

 <p>Av. Prof. Almeida Prado, 532 Cidade Universitária - Butantã CEP 05508-901 São Paulo - SP Tel: (11) 3767-4164 Fax: (11) 3767-4961 ipt@ipt.br / www.ipt.br</p>	<p>Produto</p> <p><b>Sistema de vedação vertical composto de blocos de EPS preenchidos com concreto e revestimento de argamassa</b></p> <p>Proponente</p> <p><b>IFORMS ICF Fabricação de Artefatos de Isopor Ltda.</b> Av. Jorn. Arquimedes Pereira Lima, 4152, Cachoeira das Garças, 78077-200, Cuiabá, Mato Grosso. Telefone: (65) 3623 3413 Home page: www.iforms.com.br e-mail: lisiane@iforms.com.br</p>	 <p><b>SINAT</b></p>
<p><b>Emissão</b> Abril de 2023</p> <p><b>Validade</b> Março de 2025</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, e a decisão dos Técnicos Especialistas indicados conforme a Portaria nº 2.795, de 27 de novembro de 2019, do Ministério do Desenvolvimento Regional, concede-se ao produto da IFORMS o Documento de Avaliação Técnica Nº 045. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de casas térreas e sobrados isolados e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p><b>DATec</b> <b>Nº 045</b></p>
<p>Limites da avaliação técnica das “Sistema de vedação vertical composto de blocos de EPS preenchidos com concreto e revestimento de argamassa”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para a avaliação do sistema de paredes, considerou-se como elementos inovadores as paredes de blocos de EPS preenchidos com concreto convencional, moldadas no local;</li> <li>• A avaliação técnica não contemplou elementos e componentes convencionais, como fundações, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas, esquadrias e revestimentos, dentre outros, visto que devem ser atendidas as respectivas normas técnicas brasileiras. Entretanto, as interfaces entre esses os elementos convencionais e o sistema da IFORMS foram objeto de avaliação;</li> <li>• A avaliação foi realizada considerando o emprego das paredes em casas térreas e sobrados isolados;</li> <li>• O critério de desempenho térmico é atendido para as oito zonas bioclimáticas, desde que observadas as condições descritas no item 4.3;</li> <li>• A parede de fachada, com as características indicadas no item 4.4, teve <math>R_w</math> de 33 dB e <math>D_{2m,nTw}</math> de 25 dB, atendendo as classes de ruído I e II, como indicado na Tabela 9;</li> <li>• A estanqueidade à água das interfaces entre paredes e esquadrias externas e entre paredes e pisos foi avaliada por meio de análise de projetos e acompanhamento do comportamento do protótipo e das unidades executadas e finalizadas;</li> <li>• A avaliação da durabilidade das paredes de ICF compreendeu ensaios de resistência à ação do calor e choque térmico e de estanqueidade à água antes e após o ensaio de choque térmico; ensaios de resistência de aderência à tração do revestimento de argamassa antes e após o ensaio de ação de calor e choque térmico; e análise do cobrimento da armadura. O uso do sistema de paredes de ICF está limitado às classes de agressividade ambiental I, II e III, desde que adotadas as respectivas classes de concreto, conforme a ABNT NBR 6118, ABNT NBR 16055 e ABNT NBR 12655, conforme especificado no item 3 c).</li> </ul>		

## 1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O sistema IFORMS ICF é composto por paredes estruturais de blocos de EPS preenchidos com concreto convencional, de massa específica entre 2.000 e 2.500 kg/m<sup>3</sup> e  $f_{ck}$ , mínimo, especificado de classe C20. As paredes estruturais, moldadas no local, são utilizadas para a construção de casas térreas e sobrados isolados e são revestidas em ambas as faces, com revestimento de argamassa de 25 mm de espessura e possuem espessura total de 230 mm. Nas paredes de cozinha, que delimitam o fogão o revestimento de argamassa possui 35 mm de espessura e a parede possui espessura total de 240 mm.

As lajes são apoiadas diretamente sobre as paredes, posteriormente à sua execução e dimensionadas segundo a ABNT NBR 6118.

A execução das paredes inicia-se com o posicionamento das barras verticais da armadura e dos blocos de EPS (Figura 1) sobre os elemento de fundação ou piso, prosseguindo com o posicionamento das demais fiadas de blocos (Figura 2), das armaduras horizontais e posterior concretagem. Os blocos são encaixados uns aos outros através de ressalto e rebaixos nas faces superiores, inferiores e laterais. As juntas verticais entre os blocos são em amarração. O concreto pode ser lançado com bomba lança ou manualmente.



Figura 1 – Posicionamento da primeira fiada



Figura 2 – Colocação dos blocos da segunda fiada

### 1.1. Condições e limitações de uso

As paredes estruturais constituídas de blocos de EPS preenchidos com concreto não podem ser total ou parcialmente demolidas. Qualquer modificação em paredes e lajes a ser executada pelo usuário, por exemplo, abertura de vãos de portas e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas, deve ser previamente acordada com a IFORMS. O uso do sistema de paredes tal qual descrito neste DATec está limitado às classes de agressividade ambiental I, II e III, desde que adotadas as respectivas classes de resistência do concreto, conforme a ABNT NBR 6118, ABNT NBR 16055 e ABNT NBR 12655. Os cuidados na utilização constam do Manual Técnico de Uso e Manutenção (Manual de uso e operação do sistema de paredes), preparado pela IFORMS.

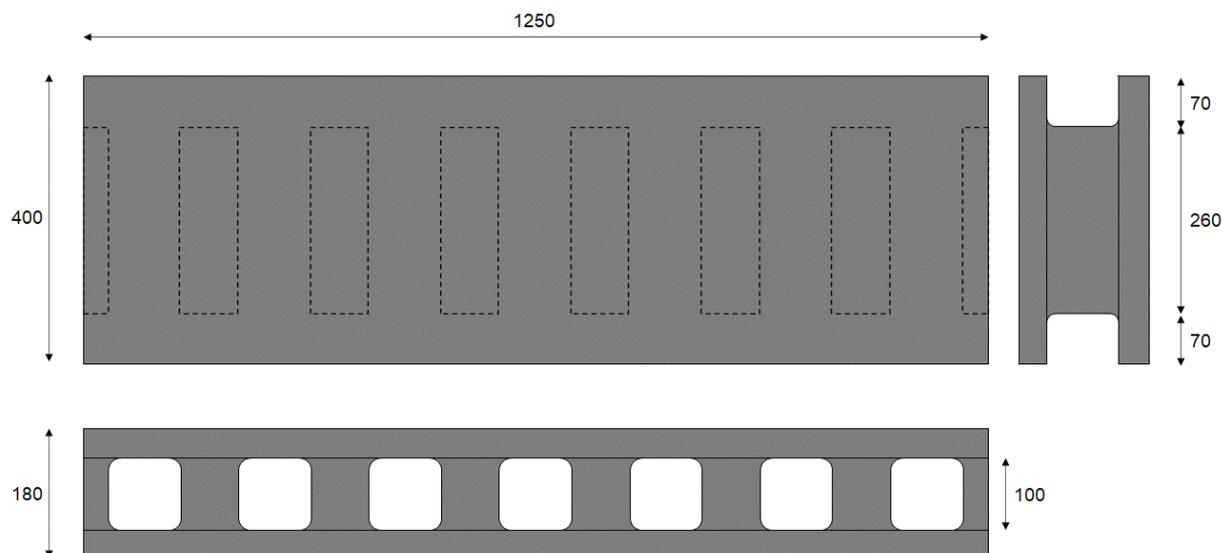
## 2. DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA

O IPT realizou a avaliação técnica de acordo com a Diretriz SiNAT Nº 011 – “Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto”, publicada em junho de 2014, e de acordo com o conjunto de normas ABNT NBR 15575 (partes 1, 2 e 4).

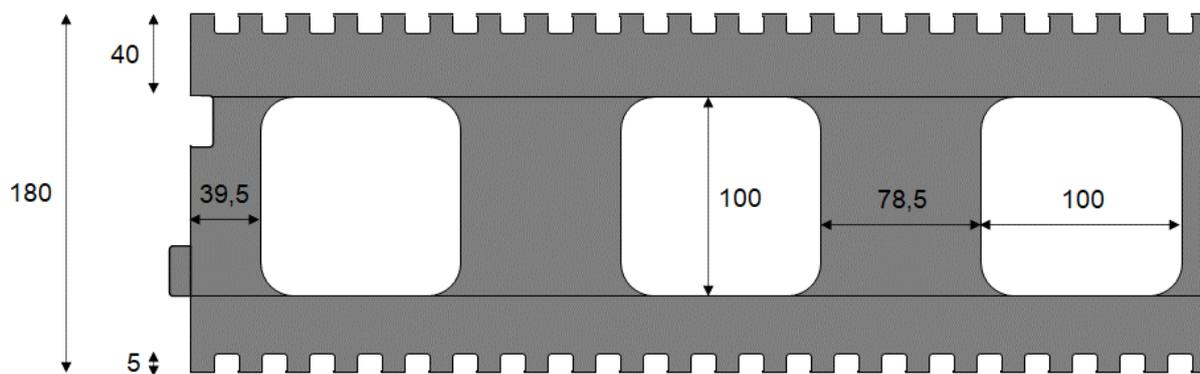
## 3. INFORMAÇÕES E DADOS TÉCNICOS

### 3.1 Especificações técnicas e detalhes construtivos

- a) **Paredes:** As paredes são estruturais, moldadas no local a partir do preenchimento dos vazios dos blocos de EPS com concreto e as barras de aço da armadura. A espessura total das paredes é de 230 mm, obtida pelo bloco de 180 mm de espessura e revestimento de argamassa de 25 mm em cada uma das faces;
- b) **Bloco de EPS:** Os blocos de EPS do sistema IFORMS ICF, possuem dimensões nominais de 1250 mm x 400 mm x 180 mm (comprimento x altura x largura), com sete furos verticais de 100 x 100 mm e dois rebaxos longitudinais, de 70 x 100 mm, um no topo e outro na base do bloco, como indicado esquematicamente na Figura 3-A. Há também sulcos verticais de 5 mm de profundidade e 6 mm de largura na superfície, espaçados a cada 18 mm, como indicado na Figura 3-B. As características do EPS, determinadas a partir de ensaios, são mostradas na Tabela 1;



A)



B)

Figura 3 – Desenho esquemático do bloco de EPS (sem escala, dimensões em mm)

Tabela 1 – Caracterização do EPS

Característica	Resultado	Unidade
Resistência à compressão com 10% de deformação	140,0	kPa
Massa específica aparente	22,96	kg/m <sup>3</sup>
Absorção de água total	15,16	% (em massa)
	0,34	% (em volume)
Absorção de água por capilaridade após 10 min.	0,062	g/cm <sup>2</sup> .100
Absorção de água por capilaridade após 90 min.	0,063	g/cm <sup>2</sup> .100
Resistência à flexão	371,95	kPa
Condutividade térmica	0,036	W/(mK)
Permeância	$9,8 \times 10^{-11}$	kg/(m <sup>2</sup> sPa)
	98,0	ng/(m <sup>2</sup> sPa)
	1,72	US perm*
Camada de ar equivalente	2,2	M
Coeficiente de resistência à difusão de vapor ( $\mu$ )	107	
Ignitabilidade	não atingiu 150 mm em 30 segundos	FS<150mm, em 60s-

\*permeável ao vapor d'água: > 10 US perm; semipermeável ao vapor d'água: entre 1 e 10 US perm.  
1 US perm =  $5,72 \cdot 10^{-11}$  kg/(m<sup>2</sup>sPa)

- c) **Concreto:** o concreto utilizado na produção das paredes do sistema IFORMS ICF é um concreto convencional, de classe de consistência S160, de acordo com a ABNT NBR 7212 e as seguintes especificações, para cada classe de agressividade ambiental da ABNT NBR 6118:

Tabela 2 – Especificações do concreto

Especificação	Classe de Agressividade Ambiental (ABNT NBR 6118)		
	I	II	III
Relação a/c	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55
f <sub>ck</sub> mínimo	C20	C25	C30

- d) **Armadura vertical das paredes:** constituída de barras de aço CA50 com Ø8 mm a cada 360 mm e comprimento correspondente a toda a altura do pavimento a ser executado. As barras são centradas nos furos verticais dos blocos de EPS e ancoradas com resina epóxi no elemento de fundação em uma profundidade de 150 mm;

- e) **Armadura horizontal das paredes:** barras de aço CA50 de  $\varnothing 6,3$  mm a cada fiada de blocos, o que equivale a 400 mm. A armadura horizontal é centrada no rebaixo horizontal dos blocos superior e inferior;
- f) **Armadura dos vãos de portas e janelas:** são utilizadas armaduras adicionais no contorno dos vãos de portas e janelas, constituídas de barras de aço CA50 de  $\varnothing 8$  mm nas laterais e nas vergas e  $\varnothing 6,3$  mm nas contravergas;
- g) **Espaçadores:** Para o posicionamento das barras de armadura horizontal utiliza-se espaçadores plásticos de 50 mm;
- h) **Lajes:** as lajes são dimensionadas conforme a ABNT NBR 6118;
- i) **Ligação entre paredes e fundação:** a ligação das paredes com a fundação é feita por meio das barras da armadura vertical de  $\varnothing 8$  mm a cada 360 mm, descritas na alínea d);
- j) **Ligação entre paredes:** a ligação entre paredes a 90 graus e entre paredes em T é feita pela armadura horizontal em formato de "L" de 300 x 300 mm a cada fiada de blocos (Figura 4 e Figura 5);



Figura 4 – Ligação entre paredes a 90 graus

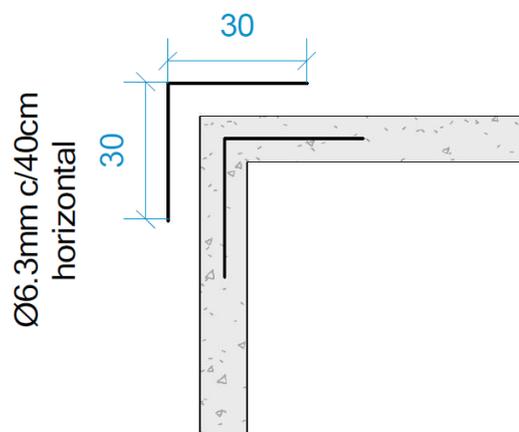


Figura 5 – Ligação entre paredes a 90 graus

- k) **Ligação entre parede externa e laje:** as vigotas das lajes treliçadas são apoiadas diretamente nas paredes, como indicado esquematicamente na Figura 6, e posteriormente, concretadas;

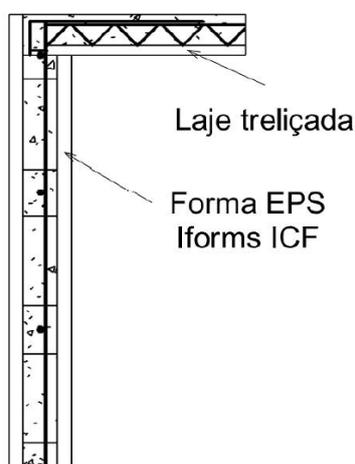


Figura 6 – Interface entre parede e laje

- l) **Interface entre paredes e instalações:** as instalações elétricas são embutidas nas paredes, na camada de EPS do bloco. Para isso são feitos recortes no EPS com fio quente criando

rebaixos de até 40 mm de profundidade. Os tubos de queda de esgoto e as prumadas de água são dispostas em *shafts*. Os sub-ramais de água, de tubos de PVC, também podem ser embutidos na camada externa do bloco de EPS, com comprimento máximo de 1,0m;

- m) **Interface entre paredes e esquadrias:** as janelas são fixadas lateralmente às paredes com buchas e parafusos. É especificada a aplicação de silicone na interface entre o marco e a parede. As portas também são fixadas com parafusos e, complementarmente, é feito o preenchimento com espuma de poliuretano;
- n) **Revestimento das paredes:** as paredes recebem revestimento de argamassa em ambas as faces, com 35 mm de espessura na cozinha e 25 mm de espessura nos demais ambientes, estruturado com tela metálica aplicado sobre chapisco, com as seguintes características:
- **Chapisco:** possui espessura aproximada de 5 mm e é aplicado diretamente sobre os blocos de EPS por meio de equipamento de projeção. A argamassa de chapisco é constituída de cimento e areia média, com traço aproximado de 1:3 em volume, e é preparada com aditivo promotor de aderência de base acrílica na proporção de 5 litros para cada saco de cimento;
  - **Argamassa de revestimento:** produzida em obra, possui 25 mm de espessura, com traço aproximado 1:5 em volume, e aditivo plastificante e promotor de aderência, com as características apresentadas na Tabela 3;

**Tabela 3 – Caracterização da argamassa de revestimento**

Ensaio	Média
Retenção de água, (%)	81
Densidade de massa no estado fresco, (kg/m <sup>3</sup> )	1721
Teor de ar incorporado, (%)	21,1
Massa específica, (g/cm <sup>3</sup> )	2,693
Resistência à tração na flexão aos 28 dias, (MPa)	2,3
Resistência à compressão aos 28 dias, (MPa)	6,3
Densidade de massa no estado endurecido, (kg/m <sup>3</sup> )	1556
Módulo dinâmico, (MPa)	6533
Varição dimensional aos 28 dias, (mm/m)	-1,0
Varição de massa aos 28 dias, (%)	-7,0
Absorção de água por capilaridade em 10 minutos, (g/cm <sup>2</sup> )	0,23
Absorção de água por capilaridade em 90 minutos, (g/cm <sup>2</sup> )	0,54
Coefficiente de capilaridade, (g/dm <sup>2</sup> .min. <sup>1/2</sup> )	5,1
Absorção de água aos 28 dias, (%)	24,5
Índice de vazios aos 28 dias, (%)	38,7
Massa específica seca aos 28 dias, (g/cm <sup>3</sup> )	1,58

- **Tela de aço galvanizado:** de malha 25 mm x 25 mm e fios de 1,2 mm de diâmetro, conectadas entre si por arames de aço galvanizado espaçados a cada 500 mm na horizontal e na vertical. A tela é de classe de galvanização mínimo de 140 g/m<sup>2</sup>, de acordo com relatório de ensaio enviado pelo fornecedor indicado pela Iforms.
- o) **Acabamento das paredes:** as paredes internas recebem pintura PVA nas áreas secas e placas cerâmicas nas áreas molháveis e molhadas assentadas sobre o revestimento de argamassa com argamassa colante. As paredes de fachada são finalizadas com a aplicação de textura acrílica.

### 3.2 Procedimento de execução

A sequência de atividades para execução das paredes de ICF da IFORMS, apresentada a seguir, foi constatada na montagem do protótipo no IPT para realização dos ensaios de desempenho e nas visitas técnicas e na auditoria realizada na cidade de Sinop-MT:

- a) Inicialmente é feita a marcação e o posicionamento provisório da primeira fiada de blocos (Figura 7) e o posterior chumbamento da armadura vertical das paredes no elemento de fundação ou piso (Figura 8);



Figura 7 – Marcação da primeira fiada de blocos



Figura 8 – Chumbamento da armadura das paredes à fundação

- b) Em seguida, procede-se ao posicionamento em definitivo dos blocos da primeira fiada fazendo-se o encaixe lateral entre os blocos. Monta-se também as barras de armadura horizontal da primeira fiada (Figura 9) e prossegue-se com o assentamento da segunda fiada (Figura 10), por meio do encaixe dos blocos tanto na primeira fiada, já assentada, quanto o encaixe lateral entre os blocos (Figura 11 e Figura 12);
- c) Para o posicionamento das barras de armadura horizontal utiliza-se um espaçador plástico de 50 mm, apoiado nos septos internos dos blocos (Figura 13);
- d) Prossegue-se ao assentamento dos blocos com juntas em amarração até a terceira fiada, repetindo-se os procedimentos de colocação dos blocos e das barras de armadura horizontal, conforme a especificação do projeto. Os vãos de porta e janelas são delimitados com fôrmas de madeira, para conter o concreto (Figura 14);
- e) Uma vez finalizado o assentamento das três primeiras fiadas de blocos, com as respectivas armaduras posicionadas, procede-se à concretagem inicial das paredes até a terceira fiada, seguida da montagem das demais fiadas e a concretagem complementar (Figura 15). O lançamento do concreto pode ser tanto manual quanto por bomba, ambos considerando no mínimo concreto de classe de consistência S160;
- f) Terminada a execução das paredes (Figura 16) procede-se à execução da laje, normalmente constituída de laje mista com vigotas treliçadas apoiadas diretamente nas paredes e enchimento de blocos de EPS (Figura 17) e a posterior concretagem (Figura 18);



**Figura 9 – Colocação das barras de armadura horizontais da primeira fiada**



**Figura 10 – Assentamento da segunda fiada**



**Figura 11 – Encaixe da segunda fiada**



**Figura 12 – Encaixe da segunda fiada**



**Figura 13 – Detalhe do espaçador plástico para a barra de armadura horizontal**



**Figura 14 – Delimitação do vão de porta**



**Figura 15 – Lançamento do concreto**



**Figura 16 – Paredes com os blocos preenchidos com concreto**



**Figura 17 – Execução da laje**



**Figura 18 – Concretagem da laje**

- g) Após a concretagem das paredes e execução das lajes é feito o embutimento dos eletrodutos e dos sub-ramais da instalação de água (diâmetro máximo de 20 mm) na camada de EPS do bloco (Figura 19). Para isso utiliza-se um cortador a fio quente para criar um rebaixo no EPS (Figura 20);



**Figura 19 – Eletroduto embutido em rebaixo**



**Figura 20 – Rebaixo no EPS para embutimento de tubulação**

- h) O revestimento das paredes inicia-se com a aplicação de chapisco projetado (Figura 21 e Figura 22);



**Figura 21 – Chapisco da parede**



**Figura 22 – Parede chapiscada**

- i) Sobre o chapisco é fixada a tela de aço galvanizado com arame transpassando o bloco de EPS (Figura 23), conseguindo-se, assim, uma solidarização entre as duas faces do revestimento (Figura 24);



**Figura 23 – Conector das telas do revestimento**



**Figura 24 – Tela do revestimento**

- j) Em seguida é feito o lançamento da argamassa, manualmente ou por projeção (Figura 25). A espessura total do revestimento é de 25 mm em cada uma das faces da parede (Figura 26). Para se garantir a espessura, alinhamento e prumo são utilizadas taliscas e mestras;
- k) Após a cura da argamassa, aplica-se o acabamento final, constituído de textura acrílica ou pintura.



Figura 25 – Revestimento das paredes



Figura 26 – Revestimento com 25 mm de espessura

## 4. AVALIAÇÃO TÉCNICA

A avaliação técnica de desempenho foi conduzida considerando análise de projetos, ensaios laboratoriais, visitas técnicas em obra e demais avaliações que constam dos Relatórios Técnicos e de ensaios citados no item 6.2, à luz da Diretriz SiNAT nº 011 e da ABNT NBR 15.575 (partes 1, 2 e 4).

### 4.1 Desempenho estrutural

O desempenho estrutural do sistema de paredes de ICF foi avaliado a partir da análise de projeto e dos resultados dos ensaios de resistência a impactos de corpo mole e corpo duro, resistência a solicitações transmitidas por portas, resistência à ação de peças suspensas e a cargas verticais (compressão excêntrica).

#### 4.1.1 Resistência a impactos de corpo mole e corpo duro

As paredes do sistema IFORMS foram submetidas a ensaios de impacto de corpo mole, como descrito no Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 647-203, nas faces externa e interna com as seguintes energias:

- Face externa: 120, 180, 240, 360, 480, 720 e 960 J;
- Face interna: 120, 180, 240 e 480 J.

Os resultados, conforme Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 647-203, indicam que não houve rompimentos, fissuras ou destacamentos e os valores de deslocamento instantâneo e residual atendem aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na NBR 15.575-4 e na Diretriz SiNAT nº 011, para casas térreas e sobrados.

Também foram feitos ensaios de impacto de corpo duro com energias de 2,5 J e 10 J na face interna e de 3,75 J e 20 J na face externa. Em ambos os casos, conforme Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 647-203, atendeu-se aos critérios da NBR 15575 e Diretriz SiNAT nº 011.

#### 4.1.2 Resistência a solicitações transmitidas por portas

Foi feito ensaio de solicitações transmitidas por porta, que foi instalada pelo cliente e fixada com bucha plástica S8 e sete parafusos de Ø5,9 x 83 mm, sendo três parafusos em cada montante do marco e um parafuso no centro da travessa do marco. A porta foi submetida a 10 operações de fechamento brusco e a dois impactos de corpo mole de 240 J no centro da folha, no sentido da abertura e no sentido de fechamento, conforme descrito no Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 647-

203. Não houve ruptura ou destacamento na interface marco/parede, atendendo-se ao critério da NBR 15575 e da Diretriz SiNAT nº 011.

#### 4.1.3 Resistência a solicitações de peças suspensas

Foi feito ensaio para verificar a resistência da parede a solicitações de peças suspensas. As mãos francesas utilizadas no ensaio foram fixadas à parede com bucha UX-10 e parafuso de cabeça sextavada de Ø5,8 x 79 mm.

As cargas aplicadas foram de 80 kgf, 100 kgf e 120 kgf, por um período de 24 horas para cada valor de carga. Os resultados completos dos ensaios constam no Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 649-203. A Tabela 4 traz uma síntese dos resultados e os valores indicados para as cargas de serviço, conforme a NBR 15575-4.

**Tabela 4 – Valores indicados de carga de serviço para peças suspensas na face interna da parede, considerando a mão francesa padrão, em razão dos resultados obtidos nos ensaios**

Carga de ensaio, com duração de 24h (dois pontos) kgf	Carga de serviço (1/2 da carga de ruptura) (dois pontos) kgf	Carga de serviço equivalente, por ponto de fixação kgf	Sistema de fixação adotado
80	40	20	Bucha UX-10 e parafuso de cabeça sextavada de Ø5,8 x 79 mm
100	50	25	
120	60	30	

Assim, conclui-se que os resultados do ensaio de resistência a solicitações de peças suspensas são satisfatórios frente às exigências da NBR 15.575-4 e da Diretriz SiNAT nº 011.

#### 4.1.4 Resistência a cargas verticais

Foram feitos ensaios de compressão excêntrica para avaliar a resistência das paredes às cargas verticais, para o Estado Limite Último – ELU e para o Estado Limite de Serviço – ELS em função do eventual desenvolvimento de fissuras ou outras avarias. Na Tabela 5 apresenta-se uma síntese dos resultados desses ensaios, cujas paredes foram produzidas com concreto com resistência igual ou maior a 20 MPa, conforme comprovado por ensaio de caracterização feito em laboratório do IPT. A resistência última de projeto ( $R_{ud}$ ) das paredes de ICF foi obtida com os resultados dos ensaios registrados na Tabela 5, aplicando-se as equações previstas na norma ABNT NBR 15575-2 com  $\gamma_m = 2,0$  e  $\xi = 1,5$ .

Tomando-se a maior carga prevista no projeto exemplo analisado ( $S_k = 40,0$  kN/m) foi calculada a solicitação de projeto para o ELU ( $S_{d,u}$ , com  $\gamma_f = 1,4$ ), com os resultados apresentados na Tabela 6. A partir desses resultados verifica-se comprovada a condição de que  $S_{d,u} \leq R_{ud}$  para o ELU.

Para a análise do ELS, como não houve dano antes da ruptura, arbitrou-se como carga de primeiro dano a carga correspondente a 50 % da menor carga de ruptura obtida no ensaio e, a partir desse valor, calculou-se  $S_{d,s}$  e  $R_{sd}$ , verificando-se a condição de  $S_{d,s} \leq R_{sd}$ .

**Tabela 5 – Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica**

Corpo-de-prova ensaiado	Carga do primeiro dano (kN/m) <sup>(1)</sup>	Carga de ruptura (kN/m)	Relatório de ensaio
CP 1	–	1.004,7	IPT nº 161 735-205
CP 2	–	986,3	
CP 3	–	1.120,0	

1) Os corpos de prova não sofreram danos antes da ruptura.

**Tabela 6 – Síntese da análise dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica**

$R_{ud}$	$S_{d,u}$	$R_{sd}$	$S_{d,s}$
345,2 kN/m	56 kN/m	345,2 kN/m	52,0 kN/m

Para cada empreendimento, deve ser desenvolvido um projeto estrutural específico, demonstrando-se na respectiva memória de cálculo que as solicitações devidamente majoradas sejam inferiores à resistência última de projeto ( $R_{ud}$ ) e à resistência de serviço ( $R_{sd}$ ).

## 4.2 Estanqueidade à água

Foram feitos ensaios em laboratório para verificar a estanqueidade à água das paredes de fachada em um corpo de prova de parede com 2,80 m de altura e 2,50 m de comprimento, como descrito no Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 649-203. A parede ensaiada foi executada segundo as etapas descritas no item 3.2 e recebeu acabamento final com uma demão de selador acrílico e uma demão de textura acrílica.

Foram feitos dois ensaios de estanqueidade: antes do choque térmico e após o choque térmico. Em ambos os ensaios não foram observadas infiltrações, formação de gotas de água aderentes na face interna, nem manchas ou vazamentos, atendendo-se os critérios da ABNT NBR 15.575-4:2013 e da Diretriz SiNAT nº 011.

O piso e as bases das paredes internas de áreas molhadas e molháveis, como banheiro, cozinha e lavanderia recebem uma membrana impermeável flexível de base acrílica até a altura de 200 mm acima do nível do piso.

Nas paredes do box de chuveiro aplica-se revestimento cerâmico até o teto, assentado com argamassa colante, aplicada sobre o revestimento de argamassa da parede. Nas paredes da pia da cozinha, do lavatório do banheiro e do tanque aplica-se revestimento cerâmico até 1,20 m de altura, também assentado com argamassa colante. Assim, considera-se como satisfatório o comportamento das paredes com relação à estanqueidade à água de uso e lavagem.

A base das paredes externas recebe impermeabilização de base acrílica reforçada com tela de poliéster até a altura de 200 mm.

A fixação das janelas nas paredes é feita com parafusos. Posteriormente, as juntas entre o marco e o vão são vedadas com selante à base de silicone.

Além disso, são adotadas as seguintes soluções de projeto, conforme Diretriz SiNAT Nº 011:

- Beiral, em todo o perímetro da edificação, com projeção horizontal de 600 mm. Para as zonas 7 e 8 adota-se um beiral de 1000 mm;
- Calçada externa ao redor da edificação, com no mínimo 100mm maior que a projeção do beiral;
- Inclinação de 1% do piso da calçada em direção oposta à base da parede;
- Desnível entre o piso externo acabado da calçada externa e a base de apoio das paredes externas de 50 mm;
- Diferença de cota de 10 mm entre a base das paredes e o piso acabado dos banheiros; e desnível de 20 mm entre a base das paredes e o piso acabado do box.

A correta adoção dos detalhes construtivos acima indicados, a pintura das paredes de fachada com tinta acrílica em duas demãos, a correta execução das calçadas laterais à edificação, com caimento no sentido externo da fachada e a correta execução do telhado que integra o projeto analisado conferem condições adequadas de estanqueidade à água da envoltória da edificação (cobertura e fachadas).

Foi realizado ensaio no protótipo construído no campus do IPT para a verificação da permeabilidade à água da parede de fachada. De acordo com o Relatório de Ensaio IPT nº1 123 928-205, a quantidade de água que penetrou pela superfície da parede foi em torno de 28 cm<sup>3</sup>, por um período de 24 horas, numa área exposta com dimensões de 34 cm x 16 cm, o que atende ao critério de permeabilidade à água para revestimentos explicitado na Diretriz SiNAT nº 009. Entretanto, para as superfícies das paredes de áreas molhadas é preciso prever revestimentos, como pintura ou cerâmica, que reduza essa permeabilidade à água.

### 4.3 Desempenho térmico

Foram feitas simulações computacionais para avaliar o desempenho térmico das edificações que empregam o sistema construtivo objeto deste DATec, conforme a ABNT NBR 15575-4 (2021) e o Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SiNAT, publicado em 21/08/21. As simulações foram feitas para todas as zonas climáticas brasileiras (Z1 a Z8) constantes da ABNT NBR 15.220-3:2005, considerando a tipologia de sobrados, conforme projeto padrão estabelecido no Protocolo do SiNAT, e a extensão da análise para a tipologia de casas térreas.

As simulações foram feitas considerando sobrados com piso do pavimento térreo de concreto com espessura da ordem de 15 cm sobre o solo, lajes do primeiro pavimento e da cobertura, horizontais, mistas de concreto e elementos de EPS, com capa de concreto de 4 cm e espessura total de 12 cm e telhado com telhas de cerâmicas com espessura média de 0,02 m e acabamento externo em cores escuras (absortância à radiação solar de 0,6).

Para as paredes considerou-se absortância à radiação solar da superfície externa igual a 0,3 (cores claras) e beirais em todo o perímetro da edificação. As análises são válidas também para casas térreas que possuem características semelhantes.

Os resultados das simulações indicam que as edificações executadas com o sistema IFORMS atendem ao desempenho térmico mínimo previsto na norma ABNT NBR 15575 (ABNT, 2021) nas seguintes condições:

- Nas Zonas Bioclimáticas Brasileiras 1 a 6:
  - Com cores claras nas superfícies externas da fachada (absortância à radiação solar de 0,3);
  - Com beiral de 600mm em todo o perímetro da habitação;
- Nas Zonas Bioclimáticas Brasileiras 7 e 8:
  - Com cores claras nas superfícies externas da fachada e cobertura (absortância à radiação solar de 0,3);
  - Com beiral de 1000 mm em todo o perímetro da habitação;
  - Com elemento de sombreamento nas janelas da sala e cozinha, no pavimento térreo, com AVS = 42°.

Nas Tabelas 7 e 8 apresentam-se os resultados da avaliação, tanto para a habitação de referência quanto para a avaliada.

**Tabela 7 – Critérios de avaliação, obtidos a partir dos resultados das simulações da habitação de referência (PHFT<sub>UH,ref</sub>; Tomáx<sub>app</sub>; Tomín<sub>app</sub>)**

Critério	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
PHFT <sub>UH,ref</sub>	64%	47%	70%	74%	66%	51%	35%	49%
Tomáx <sub>app</sub>	31,5	36,6	32,8	33,1	35,1	36,8	38,4	38,2
Tomín <sub>app</sub>	10,4	8,6	11,9	16,9	-	-	-	-

**NOTAS:**

- $PHFT_{UH,ref}$  é a porcentagem média de horas dentro das faixas de temperatura de conforto obtida pela habitação com sistema construtivo de referência já multiplicada por 0,9.
- $Tomáx_{app,ref}$  é a temperatura operativa máxima anual obtida em ambientes da habitação com o sistema construtivo de referência, já somando-se 2 °C.
- $Tomín_{app,ref}$  é a temperatura operativa mínima anual obtida em ambientes da habitação com o sistema construtivo de referência, já subtraindo-se 1 °C.

**Tabela 8 – Grandezas e Níveis de desempenho obtidos para a habitação avaliada ( $PHFT_{UH,real}$ ;  $Tomáx_{app,real}$ ;  $Tomín_{app,real}$ )**

Critério	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
$PHFT_{UH,ref}$	96%	69%	90%	80%	69%	51%	36%	49%
$Tomáx_{app}$	27,5	32,1	28,9	29,5	30,6	31,8	32,3	33,7
$Tomín_{app}$	16,8	15,8	17,8	19,3	-	-	-	-

**NOTAS:**

- $PHFT_{UH,real}$  é a porcentagem média de horas dentro das faixas de temperatura de conforto obtida pela habitação com sistema construtivo avaliado.
- $Tomáx_{app,real}$  é a temperatura operativa máxima anual obtida em ambientes da habitação com o sistema construtivo de avaliado.
- $Tomín_{app,real}$  é a temperatura operativa mínima anual obtida em ambientes da habitação com o sistema construtivo avaliado.
- A cor "amarela" das células indica o atendimento dos critérios referentes ao nível "Mínimo" de desempenho térmico.
- A cor "vermelha" das células indica o não atendimento dos critérios referentes ao nível "Mínimo" de desempenho térmico.

#### 4.4 Desempenho acústico

O índice de redução sonora ponderado da parede, determinado a partir de ensaio em laboratório, para uma parede cega do sistema IFORMS ICF, conforme o Relatório de Ensaio IPT nº 1 121 261-203, foi de  $R_w = 33$  dB. Na Tabela 9 apresenta-se uma síntese dos critérios de desempenho e dos resultados de interesse à avaliação.

**Tabela 9 – Síntese dos critérios de desempenho, dos valores de referência e do resultado do ensaio de isolamento sonora – isolamento a ruídos externos de fachadas de dormitórios**

Classe do ruído	Critério de Desempenho NBR 15.575-4:2013	Critério de referência NBR15.575:2013, Anexo F	Valor de $R_w$ determinado em laboratório (dB)
	Valor Mínimo ( $D_{2m,nT,w}$ em dB)	Valor Mínimo de referência ( $R_w$ em dB), para orientação a fabricantes e projetistas	
I	$\geq 20$	$\geq 25$	33 (-2;-3)
II	$\geq 25$	$\geq 30$	
III	$\geq 30$	$\geq 35$	

Adicionalmente, como forma de demonstrar o potencial de atendimento à ABNT NBR 15575-4, foram feitas simulações, segundo o método previsto pelas "Especificações de desempenho nos empreendimentos de HIS baseadas na ABNT NBR 15575 – Edificações Habitacionais – desempenho – Orientações ao Proponente para Aplicação das Especificações de Desempenho em Empreendimentos de HIS", considerando uma janela de alumínio de 1,20 m x 1,20 m, com isolamento sonora correspondente ao limite superior da classe de desempenho acústico C ( $R_w=24$  dB) da ABNT NBR 10821-4, instalada em uma parede de fachada de área total de 8,40 m<sup>2</sup>, sendo obtido o valor teórico de  $D_{2m,nTw} = 25$  dB, o que atende as classes de ruído I e II, conforme exposto na Tabela 9, admitindo-se que as transmissões de ruído marginais, como por exemplo entre fachada e cobertura, ou fachada e cômodos adjacentes serão de, no máximo, 5 dB.

## 4.5 Durabilidade e manutenibilidade

A avaliação da durabilidade do sistema IFORMS ICF compreendeu:

- a) Ensaio de resistência à ação do calor e choque térmico e ensaio de estanqueidade à água antes e após o ensaio de choque térmico;
- b) Ensaio de resistência de aderência à tração do revestimento de argamassa antes e após o ensaio de ação de calor e choque térmico; e
- c) Análise do cobrimento da armadura.

### 4.5.1 Resistência à ação de calor e choque térmico e estanqueidade a água

Foi feito ensaio de ação de calor e choque térmico, como apresentado no Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 649-203 em um corpo de prova constituído de um trecho de parede com 2,80 m de altura e 2,50 m de comprimento, montado conforme os procedimentos descritos no item 3.2. Não houve quaisquer ocorrências na face de incidência do calor nem na face oposta.

Quanto ao critério de estanqueidade à água antes e após o ensaio de choque térmico, não houve infiltração de água.

Portanto, o sistema de paredes avaliado atende ao critério de desempenho relativo à resistência à ação de calor e choque térmico, previsto para fachadas.

### 4.5.2 Resistência de aderência à tração de revestimento de argamassa

Foi feito ensaio de resistência de aderência à tração do revestimento em dois trechos de parede: um submetido ao ensaio de ação de calor e choque térmico e outro trecho, não submetido ao ensaio de ação de calor e choque térmico, como apresentado no Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 649-203.

Os resultados de ambos os ensaios atenderam ao critério estabelecido pela DIRETRIZ SINAT nº 011.

### 4.5.3 Cobrimento das armaduras

Após a concretagem, as paredes são formadas por um quadro de nervuras de concreto armado verticais de seção 100 x 100 mm, a cada 180 mm, formadas pelo preenchimento dos furos verticais dos blocos, e nervuras de concreto armado horizontais, a cada 400 mm, de seção de 140 mm de altura por 100 mm de largura, formadas pelo preenchimento dos sulcos horizontais dos blocos.

Como descrito no item 3.1, as barras de armadura são embutidas centralizadas nos blocos de EPS e, portanto, também são centralizadas nas nervuras verticais e horizontais. Assim, o cobrimento teórico da armadura das nervuras verticais é de 46,0 mm e das nervuras horizontais é de 42,8 mm, atendendo-se as classes de agressividade I, II e III da ABNT NBR 6118, para as respectivas classes de resistência do concreto e relações água/cimento especificadas no item 3 c).

### 4.5.4 Cobrimento da tela do revestimento de argamassa

A tela do revestimento de argamassa é posicionada a 5 mm de distância a partir da superfície do bloco de EPS. Sobre a tela é aplicado o revestimento de argamassa com 25 mm de espessura total, havendo, portanto, 20 mm de revestimento sobre a tela e, assim, atendendo-se as exigências da Diretriz SiNAT nº 011.

### 4.5.5 Acompanhamento do envelhecimento natural

Adicionalmente, foi feito o acompanhamento do envelhecimento natural do protótipo construído no IPT em 2020 e de um painel de parede. Ambos permaneceram expostos às intempéries no campus do IPT, em atmosfera urbana. O protótipo, constituído de quatro paredes e laje de cobertura, sem telhado não possuía, na data da vistoria, pontos de crescimento de fungos, como mostrado na

Figura 27. Entretanto, foram observados pontos de sujeidade, em razão do escoamento de água da laje, notadamente nas paredes lateral direita e posterior.



**Figura 27 – Aspecto do protótipo após período de envelhecimento natural de 2 anos**

O painel de parede submetido a envelhecimento natural possui 1,20 m x 2,60 m e teve a superfície pintada com uma demão de tinta látex PVA apenas para ajudar na identificação de eventuais fissuras. Na inspeção após dois anos de exposição não foram encontrados pontos de proliferação de fungos, embora haja grande desgaste da pintura com a presença de sujidades na superfície. Adicionalmente, não foram constatados crescimento de fungos emboladores durante o ensaio para verificação da resistência do sistema ao crescimento de fungos, conforme Relatório de Ensaio IPT nº1 137 734 -203.

#### 4.6 Desempenho ao fogo

Os resultados obtidos em ensaio demonstram que a parede apresentou resistência ao fogo, no grau corta-fogo, pelo período de 30 minutos, conforme apresentado no Relatório de Ensaio IPT nº1 123 617-205 durante o qual foi aplicada uma carga uniformemente distribuída de 40 kN/m..

Em razão dos resultados do ensaio, considera-se atendido o critério de resistência ao fogo de 30 minutos da ABNT NBR 15.575:2013 e da Diretriz SiNAT nº 011.

Com relação a reação ao fogo, o sistema de parede por ter elemento combustível internamente precisa ser avaliado pelo método da EN 13823 – *Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI)*. Entretanto, a Diretriz SiNAT nº 011 dispensa a realização desse ensaio caso o EPS esteja totalmente envolvido por argamassa, graute, microconcreto ou concreto, com espessura mínima de 25 mm. No caso do sistema lforms, o EPS está envolto por 25 mm de espessura de argamassa, que é incombustível. Foi feito também ensaio para avaliar a ignitabilidade do EPS, sendo que, durante o ensaio, os corpos de prova não atingiram a marca de 150 mm no transcorrer de 30 segundos do ensaio.

### 5. CONTROLE DA QUALIDADE

Foram feitas auditorias técnicas na fábrica de blocos de EPS e em obra executada com as paredes de ICF para verificar o controle da qualidade do processo de produção, conforme a Diretriz SiNAT nº 011. Nas auditorias foram verificados os aspectos de controle descritos a seguir, que devem ser continuamente controlados pelo proponente da tecnologia e/ou pelas empresas licenciadas para sua utilização:

- Controle da densidade do EPS na fabricação do bloco;
- Controle do concreto: são feitos ensaios para verificação da consistência no estado fresco e da resistência à compressão a 7 e aos 28 dias;

- Controle da qualidade das etapas de execução (ligação das paredes com a fundação, assentamento da primeira fiada de blocos; posicionamento das armaduras; controle do prumo e alinhamento horizontal das fiadas, lançamento do concreto; execução do revestimento e respectivo controle de alinhamento da parede acabada acabamentos e interfaces com esquadrias e demais componentes).

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

Foram analisados também os documentos que comprovam o controle tecnológico do concreto e a rastreabilidade do material aplicado na obra auditada. Cem por cento dos lotes de concreto entregues na obra são verificados quanto à consistência e resistência à compressão aos 28 dias. Esse controle é feito por laboratório terceirizado.

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

## **6. FONTES DE INFORMAÇÃO**

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

### **6.1 Documentos da empresa**

- Projetos e memoriais do Empreendimento Riviera Suíça I, em Sinop-MT;
- Fichas do sistema de controle do processo produtivo das paredes;
- Relatórios de ensaios de controle da resistência do concreto das paredes;
- Procedimentos de execução do sistema;
- Procedimentos para recebimento, inspeção e armazenamento de materiais e ensaios de materiais;
- Memorial de cálculo casa popular ICF IFORMS;
- Manual de uso e manutenção do sistema (Manual do proprietário), elaborado pela Proponente da tecnologia para cada empreendimento.

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

- Relatório de Ensaio IPT nº1 137 734 -203 - Resistência ao desenvolvimento de fungos emboloradores, (Dezembro, 2022);
- Relatório Técnico IPT nº 168 154-205 – Avaliação do desempenho térmico de sobrado com paredes de EPS e concreto nas oito zonas climáticas brasileiras (Novembro, 2022);
- Relatório Técnico IPT nº 167 946-205 – Auditoria técnica inicial na produção do sistema construtivo ICF – Insulated Concrete Forms da IFORMS, de paredes de blocos de EPS preenchidos com concreto para emprego em casas térreas e sobrados isolados e geminados (Novembro, 2022);
- Relatório Técnico IPT nº 162 404-205 – Avaliação técnica de sistema de paredes de blocos de EPS preenchidos com concreto para casas térreas e sobrados isolados e geminados, conforme DIRETRIZ SINAT nº 011 (Abril, 2021);

- Relatório Técnico IPT nº 161 735-205, Ensaio de compressão excêntrica de painéis de parede pré-moldados constituídos por formas de EPS e nervuras de concreto armado (Fevereiro, 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº1 136 543-203, Verificação da ignitabilidade de materiais, (Outubro, 2022);
- Relatório de Ensaio IPT nº1 123 928-205, Verificação de sistema de vedação vertical externa quanto a permeabilidade à água, (Abril, 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº1 123 617-205, Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural, (Abril, 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº1 123 617-205, Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural, (Abril de 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 649-203, Verificação de sistema de vedação vertical externa quanto à resistência a ação do calor e choque térmico, da estanqueidade à água, da resistência de aderência e resistência às solicitações de peças suspensas, (Fevereiro de 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 647-203, Verificação da resistência de sistemas de vedações verticais aos impactos de corpo duro e corpo mole e comportamento sob efeito de ações transmitidas por porta, (Fevereiro de 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 122 303-203, Determinação de condutividade térmica, (Janeiro de 2021);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 121 262-203, Ensaio de determinação de propriedades de transmissão de vapor de água, (Dezembro de 2020);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 121 261-203, Determinação da isolamento sonora, (Dezembro de 2020);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 121 246-203, Ensaio de caracterização de argamassa inorgânica, (Dezembro de 2020);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 120 911-203, Ensaio físicos e mecânico em concreto, (Novembro de 2020).

### 6.3 Referências normativas

- ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- ABNT NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;
- ABNT NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais;
- ABNT NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
- ABNT NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos;
- DIRETRIZ SiNAT Nº 011 – Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto (2014).

## 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, **IFORMS ICF Fabricação de Artefatos de Isopor Ltda.**, é o único responsável pela qualidade do produto avaliado no âmbito do SiNAT;
- b) O Proponente deve produzir e manter o produto, bem como o processo de produção, no mínimo nas condições de qualidade e desempenho que foram avaliados no âmbito do SINAT;
- c) O Proponente deve produzir o produto de acordo com as especificações, normas e regulamentos aplicáveis, incluindo a Diretriz SiNAT nº 011;
- 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;

O Proponente, **IFORMS ICF Fabricação de Artefatos de Isopor Ltda.**, compromete-se a:

- a) Manter o produto “*Sistema de vedação vertical composto de blocos de EPS preenchidos com concreto e revestimento de argamassa*”, seus materiais, componentes e o processo de produção alvo deste DATec no mínimo nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projetos específicos para cada empreendimento;
- b) Produzir o produto de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c) Manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d) Manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente/construtora e ao usuário final.

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

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

---

**Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H**  
**Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT**  
**Brasília, DF, 04 de abril de 2023**