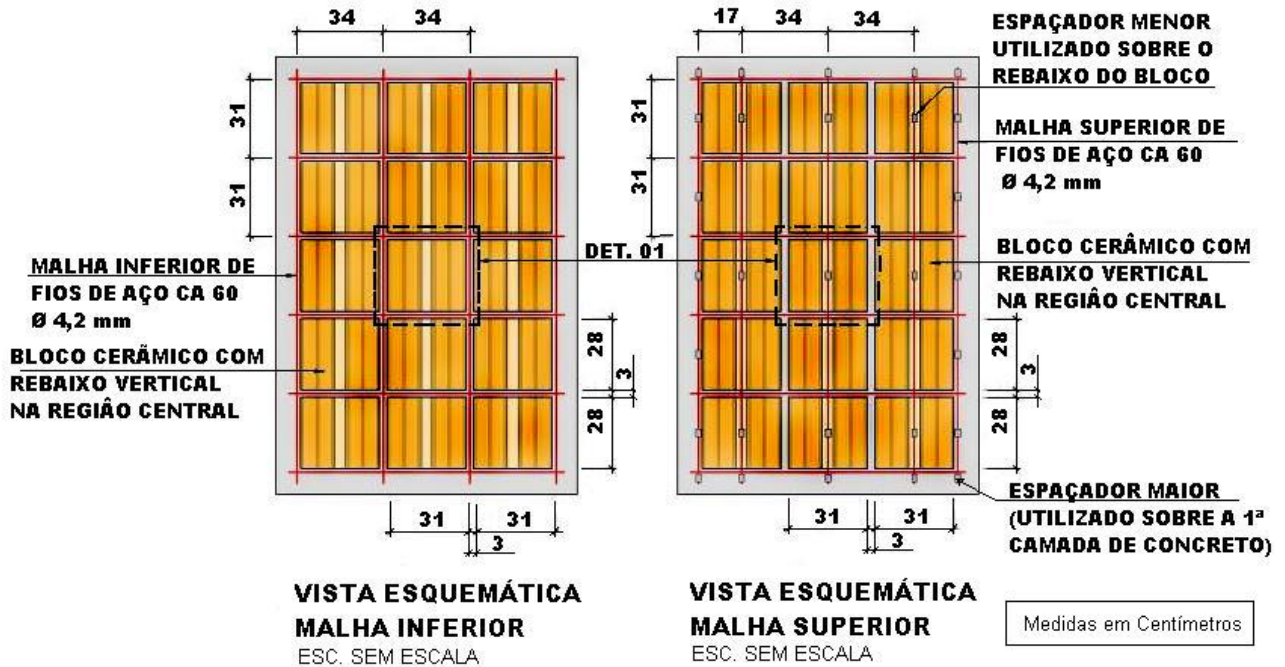


Figura 2 – Vistas em planta de um painel (dimensões sem escala)

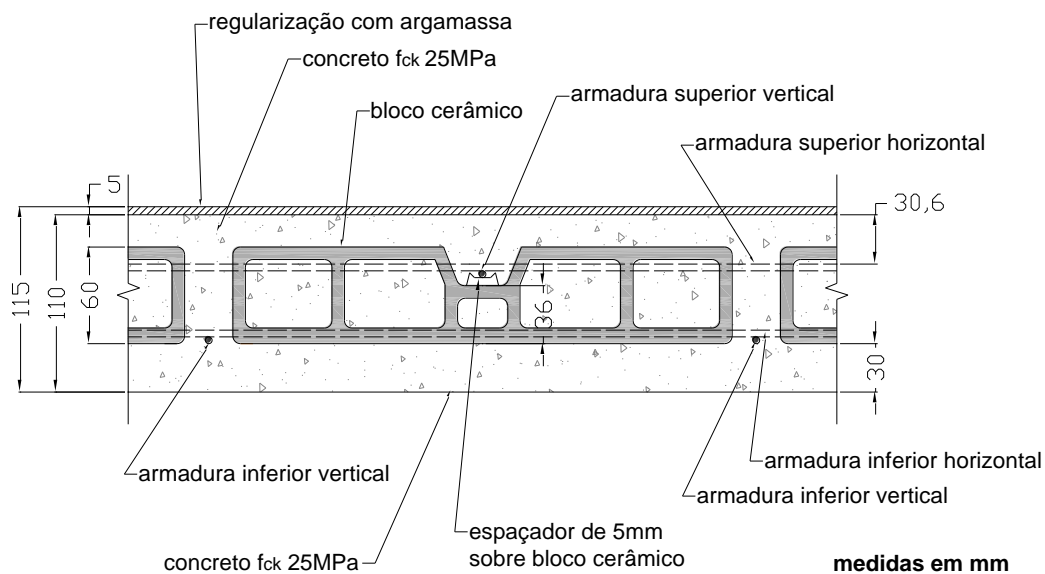


Figura 3 – Corte esquemático de um painel com espessura de 115mm (dimensões sem escala) – painel empregado nas classes I e II de agressividade ambiental (cobrimento mínimo de concreto estrutural de 30mm)

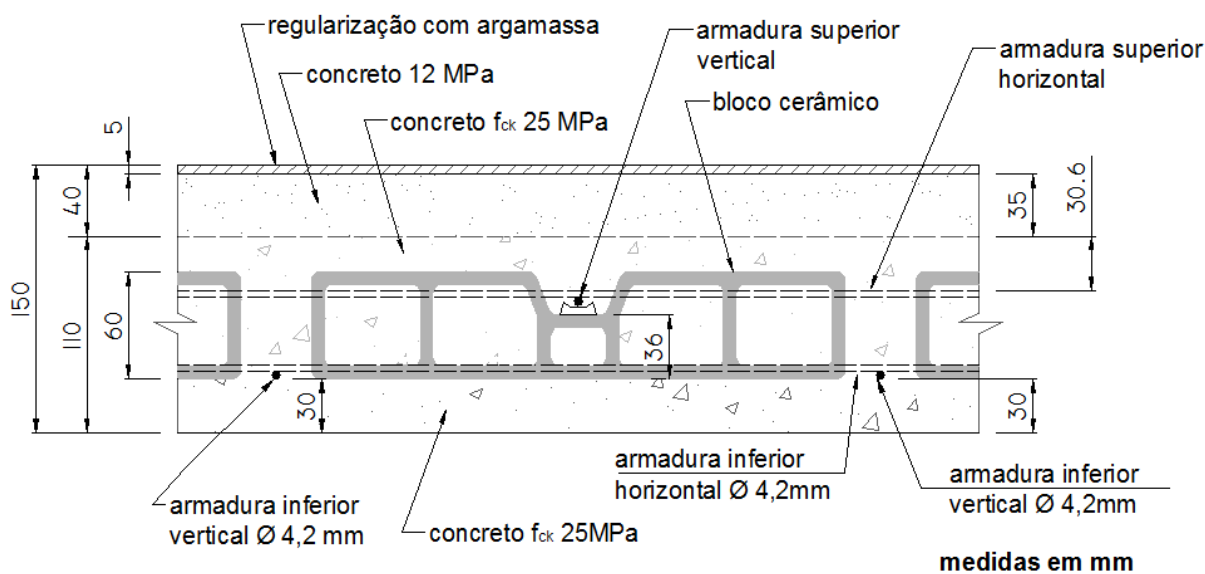


Figura 4 - Corte esquemático de um painel com espessura de 150mm (dimensões sem escala) – painel empregado nas classes I e II de agressividade ambiental (cobrimento mínimo de concreto estrutural de 30mm)

Os painéis possuem um quadro externo e nervuras internas de concreto armado. Emprega-se concreto comum na fabricação dos painéis (massa específica de  $2400 \text{ kg/m}^3$ ). A resistência característica à compressão do concreto, aos 28 dias, é de 25 MPa (consumo de cimento de  $313 \text{ kg/m}^3$  e relação água/cimento  $\leq 0,60$ ). A resistência mínima do concreto especificada para a desenforma (48 horas após a concretagem) é de 10MPa. A consistência do concreto (slump) especificada é de  $70 \pm 10 \text{ mm}$ . A cura é feita umedecendo-se a superfície do painel pelo período de 24 horas após a conclusão da sua moldagem. O cobrimento de concreto das armaduras, para classes I e II, é de 30,0mm em uma face e de 30,6mm na outra face do painel,

garantido pelo posicionamento de espaçadores feitos em argamassa e pelos rebaixos existentes nos blocos.

Os blocos cerâmicos vazados possuem dimensões e formato especialmente desenvolvidos para o produto alvo deste DATec. Os blocos apresentam um rebaixo central, na direção da largura, de 24mm de profundidade. Possuem largura de 280mm e comprimento de 310mm, ambas as dimensões com tolerância de  $\pm 15$ mm. Os blocos tem resistência à compressão, massa específica e absorção de água conforme a ABNT NBR 15270-2: 2005.

A armadura dos painéis é composta por uma malha de aço inferior e outra superior, ambas compostas por fios de aço CA-60 e  $\Phi$  4,2 mm, com espaçamentos de 340mm (espaçamento entre fios verticais) e 310mm (espaçamento entre fios horizontais), ambas dimensões com tolerância de  $\pm 15$ mm. Os fios de aço da malha inferior são apoiados diretamente sobre a primeira camada de concreto. Já para o apoio da malha superior de armadura foram desenvolvidos espaçadores de argamassa pré-moldados, com 5mm de altura, os quais são dispostos sobre os rebaixos dos blocos cerâmicos.

Como armaduras de reforço são utilizadas treliças metálicas na região dos vãos de esquadrias e barras de aço no quadro externo de concreto do painel. A armadura é distribuída no painel conforme projeto de estrutura dos painéis, a ser elaborado pela CASA EXPRESS para cada empreendimento específico. Nos painéis com comprimento maior do que 4000mm é feito reforço de armadura com treliças tipo TR-06 (6cm de altura), dispostas no sentido da altura do painel.

Nas regiões de verga e contra-verga dos vãos é utilizada, como armadura adicional, no mínimo uma barra de aço CA-50 e  $\Phi$  8mm. No caso de sobrados, considera-se no mínimo duas barras de aço CA-50 e  $\Phi$  8mm.

Para o içamento dos painéis, são utilizadas como reforço estrutural barras de aço CA-50 e  $\Phi$  6,3mm ou  $\Phi$  8mm soldadas junto às alças de içamento. A alça para içamento dos painéis é posicionada sobre um espaçador feito de argamassa, com 20mm de altura, o qual é apoiado diretamente sobre o concreto. A Figura 2 mostra a disposição dos blocos cerâmicos e a armadura empregada em um painel típico para casas térreas.

**b) Ligações entre painéis de parede:** os painéis possuem armaduras de ligação nas bordas laterais, para possibilitar a junção lateral entre os mesmos. As armaduras de ligação de cada painel são soldadas às armaduras de ligação dos painéis adjacentes (utilizando-se barras de aço soldáveis). A soldagem das barras de aço existentes nas laterais dos painéis é feita através de solda elétrica, com o uso de barras soldáveis de aço CA-25 de diâmetro 8mm ou 10mm, conforme procedimento executivo da CASA EXPRESS. Para executar as ligações soldadas são adotadas barras de aço:

- retas com 100mm de comprimento, para o encontro entre dois painéis em L;
- retas com 80mm de comprimento, para o encontro entre dois painéis em T;
- em formato de "V" com 180mm de comprimento, mais barras de aço retas com 100mm de comprimento, para os encontros de três painéis;
- em formato de "V" com 180mm de comprimento cada, e barras de aço retas com 120mm de comprimento, para o encontro entre quatro painéis.

Os detalhes e as especificações das armaduras de ligação entre painéis de parede são previstos nos projetos específicos da Casa Express para cada obra, considerando-se no mínimo quatro pontos de solda distribuídos ao longo da altura dos painéis, sendo dois acima da altura das janelas e dois abaixo do peitoril das janelas. De forma geral, as ligações soldadas são efetuadas nas seguintes alturas:

- 390mm, 920mm, 2210mm e 2400mm, para os painéis com altura de 2500mm;
- 39cm, 92cm, 221cm e 250cm, para os painéis com altura de 260cm;
- 39cm, 92cm, 221cm e 260cm, para os painéis com altura de 270cm;
- 39cm, 92cm, 221cm e 270cm, para os painéis com altura de 280cm;



- 39cm, 92cm, 221cm e 280cm, para os painéis com altura de 290cm; e
- 39cm, 92cm, 221cm e 290cm, para os painéis com altura de 330cm.

No caso de painéis com formato em “L”, na região de portas, por exemplo, a fixação do trecho do painel correspondente à bandeira da porta é realizada aos demais painéis com pelo menos dois pontos de solda (as dimensões em altura destes trechos variam de 340mm a 840mm, conforme varia a altura total do painel, de 2500mm a 3000mm). As figuras 5 e 6 exemplificam uma ligação típica.

Posteriormente, preenche-se o vão das juntas entre painéis com graute (resistência característica aos 28 dias de 25MPa), com auxílio de fôrma específica. Após o grauteamento, o tratamento das juntas entre os painéis é realizado com emprego de tela de poliéster fixada com argamassa colante AC-I. O acabamento das juntas é feito com uma camada de argamassa de revestimento (traço em volume 1:4, cimento: areia fina, com aditivo adesivo) e aplicação posterior de emulsão acrílica na região da junta.

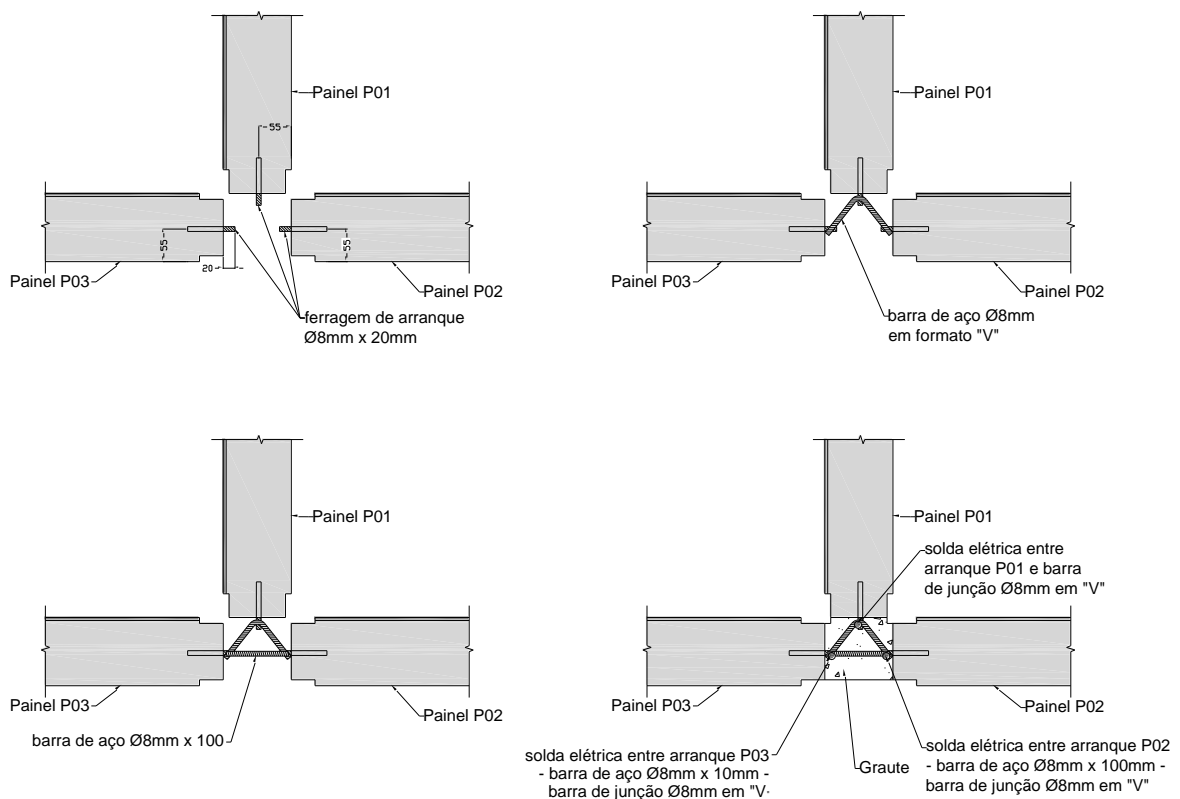


Figura 5– Exemplo da sequencia de montagem de uma junta vertical típica entre painéis de parede (vista em planta)

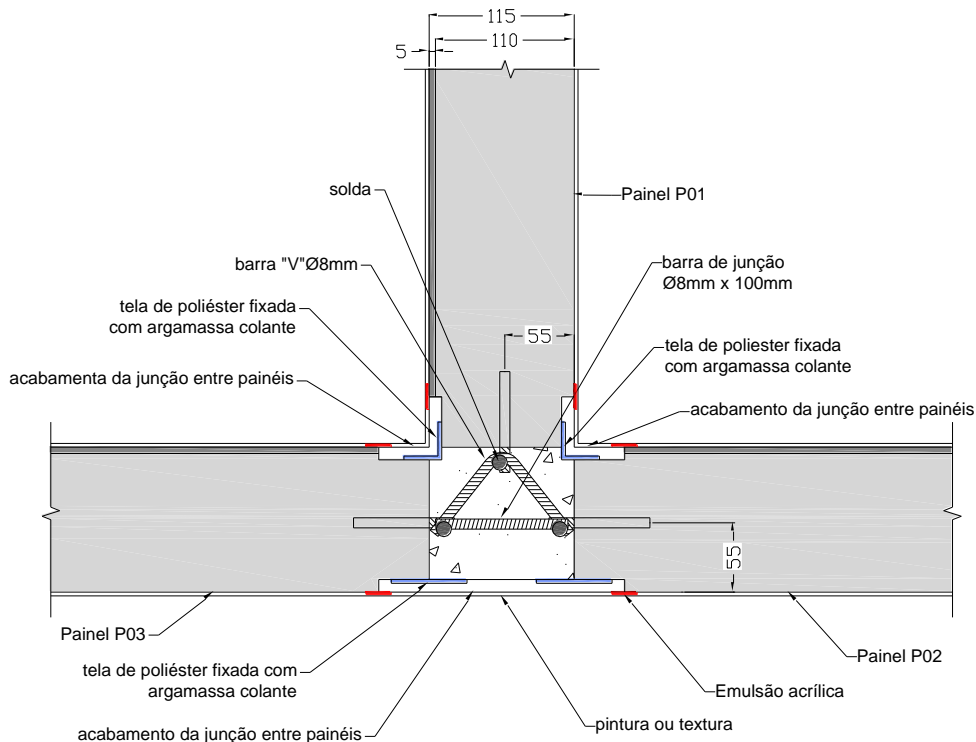


Figura 6– Exemplo de acabamento de junta entre painéis de parede (vista em planta)

- c) Ligações entre painéis de parede e lajes:** as lajes são maciças ou nervuradas, podendo ser moldadas in loco ou pré-moldadas de concreto. As lajes devem atender às normas brasileiras, e podem possuir diferentes espessuras de acordo com os projetos específicos da CASA EXPRESS para cada empreendimento. Em alguns projetos de casa térrea emprega-se apenas o forro de PVC, sem laje. As lajes são apoiadas sobre o topo dos painéis e são utilizados pinos de travamento, conforme projeto estrutural, compostos por barras de aço CA-50  $\Phi$  10mm fixadas com adesivo estrutural de base epóxi e alta fluidez. O tratamento da junta entre painel e laje é feito do lado externo, com aplicação da tela de poliéster assentada com argamassa colante; argamassa de cimento e areia fina (traço 1:4, em volume) com aditivo adesivo; e aplicação de emulsão acrílica.
- d) Interface entre painéis e instalações:** os eletrodutos, as caixas de luz e as tubulações hidráulicas de pequeno porte são embutidas nos painéis de vedação durante a execução dos mesmos. Em painéis estruturais de até 2000mm de comprimento, após a execução da segunda camada de concreto, quando o painel está com 110mm de espessura, são posicionadas as tubulações hidráulicas de pequeno porte (até 20mm de diâmetro). Tais tubulações são cobertas por uma camada de 40mm de concreto com  $f_{ck} = 12\text{MPa}$ , ficando esses painéis específicos com 150mm de espessura total. Caso os painéis estruturais tenham mais de 2000mm de comprimento, a passagem das tubulações hidráulicas é feita por meio de shafts.
- e) Interface entre painéis e esquadrias (janelas e portas externas):** os vãos de portas e janelas são delimitados por fôrmas de aço na moldagem dos painéis. No caso de esquadrias em aço, os marcos são preenchidos com argamassa de cimento e areia (1:3, em volume). Para as portas e janelas, a fixação pode ser feita com grapas ou com parafusos e buchas. No caso de fixação com grapas, os painéis são moldados já com os rebaixos previamente determinados para embutimento das grapas que, posteriormente, são preenchidos com argamassa de cimento e areia (1:3, em volume). As esquadrias são fixadas aos painéis com argamassa colante AC-I. É aplicada emulsão acrílica sobre todo o perímetro das esquadrias na parede de fachada, antes do acabamento. Outros tipos de esquadrias poderão ser adotadas, desde que haja fixação e vedação adequadas na interface com os painéis;

- f) Revestimento e acabamento dos painéis:** os painéis possuem revestimento em argamassa em uma das faces e em concreto na outra. As faces dos painéis voltadas para o lado externo da edificação recebem textura acrílica ou tinta acrílica. As faces dos painéis voltadas para o lado interno da edificação recebem pintura PVA ou acrílica; em áreas molháveis e molhadas podem receber revestimento cerâmico, aplicado de acordo com normas técnicas brasileiras pertinentes.

No caso de classe de agressividade ambiental III, são válidas as especificações técnicas complementares, de g) a i), referentes à classe de resistência do concreto e aos cobrimentos de armadura (vide figuras 7 e 8):

- g)** Posicionamento de espaçadores com 5mm de altura sobre a 1ª camada de concreto aplicada no painel (camada esta com 30mm de espessura), conferindo um cobrimento de 35mm para a armadura apoiada sobre estes espaçadores;
- h)** Para painéis de parede localizados em áreas com ação da umidade ou da água (banheiros, cozinhas e áreas de serviço), é eliminado o reboco de regularização de 5mm e aplicado concreto (fck 30 MPa) até o topo da fôrma, de modo que o cobrimento de 35,6mm da armadura superior seja todo em concreto. com assentamento de azulejo sobre o concreto, com os cuidados necessários para garantir a aderência do revestimento cerâmico. Nas regiões acabadas com pintura, será considerada regularização com camada de reboco sobre o concreto, com os cuidados necessários para garantir a aderência da camada de regularização.
- i)** Necessidade de manter o controle rigoroso para o posicionamento das armaduras e garantia da resistência mínima característica do concreto de 30MPa, haja vista ter sido considerada uma variabilidade de 5mm para o cobrimento do concreto ( $\Delta c = 5\text{mm}$ ), o que possibilita a redução do cobrimento em 5mm em relação à tabela prevista na Diretriz SiNAT 002 considerada.

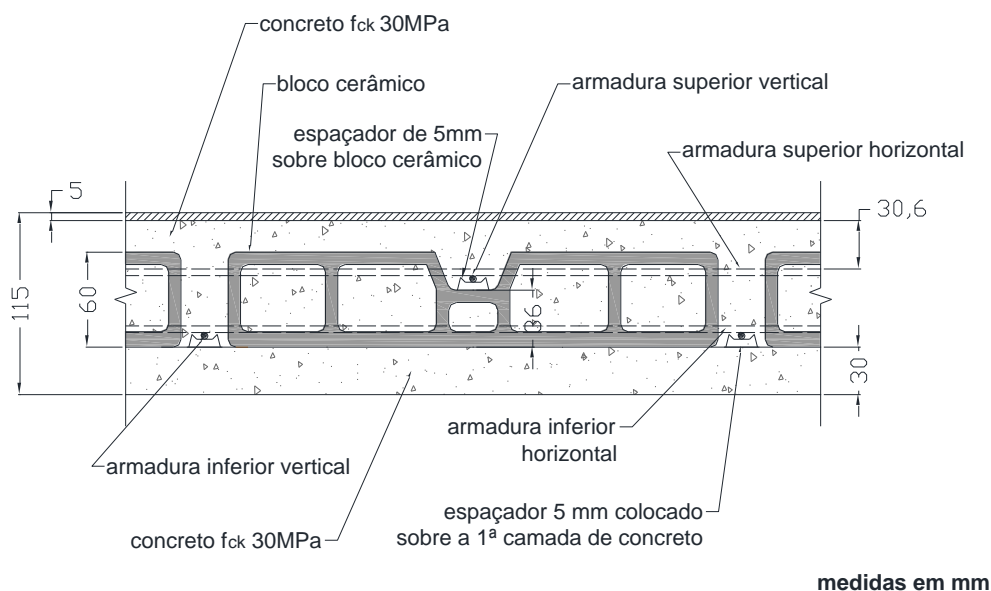


Figura 7–Corte esquemático de um painel com espessura de 115mm (dimensões sem escala)–seção do painel com a face superior voltada para áreas internas secas (painéis a serem empregados em regiões consideradas de classe de agressividade ambiental III).



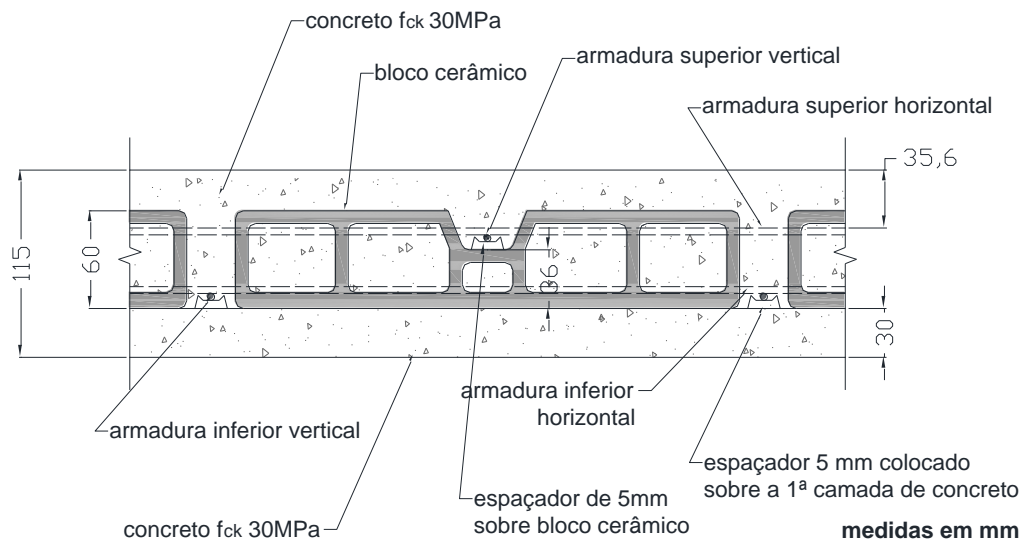


Figura 8—Corte esquemático de um painel com espessura de 115mm (dimensões sem escala) – seção do painel com a face superior voltada para áreas molháveis ou molhadas, como banheiros, cozinhas e áreas de serviço (painéis a serem empregados em regiões consideradas de classe de agressividade ambiental III).

O painel com espessura de 150mm e cobertura mínimo da armadura de 35mm (face inferior), conforme esquema apresentado na Figura 9, é empregado em regiões consideradas de classe de agressividade ambiental III em paredes entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), conforme projeto específico.

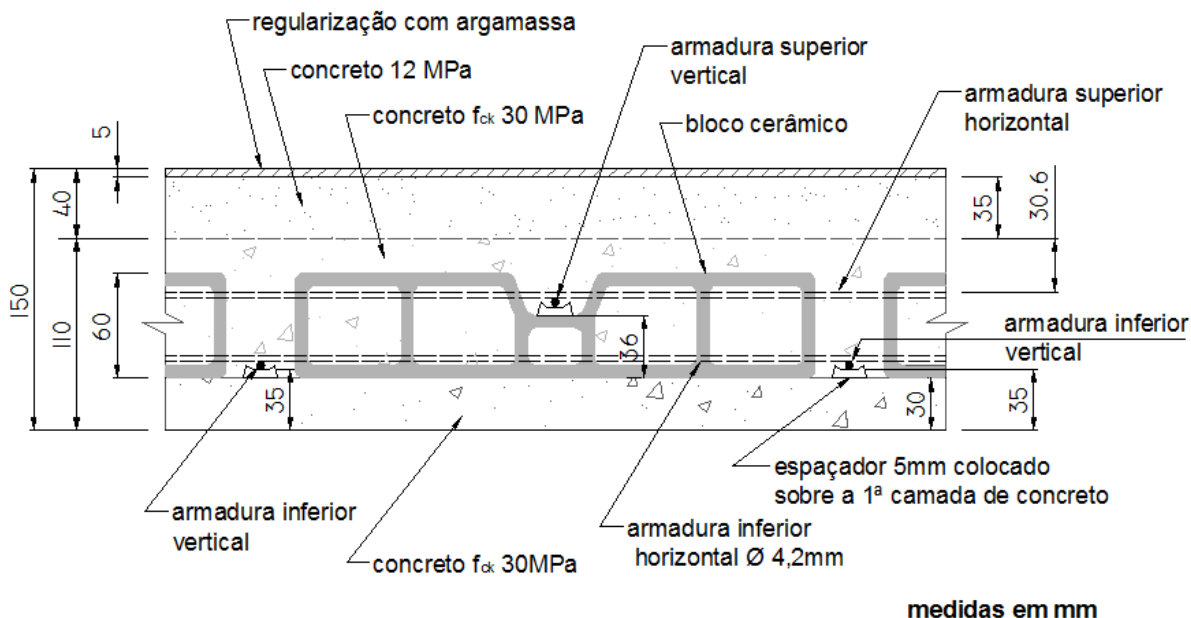


Figura 9 - Corte esquemático de um painel com espessura de 150mm (dimensões sem escala) –para uso entre unidades habitacionais autônomas, a serem empregados em regiões consideradas de classe de agressividade ambiental III – cobertura mínimo de 30mm; no caso de painéis voltados para áreas internas molhadas, a espessura de concreto estrutural (face superior) tem 35mm.

### 3.2.Procedimento de execução

A seqüência de atividades para produção e montagem dos painéis, apresentada a seguir, pôde ser observada nas visitas técnicas realizadas em obras da CASA EXPRESS (unidade de produção em Itapira/SP e obras em Hortolândia/SP e Santa Barbara d'Oeste/SP), considerando obras inseridas na classe de agressividade ambiental II.

- a) Preparação das fôrmas: limpeza e aplicação de desmoldante (Figura 8), para moldagem dos painéis na posição horizontal;
- b) Lançamento da primeira camada de concreto e adensamento com rolo de metal (Figura 9). Para se garantir a espessura da camada de concreto, colocam-se galgas de 30mmx30mm na fôrma.



Figura10– Vista de uma fôrma para moldagem dos painéis, com desmoldante aplicado



Figura 11 – Adensamento com rolo da primeira camada de concreto já lançada

- c) Posicionamento das armaduras de reforço (treliças metálicas de 6cm de altura) na região dos vãos de portas e janelas, diretamente apoiadas sobre a primeira camada de concreto(Figura 12).
- d) Posicionamento dos blocos cerâmicos sobre o concreto fresco (Figura11), conforme projeto executivo de cada painel.



Figura 12- Posicionamento das treliças metálicas nas regiões dos vãos de janelas e portas



Figura13– Posicionamento dos blocos cerâmicos, conforme projeto de cada painel

- e) Posicionamento da malha inferior de armadura do painel (Figura 14). Os fios de aço são apoiados diretamente sobre o concreto e dispostos nos espaçamentos entre os blocos cerâmicos na direção longitudinal e na direção transversal do painel;
- f) Posicionamento da malha superior de armadura do painel (Figura 14). Na direção longitudinal do painel (vertical), os fios de aço são apoiados sobre os espaçadores de argamassa dispostos nos rebaixos dos blocos cerâmicos; e na direção transversal (horizontal), os fios de aço são apoiados diretamente sobre os fios já dispostos na outra direção, nos vãos entre os blocos cerâmicos;



Figura 14– Posicionamento dos fios de aço para formação das malhas inferiores e superiores da armadura, conforme projeto de cada painel; detalhe dos espaçadores de argamassa.

- g) Lançamento e adensamento da segunda camada de concreto, preenchendo-se todos os vãos entre os blocos cerâmicos e o quadro externo do painel, além da superfície do painel (Figura 15).
- h) Execução de uma camada de argamassa de revestimento (Figura 14) com espessura de 05mm, logo após o adensamento da camada de concreto, que é sarrafeada e desempenada para conferir o acabamento dessa face do painel. Cura com aspersão de água de no mínimo 48 horas e, posteriormente, içamento do painel.



Figura 15– Lançamento da segunda camada de concreto, com preenchimento prévio das nervuras.



Figura 16– Execução da camada de argamassa de revestimento na face superior do painel

- i) Embutimento de tubulações hidráulicas em painel estrutural com até 2m de comprimento. Posicionamento das tubulações sobre a segunda camada de concreto e lançamento de mais uma camada de concreto com  $f_{ck} = 12\text{MPa}$  (Figura 15e Figura 16);



Figura 17– Posicionamento das tubulações hidráulicas sobre a segunda camada de concreto



Figura 18– Lançamento de mais uma camada de concreto sobre as tubulações ( $f_{ck} = 12\text{MPa}$ )



- j) A montagem do painel em obra é permitida após 48 horas da sua produção;
- k) Locação das paredes previamente demarcadas sobre a fundação e posicionamento dos painéis sobre bases guias de ferro fundido (Figura 19). Os painéis são travados na parte superior para ajustar o alinhamento e o prumo (Figura 20);



Figura 19– Base guia provisória para travamento inferior dos painéis



Figura 20– Peças provisórias para travamento superior dos painéis

- l) Ligação entre os painéis por meio de pontos de solda distribuídos ao longo da altura, utilizando-se barras de aço soldáveis (Figura 21e Figura 22);



Figura 21– Detalhe da solda entre as armaduras de dois painéis (junta de canto)



Figura 22– Detalhe da solda entre as armaduras de três painéis (junta em T)

- m) Substituição das bases de ferro fundido por calços de argamassa nas interfaces entre painéis e fundação (Figuras 23 e 24).



Figura 23– Ferramenta utilizada para aliviar a carga sobre as bases de ferro fundido, permitindo a sua retirada (movimentação de aproximadamente 2mm).



Figura 24– Calços de argamassa colocados nas interfaces entre painéis e fundações (ou lajes de piso) para substituir as bases de ferro fundido.

- n) Preenchimento do vão entre a parte inferior dos painéis e o piso, ou elemento de fundação, com argamassa de cimento e areia (1:3 em volume) com aditivo impermeabilizante e expensor (Figura 25), e aplicação de emulsão acrílica sobre essa argamassa, depois de seca (Figura 26).



Figura 25– Aplicação de argamassa com aditivo impermeabilizante.



Figura 26– Aplicação de emulsão acrílica sobre a argamassa de regularização da base dos painéis.

- o) Grauteamento das juntas entre os painéis, com o auxílio de fôrmas metálicas (Figura 27);  
p) Colocação de tela de poliéster nos rebaixos verticais das juntas entre painéis, fixando as mesmas com argamassa colante AC-I (Figura 28).



Figura 27– Grauteamento das juntas entre painéis.



Figura 28– Colocação da tela de poliéster fixada com argamassa colante.

- q) Acabamento das juntas com argamassa (Figura 29) e aplicação de emulsão acrílica, após secagem da argamassa (Figura 30). Em seguida, as paredes recebem o acabamento final.



Figura 29– Acabamento das juntas com revestimento em argamassa



Figura 30– Aplicação da emulsão acrílica nas juntas entre painéis

- r) Colocação de portas e janelas: embutimento das grapas nos rebaixos deixados durante a moldagem dos painéis (Figura 31), preenchimento do rebaixo e de todo o perímetro da esquadria com argamassa (Figura 32), e aplicação de emulsão acrílica nas interfaces entre painel e esquadria (Figura 33), após secagem da argamassa;



Figura 31– Embutimento da grapa no rebaixo do painel



Figura 32– Fixação com argamassa



Figura 33– Aplicação de emulsão acrílica nos perímetros das esquadrias

As Figuras 34 e 35 ilustram os “painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes” aplicados em um sobrado em execução e em uma casa térrea construída.



Figura 34– Sobrado em execução com emprego dos painéis pré-moldados mistos CASA EXPRESS



Figura 35– Casa térrea executada com emprego dos painéis pré-moldados mistos CASA EXPRESS

No caso de painéis a serem empregados em regiões de classe de agressividade ambiental III, os procedimentos são complementados considerando-se as especificações técnicas e os detalhes constantes do item 3.1, alíneas g), h) e i).



## 4. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi conduzida conforme a Diretriz SINAT 002 –revisão 01, considerando análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural e vistorias em obras, conforme Relatórios Técnicos e de ensaios citados no item 6.2.

Os ensaios realizados em painéis consideraram a configuração para emprego em regiões de classe de agressividade ambiental I e II, conforme especificações técnicas constantes do item 3.1, alíneas a) a f).

### 4.1. Desempenho estrutural

A resistência característica especificada para o concreto empregado nos painéis pré-moldados é igual ou maior que 25MPa, conforme verificado nos ensaios de caracterização do concreto realizado em laboratório e nos ensaios de controle da qualidade realizados tanto na unidade de produção dos painéis quanto nas obras auditadas.

Foram realizados ensaios de compressão excêntrica para avaliar a resistência a 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.

Tabela 1 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica

Corpo-de-prova ensaiado	Carga do primeiro dano (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)
CP 1	833,3 *	833,3
CP 2	416,7 **	666,7
CP 3	500,0 **	621,7
Média	583,3	707,2

(\*) Primeiro dano para CP1: Logo antes da ruptura, ocorreu esmagamento localizado na argamassa de revestimento (face posterior) e, ao mesmo tempo, fissuras na metade inferior das duas faces laterais (espessuras).

(\*\*) Primeiro dano para CP2 e CP3: Fissuras na metade inferior das duas faces laterais (espessuras).

Considerando a equação que dimensiona a resistência última apresentada na NBR 15.575-2:2013, determina-se para a compressão excêntrica  $R_{ud}=231,5$  kN/m; considerando-se uma carga atuante de 17,5 kN/m, informada pela CASA EXPRESS para o projeto estrutural dos sobrados, das casas sobrepostas e dos edifícios habitacionais de dois pavimentos (térreo e superior), e aplicando-se um coeficiente de majoração de 1,4, tem-se que:  $P_{max}<R_{ud}$ . Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Conforme mostramos resultados apresentados na Tabela 1, a verificação da resistência de serviço, para a carga de aparecimento do primeiro dano ou para os deslocamentos horizontais máximos permitidos, também foi analisada com base na equação apresentada na NBR 15.575-2:2013. Considerou-se, para efeito de avaliação do estado limite de serviço, as cargas em que ocorreram danos nos painéis, obtendo-se  $R_{sd} = 104,2$  kN/m. Verificou-se que as cargas de serviço atuantes são inferiores aos valores de resistência de serviço e que não foram observados deslocamentos horizontais maiores que os permitidos ( $h/500$ ) nos painéis durante o ensaio, concluindo-se que os painéis de parede ensaiados também atendem ao estado limite de utilização.

Foi feita análise dos projetos estruturais e dos memoriais de cálculo das casas térreas, dos sobrados e das casas sobrepostas. Para tanto, foram analisados os seguintes documentos: cálculo estrutural; projeto estrutural; cálculo do içamento dos painéis; detalhamento da seção dos painéis; detalhamento da estrutura; projeto arquitetônico; cálculo estrutural e detalhamento das armaduras de reforço para painéis com aberturas de portas e janelas. Os documentos técnicos analisados atendem às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002, revisão 01.

Foi feito ensaio de impacto de corpo mole, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 002, revisão 01. Os resultados indicaram que não foram verificados deslocamentos além daqueles previstos na DIRETRIZ e também não foram apresentadas não conformidades para as energias de impacto, de 120J a 720J, em relação aos critérios de desempenho. Portanto, consideram-se atendidas as exigências da DIRETRIZ quanto aos impactos de corpo mole.

Foi feito ensaio de impacto de corpo duro em campo, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 002, revisão 01. Foram realizados ensaios com impactos internos e externos nas duas faces dos painéis. Como os resultados indicaram comportamento satisfatório em ambas às faces consideram-se atendidos os critérios da DIRETRIZ SINAT Nº 002 quanto à resistência a impactos de corpo duro.

Foi realizado ensaio de solicitações de peças suspensas, conforme DIRETRIZ SINAT Nº 002, considerando dispositivo padrão com duas mãos francesas distantes de 50cm, ensaio de 24h e carga limite de 80kgf. O tipo de fixação empregada no ensaio foi a bucha plástica U10, com parafuso ST (6,3mm x 78mm), cabeça sextavada. Nessas condições, pode-se considerar o comportamento das paredes com painéis satisfatório quanto às solicitações transmitidas por peças suspensas, conforme a DIRETRIZ SINAT Nº 002. Para outros tipos de fixação a CASA EXPRESS poderá realizar ensaios específicos, informando ao usuário as cargas de uso e não as cargas de ruptura; se forem conduzidos ensaios de curta duração, e não de 24 horas de duração, deve-se adotar um coeficiente de segurança mínimo igual a 3 para as cargas de uso, em relação às cargas de ruptura do sistema de fixação.

Foi realizado ensaio de solicitações transmitidas por portas, considerando fechamento brusco da folha de porta e impacto de corpo mole na folha de porta. Os resultados mostraram que foi atendido o critério da DIRETRIZ SINAT Nº 002 quanto às solicitações transmitidas por portas.

A partir da análise dos resultados dos ensaios realizados e da documentação técnica apresentada pela CASA EXPRESS, conclui-se que o produto atende aos requisitos e critérios de desempenho estrutural estabelecidos na DIRETRIZ SINAT nº 002 para a construção de casas térreas, sobrados, edifícios de pavimento térreo mais um pavimento superior e de casas sobrepostas, mediante projeto específico para cada empreendimento. Ressalta-se que, para cada empreendimento, a CASA EXPRESS deve elaborar projeto estrutural dos painéis e da edificação como um todo.

## **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 à edificação.

Foi realizado ensaio laboratorial para avaliação da estanqueidade à água de chuva das fachadas, considerando a junta entre painéis. O painel ensaiado foi revestido com selador e textura acrílica, conforme especificação da CASA EXPRESS para as paredes de fachada. O ensaio foi feito com a pressão estática de 50Pa aplicada em painéis que haviam sido submetidos anteriormente ao ensaio de choque térmico. Não foram observadas infiltrações, formação de gotas de água aderentes na face interna, nem manchas de umidade ou vazamentos, o que atende aos critérios exigidos pela DIRETRIZ SINAT Nº002.

As paredes externas recebem selador e textura ou tinta acrílica, contribuindo na impermeabilização destas superfícies, podendo, ainda, ser aplicado revestimento cerâmico e outros elementos decorativos. Já as faces dos painéis voltadas para o lado interno da edificação recebem pintura com tinta PVA ou acrílica, e revestimentos cerâmicos. Além disso, tem-se como especificação de projeto, que a calçada ao redor da edificação tenha sua largura 100mm maior do que a projeção horizontal do beiral do telhado. Assim, considerando as características das paredes executadas com os painéis CASA EXPRESS, considera-se que a DIRETRIZ SINAT Nº002 é atendida quanto ao requisito de estanqueidade à água de chuva em paredes externas.

Em relação à interface das paredes com as esquadrias, tem-se que os marcos são preenchidos com concreto, as grapas são embutidas e fixadas com argamassa, as interfaces são preenchidas com argamassa colante e, após a secagem, aplica-se emulsão acrílica nas interfaces das paredes com as esquadrias. Considera-se, portanto, que esse procedimento satisfaz às condições de

estanqueidade à água de chuva da interface entre painel e esquadrias. Além disso, as esquadrias utilizadas devem atender as normas brasileiras em vigor.

A estanqueidade à água das paredes internas em contato com água de uso e lavagem é considerada satisfatória, em razão, também, das características construtivas desse painel de parede. Além disso, os painéis recebem pintura com duas demãos de tinta PVA ou acrílica nas áreas secas e, nas áreas submetidas à ação de água de uso e lavagem, os painéis recebem revestimento cerâmico, o que contribui com a estanqueidade à água das paredes.

Com relação à estanqueidade à água das juntas (interfaces) entre painéis de parede e pisos internos e externos, verificou-se uma diferença de cotas entre o piso interno e externo da casa de, no mínimo 30mm; uma diferença de cotas de 10mm entre o piso do banheiro e do corredor; e uma diferença de 20mm entre o piso do banheiro e do box. Tais diferenças de cotas auxiliam na estanqueidade à água da interface entre base de parede constituída de painéis e pisos internos. Os projetos consideram que todos os pisos de áreas molháveis e molhadas (cozinhas, banheiros e áreas de serviço) são revestidos com revestimento cerâmico, condição considerada satisfatória quanto à estanqueidade. As áreas secas (dormitórios e salas) podem ser revestidas com piso cimentado desempenado ou revestimento cerâmico, dependendo de cada projeto.

Com relação à impermeabilização na interface das paredes com a fundação, tem-se que os painéis são apoiados sobre calços de argamassa e o vão entre a parte inferior dos painéis e o piso, ou elemento de fundação, é preenchido com argamassa de cimento e areia (1:3 em volume) com aditivo impermeabilizante e espansor. Posteriormente, de forma a proteger a base da parede, na região da junta, é aplicada emulsão acrílica sobre a argamassa.

No caso da estanqueidade da cobertura devem ser atendidas as normas brasileiras relativas a telhados com telhas cerâmicas.

Portanto, os resultados obtidos no ensaio laboratorial e as análises realizadas indicam que a DIRETRIZ SINAT N°002 é atendida quanto ao requisito de estanqueidade à água.

### **4.3. Desempenho térmico**

Foram feitas simulações computacionais para avaliar o desempenho térmico de edificações que empregam os painéis pré-moldados objeto deste DATec. As simulações consideraram as zonas climáticas brasileiras Z1, Z2, Z3, Z4,Z5, Z6, Z7 e Z8 constantes da NBR 15.220:2005, para a tipologia de casas térreas, e as zonas Z1, Z2, Z5, Z6, Z7 e Z8 para os sobrados.

As simulações foram feitas para diferentes tipologias de projetos, considerando as paredes internas e externas com painéis de espessura de 115mm, as quais são apresentadas a seguir:

Tipo A: Casa térrea isolada, com cobertura em laje mista de concreto e cerâmica (espessura de 100mm) e telhado com telhas cerâmicas;

Tipo B: Casa térrea isolada, com forro de PVC (espessura de 10mm) e telhado com telhas cerâmicas; Tipo C: Casa térrea isolada, com forro de PVC, com emprego de isolante térmico (camada de lã de rocha com espessura de 50mm) e telhado com telhas cerâmicas;

Tipo C1: Casa térrea isolada, com laje de cobertura maciça de concreto (espessura de 80mm), e telhado com telhas cerâmicas;

Tipo D: Sobrado isolado, com laje intermediária maciça de concreto (espessura de 80mm), com forro de PVC (espessura de 10mm) e telhado com telhas cerâmicas;

Tipo E: Sobrado isolado, com laje intermediária maciça de concreto (espessura de 80mm), com forro de PVC (espessura de 10mm), com subcobertura sob as telhas (emissividade de 0,1), e telhado com telhas cerâmicas;

Tipo F: Sobrado isolado, com laje intermediária maciça de concreto (espessura de 80mm), laje de cobertura maciça de concreto (espessura de 80mm), com forro de PVC (espessura de 10mm) sob a laje, e telhado com telhas cerâmicas.

Conclui-se que as edificações que empregam os painéis para paredes Casa Express têm potencial para apresentarem desempenho térmico mínimo, desde que consideradas as condições das Tabelas 2 e 3, para as diferentes tipologias consideradas; para outros projetos e outras zonas bioclimáticas recomenda-se a elaboração de análises específicas.

Para a avaliação do desempenho térmico considerou-se os seguintes parâmetros: absorvância à radiação solar da superfície externa das paredes igual a:  $\alpha < 0,3$  (cores claras),  $0,3 < \alpha < 0,5$  (cores médias) e  $\alpha > 0,7$  (cores escuras). Nas Tabelas 2 e 3 apresenta-se um resumo das cores possíveis de serem utilizadas nas fachadas para as zonas bioclimáticas analisadas.

Tabela 2 – Condições necessárias para que as casas térreas, com as respectivas tipologias de projeto atendam às exigências da DIRETRIZ SINAT N° 002

Zonas bioclimáticas	Tipologia de projeto avaliada	Cor do acabamento externo das paredes de fachada			
		Condição padrão <sup>(a)</sup>	Com sombreamento <sup>(b)</sup>	Com ventilação <sup>(c)</sup>	Com sombreamento e ventilação
1	Tipo B	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
	Tipo C1	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
2	Tipo B	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
	Tipo C1	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
3	Tipo A	Clara	Clara	Clara	Clara
4	Tipo B	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
5	Tipo B	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
	Tipo C1	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
6	Tipo B	Clara	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
	Tipo C1	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
7	Tipo A	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
	Tipo B	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
8	Tipo C	Não atende	Clara	Não atende	Clara

Tabela 3 – Condições necessárias para que os sobrados, com as respectivas tipologias de projeto, atendam às exigências da DIRETRIZ SINAT N° 002

Zonas bioclimáticas	Tipologia de projeto avaliada	Cor do acabamento externo das paredes de fachada			
		Condição padrão <sup>(a)</sup>	Com sombreamento <sup>(b)</sup>	Com ventilação <sup>(c)</sup>	Com sombreamento e ventilação
1	Tipo D	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
	Tipo F	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
2	Tipo D	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
	Tipo F	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
5	Tipo D	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>

	Tipo F	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
6	Tipo D	Clara	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
	Tipo F	Clara ou Média	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
7	Tipo D	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
	Tipo F	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>	Qualquer cor <sup>(d)</sup>
8	Tipo E	Não atende	Clara ou Média	Clara ou Média	Clara ou Média
	Tipo F	Não atende	Clara	Clara ou Média	Clara ou Média

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

Foram realizados ensaios em laboratório para a determinação do índice de isolamento sonora ponderado ( $R_w$ ) de paredes cegas constituídas de duas espessuras diferentes de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos. O painel com 115mm de espessura, conforme Relatório de Ensaio IPT n.º 1013479-203, obteve o resultado de  $R_w = 45\text{dB}$ , e o painel com 150mm de espessura, conforme Relatório de Ensaio IPT n.º 1052767-203, obteve o resultado de  $R_w = 50\text{dB}$ .

Tais valores devem ser considerados para análise da isolamento aérea da fachada, considerando também outros componentes construtivos como janelas, observando-se as exigências da ABNT NBR 15.575-4:2013, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Síntese dos critérios de desempenho para fachadas e do resultado do ensaio de isolamento sonora em laboratório

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

Para as paredes cegas entre unidades habitacionais autônomas e áreas comuns, entre unidades habitacionais autônomas com e sem ambiente dormitório, devem ser consideradas as exigências da ABNT NBR 15.575-4:2013, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – 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

Comparando-se os resultados obtidos nos ensaios em laboratório diretamente com os valores de referência para isolamento sonora entre ambientes, observa-se que o painel de 115mm de espessura 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 autônoma e áreas de permanência de pessoas, atividades de lazer, etc., conforme a ABNT NBR 15.575-4:2013. Já o painel de 150mm de espessura atende a todos os critérios mínimos de desempenho de isolamento sonora apresentados nas Tabelas 4 e 5.

#### 4.5. Durabilidade e Manutenibilidade

Foram feitas análises de projeto e ensaios para avaliar os requisitos considerados importantes para a durabilidade dos painéis para parede CASA EXPRESS.

Verificou-se a relação entre a classe de agressividade ambiental e as características do concreto especificado, como a resistência à compressão, a relação água-cimento e o consumo mínimo de cimento. Os painéis pré-moldados CASA EXPRESS enquadra-se na classe de concreto C25 para as classes I e II de agressividade ambiental (concreto com consumo de cimento de  $313 \text{ kg/m}^3$ ,  $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$  e relação água/cimento  $\leq 0,60$ ).

Quanto ao cobrimento das armaduras, verifica-se que as barras de aço são protegidas por uma camada de concreto de 30,0mm na face do painel em contato com a pista de concretagem e de 30,6mm na face superior. O cobrimento nominal ( $c_{nom}$ ) exigido na DIRETRIZ SINAT N°002 para os painéis de parede é de 25mm, considerando Classe II de agressividade ambiental,  $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$ , relação água/cimento  $\leq 0,60$  e adotando-se  $\Delta c = 5\text{mm}$  ( $\Delta c =$  tolerância de execução para o cobrimento). O cobrimento das armaduras das lajes, consideradas convencionais, devem estar de acordo com a NBR 6118:2007.

Do ponto de vista da durabilidade da estrutura, particularizada para a resistência à corrosão das armaduras, conclui-se que os painéis e juntas atendem as exigências previstas para as regiões rurais e urbanas, ou seja, Classes I e II de agressividade ambiental. São previstas manutenções periódicas da unidade habitacional pelo usuário, particularmente quanto à pintura das paredes.

Para outras classes de agressividade ambiental devem ser considerados os critérios contidos na DIRETRIZ SINAT 002 e em normas técnicas aplicáveis, considerando-se a classe de resistência



do concreto, a máxima relação a/c, o consumo de cimento mínimo e os cobrimentos de concreto nominais. Para a classe III de agressividade ambiental, os painéis são produzidos com concreto com  $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$ , relação água/cimento  $\leq 0,55$  e consumo de cimento mínimo de  $320\text{kg/m}^3$ , conforme especificações técnicas e detalhes complementares apresentados no item 3.1, alíneas g), h) e i); nesta condição, também são observados os cobrimentos mínimos de concreto das armaduras, conforme previsto na DIRETRIZ SINAT 002, de 35mm para paredes externas e internas de áreas molháveis, e de 30mm para paredes internas de áreas secas, considerando-se  $\Delta c = 5\text{mm}$ .

Foram feitos dois ensaios laboratoriais para determinação do comportamento do painel de 115mm de espessura total submetido à ação de calor e choque térmico. O primeiro ensaio foi realizado com apenas um painel (1200mm de comprimento) sem restringir sua movimentação lateral, sendo que os resultados obtidos atenderam às exigências da DIRETRIZ SINAT 002. O segundo ensaio foi feito em um trecho de parede de 2400mm, com restrição de movimentação lateral, com uma junta entre três painéis, tendo dois painéis o comprimento de 1200mm e o terceiro painel, ortogonal a esses, o comprimento de 400mm, todos com altura de 2700mm (pé-direito). Após a execução de dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, a parede não apresentou ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos e outros danos, nem deslocamento horizontal instantâneo superior a  $h/300$ . Conclui-se, portanto, que foram atendidas as exigências da DIRETRIZ SINAT 002 quanto ao requisito de resistência à ação de calor e choque térmico. Foi também realizado um ensaio de estanqueidade à água de paredes externas, após o término do segundo ensaio de choque térmico, e os resultados atendem aos critérios estabelecidos na DIRETRIZ SINAT 002.

A manutenibilidade foi avaliada considerando-se o conteúdo do Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação, elaborado pelo proponente da tecnologia. Foram analisados, particularmente, os itens relativos aos elementos construtivos que compõem ou têm interferência com os painéis pré-moldados mistos de concreto e blocos cerâmicos. No referido manual foram considerados períodos de vida útil de projeto, VUP, conforme DIRETRIZ SINAT 002, também sendo especificados os cuidados para a utilização e manutenção adequada do produto alvo deste DATec, incluindo recomendação de inspeções periódicas na fachada visando à identificação de eventuais falhas e a necessidade de execução de reparos localizados. Portanto, considera-se que o Manual de Uso, Operação e Manutenção do atende as condições de manutenibilidade especificadas na DIRETRIZ SINAT 002. Para cada empreendimento será entregue o Manual de Uso, Operação e Manutenção ao usuário.

#### **4.6. Segurança ao fogo**

Os painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos são compostos por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de incêndio. Também apresentam características adequadas em termos de desenvolvimento de fumaça, não agravando o risco de incêndio.

Foi realizado ensaio laboratorial de resistência ao fogo, conforme DIRETRIZ SINAT 002, com painel de parede com espessura de 115mm. Os resultados demonstraram que esse painel atende aos requisitos de estanqueidade a chamas, isolamento térmico e estabilidade estrutural, durante um período de 30 minutos. No ensaio foi aplicada uma carga de serviço de 17,5 kN/m, característica dos projetos enviados pela CASA EXPRESS.

Conclui-se, portanto, que as paredes de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos atende às exigências da DIRETRIZ SINAT 002 quanto à segurança ao fogo para casas térreas, sobrados, casas sobrepostas e edifícios de dois pavimentos (térreo e superior).

### **5. Controle da qualidade**

Foram feitas auditorias na unidade de produção e em obras, tanto em execução quanto já entregues, as quais empregavam a tecnologia da CASA EXPRESS de paredes constituídas de

painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, para verificar se o controle da qualidade do processo de produção estava sendo aplicado conforme a DIRETRIZ SINAT 002.

As auditorias iniciais foram executadas conforme as exigências e especificações do item 6: “Controle da qualidade na produção e na montagem” da DIRETRIZ SINAT 002. Foram verificados nas obras os aspectos de controle relacionados abaixo. Tais aspectos devem ser continuamente controlados pela CASA EXPRESS.

- recebimento de materiais e componentes (blocos cerâmicos, armaduras, argamassa, graute e concreto; no caso do concreto são realizados ensaios de verificação da consistência e da resistência à compressão na idade de desenforma e aos 28 dias);
- sequência e qualidade das etapas de produção (preparo das fôrmas; posicionamento e cobrimento das armaduras; posicionamento dos blocos cerâmicos; mistura, lançamento e adensamento do concreto; execução de revestimentos; cura; transporte e armazenamento);
- recebimento dos painéis após desenforma (identificação, tolerâncias dimensionais, aparência, eventual presença de falhas, etc.);
- sequência e qualidade da montagem dos painéis em canteiro de obras (ligação com fundação, travamento, alinhamento e prumo dos painéis, soldas, grauteamento, tratamento das juntas, acabamentos, interfaces com esquadrias e demais componentes, etc.).

Ressalta-se a importância da verificação e controle da estanqueidade à água das instalações hidráulicas embutidas nos painéis, realizadas na fase de produção dos kits hidráulicos ou na fase de fabricação dos painéis.

Os controles realizados nas obras são baseados em documentos técnicos que preveem controle da qualidade dos projetos, do recebimento de materiais, da produção e do recebimento dos painéis após fabricação, e da montagem dos painéis. A CASA EXPRESS é responsável pelo desenvolvimento desses documentos técnicos de controle e pela sua aplicação durante a execução das obras, o que foi constatado nas unidades de produção dos painéis e nas obras auditadas.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pela CASA EXPRESS no processo de produção e no produto final, incluindo análise dos resultados históricos do controle tecnológico dos materiais e componentes dos painéis pré-moldados para paredes Casa Express.

## **6. Fontes de informação**

As principais fontes de informação são os documentos técnicos da empresa, os Relatórios Técnicos emitidos pelo IPT e os DATec's já emitidos pelo SINAT.

### **6.1. Documentos da empresa**

- Projetos e memoriais dos empreendimentos avaliados;
- Fichas do sistema de controle do processo produtivo dos painéis;
- Relatórios de ensaios de controle da resistência à compressão do concreto das paredes;
- Procedimentos de execução das paredes com painéis ;
- Procedimentos para recebimento, inspeção e armazenamento de materiais e ensaios de materiais;
- Manual de uso e manutenção dos painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes (Manual do técnico do produto Casa Express ).

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

- Relatório Técnico nº 136 910-205 - Auditoria técnica periódica para verificação do controle da qualidade na produção do produto: “Sistema Casa Express de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes”, para emprego em casas térreas, sobrados, casas sobrepostas e edifícios de dois pavimentos – conforme DATec 009A (março de 2014)
- Relatório Técnico nº133 071-205 - Auditoria técnica para verificação do controle da qualidade na produção de sistema construtivo constituído por paredes em painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, para emprego em casas térreas, sobrados, casas sobrepostas e edifícios de dois pavimentos (térreo e superior) – conforme DATec 009<sup>a</sup> (maio de 2013);
- Relatório de Ensaio nº 1 052 767-203 – Determinação da isolamento sonora de ruído aéreo, realizada em laboratório, em painéis com espessura de 15cm (março de 2014);
- Relatório Técnico nº 133 444-205 – Avaliação do desempenho térmico de casa térrea e sobrado com paredes mistas de concreto e elementos cerâmicos e duas tipologias de cobertura, na zona bioclimática2 (julho de 2013);
- Relatório Técnico nº 133 101-205 – Avaliação do desempenho térmico de casa térrea e sobrado com paredes mistas de concreto e elementos cerâmicos e duas tipologias de cobertura, na zona bioclimática1 (maio de 2013);
- Relatório Técnico nº 132 398-205 – Avaliação do desempenho térmico de casa térrea e sobrado com paredes mistas de concreto e elementos cerâmicos e duas tipologias de cobertura, nas zonas bioclimáticas 5 e 6 (abril de 2013);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 027 549-203: Verificação da resistência de sistemas de vedações verticais a impactos de corpo duro (novembro de 2011);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 027 550-203: Determinação da resistência de sistemas de vedações verticais às solicitações de peças suspensas (novembro de 2011);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 027 551-203: Verificação do comportamento de sistema de vedação vertical externa exposto à ação do calor e choque térmico e da estanqueidade à água (novembro de 2011);
- Relatório Técnico IPT nº 123 563-205 - Auditorias técnicas iniciais para verificação do controle da qualidade na produção de sistema construtivo constituído por paredes em painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, para emprego em casas térreas e assobradadas, isoladas ou geminadas – RELATÓRIO DE AUDITORIA (agosto de 2011);
- Relatório Técnico nº 122 460-205: Relatório Técnico de Desempenho Térmico de Painéis Pré-moldados mistos de concreto e cerâmica empregados em sobrados, nas zonas bioclimáticas Z7 e Z8 (junho de 2011);
- Relatório de Ensaio nº 1 021 315-203: Relatório de Ensaio de Determinação das Características Geométricas dos Blocos Cerâmicos (maio de 2011);
- Relatório de Ensaio nº 1 021 316-203: Relatório de Ensaio de Determinação da Massa Específica e da Absorção de Água dos Blocos Cerâmicos (maio de 2011);
- Relatório de Ensaio nº 1 021 317-203: Relatório de Ensaio de Determinação da Resistência à Compressão dos Blocos Cerâmicos (maio de 2011);
- Relatório Técnico nº 121 472-205 - Relatório Técnico Complementar de Avaliação – Análise do projeto estrutural para sobrados (abril de 2011);
- Relatório de Ensaio nº 1 019 492-203: Relatório de Ensaio de Choque Térmico (abril de 2011);

- Relatório Técnico nº 120 280-205: Relatório Técnico de Desempenho Térmico de Painéis Pré-moldados mistos de concreto e cerâmica empregados em casas térreas, na zona bioclimática Z4 (fevereiro de 2011);
- Relatório de Ensaio nº 1 017 071-203: Relatório de Ensaio de Solicitações Transmitidas por Portas (janeiro de 2011);
- Relatório Técnico IPT nº 119 011-205 - Avaliação técnica de sistema construtivo constituído por painéis estruturais pré-moldados mistos de concreto e cerâmica, para emprego em unidades habitacionais térreas e assobradadas, isoladas e geminadas – RTA (novembro de 2010);
- Relatório de Ensaio nº 1 013 863-203 - Verificação da resistência de sistemas de vedação vertical a impactos de corpo-mole, realizado pelo IPT em uma casa térrea construída com o sistema construtivo da Casa Express, localizada em Itapira (outubro de 2010);
- Relatório de Ensaio nº 1 014 114-203 - Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural, realizado no laboratório do IPT em painéis moldados na fábrica de Itapira (outubro de 2010);
- Relatório de Ensaio nº 1013407-203 - Ensaio para verificação do comportamento de paredes sob ação de calor e choque térmico, realizado em laboratório, em painéis moldados na fábrica de Itapira (setembro de 2010);
- Relatório de Ensaio nº 1013479-203- Ensaio de medição de isolamento sonora (ruídos aéreos) em parede de fachada e de geminação de unidades habitacionais, com espessura de 11,5cm, realizado em laboratório, em painéis moldados na fábrica de Itapira (setembro de 2010);
- Relatório Técnico nº 117 373-205 - Ensaio de compressão excêntrica de painéis de parede constituídos por lajotas cerâmicas e concreto, realizado em laboratório, em painéis moldados na fábrica de Itapira (maio de 2010);
- Relatório Técnico nº 117034-205 - Ensaio para avaliação de desempenho térmico de habitação térrea isolada, com paredes mistas de concreto e elementos cerâmicos, forro horizontal de PVC, com emprego de isolante térmico e telhado com telhas cerâmicas, para a Zona Bioclimática 8 (maio de 2010);
- Relatório Técnico nº 112959-205 - Ensaio para avaliação de desempenho térmico de habitação térrea isolada para a Zona Bioclimática 7, considerando três tipos de coberturas diferentes: telha cerâmica e forro em laje mista de concreto e cerâmica; telha cerâmica e forro de PVC; e telha cerâmica sem forro (agosto de 2009);
- Relatório Técnico nº 59432 - Avaliação de desempenho de sistema construtivo constituído por painéis cerâmicos pré-moldados para a execução de casas térreas isoladas (julho de 2002).
- Análise das adequações propostas pela Casa Express para painéis a serem empregados em regiões de classe de agressividade ambiental III, consolidadas em mensagem do CETAC de 24 de maio de 2012.

### **6.3 DATec´s emitidos pelo SiNAT**

- DATec 009 - Sistema CASA EXPRESS de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes. Proponente: CASA EXPRESS Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda (válido de fevereiro de 2012 a janeiro de 2014);
- DATec 009A - Sistema CASA EXPRESS de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes. Proponente: CASA EXPRESS Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda (válido de fevereiro de 2012 a janeiro de 2014);

### **6.4 Referências normativas**

- ABNT NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;

- ABNT NBR 15220-3:2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;
- ABNT NBR 15270-2:2005 - Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos;
- ABNT NBR 15575:2013 - Edificações habitacionais - Desempenho.

## **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 é o único responsável pela qualidade do produto avaliado no âmbito do SINAT;
- b) o Proponente deve produzir e manter o produto, bem como o processo de produção, nas condições de qualidade e desempenho que foram avaliadas no âmbito SINAT;
- c) o Proponente deve produzir o produto de acordo com as especificações, normas e regulamentos aplicáveis, incluindo as diretrizes SINAT;
- d) o Proponente deve empregar e controlar o uso do produto, ou sua aplicação, de acordo com as recomendações constantes do DATec concedido e literatura técnica da empresa;

ACASA EXPRESS Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda  
compromete-se a:

- a. manter o sistema construtivo e o processo de produção do sistema de painéis nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projeto específico para cada empreendimento;
- b. produzir o sistema construtivo de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c. manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d. manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente.

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

O SINAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso o 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, 28 de maio de 2014**