

# VEDAÇÕES VERTICAIS DE HABITAÇÕES: O USO DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS

ANDRADE, Leandro Reis (1); CAMPOS, Gisleine Coelho de (2)

(1) Egis Engenharia e Consultoria Ltda, leandro.reis@egis-brasil.com.br; (2) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, gisleine@ipt.br

**Resumo:** *Este trabalho sintetiza um estudo de desempenho dos painéis pré-fabricados de concreto armado, empregados como vedações verticais internas e externas de unidades habitacionais isoladas e geminadas. A principal característica inovadora da solução analisada refere-se a sua espessura: apenas oito centímetros, visto que painéis com espessuras superiores são tradicionalmente bem aceitos e utilizados na prática da engenharia. As avaliações realizadas no presente estudo contemplaram análise de projeto, auditorias em unidades prontas e em execução e, em unidades fabris. Além disso, foram realizados ensaios de controle tecnológico para caracterização dos materiais e também ensaios de desempenho, a fim de atestar a qualidade do sistema construtivo composto por tais painéis. As edificações executadas com este sistema são destinadas também às moradias de interesse social, podendo o custo de execução ser reduzido - em comparação ao sistema convencional - por meio de um processo de industrialização de seus componentes, com importantes reduções de desperdícios. Para levantamento dos dados foram selecionadas duas instituições detentoras da tecnologia, sendo uma no Estado do Paraná e outra em Santa Catarina. As metodologias empregadas são semelhantes em ambas as empresas, com confecção do painel na fábrica e transporte e posicionamento deste painel no local definitivo, com uso de caminhão munck. Os resultados obtidos em todas as etapas de avaliação evidenciaram desempenho favorável do sistema, atendendo aos níveis mínimos exigidos nas normas aplicáveis. Vale ressaltar que não foram consideradas neste estudo as avaliações de segurança contra incêndio, podendo estas ser foco de análises futuras, a fim de esgotar toda e qualquer dúvida em relação ao potencial do sistema aqui apresentado.*

**Palavras-chave:** *Sistema construtivo, painel pré-fabricado, avaliação de desempenho, habitação.*

**Área do Conhecimento:** *Habitação – vedações verticais*

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por novas tecnologias construtivas e processos industrializados de execução tem sido a alternativa encontrada por construtoras que pretendem reduzir custos, mantendo padrões aceitáveis de qualidade e desempenho das habitações.

Segundo Oliveira e Mitidieri Filho (2012), o conceito de desenvolvimento sustentável incita a ideia de projetar o edifício não somente para a construção e o uso, mas também para sua fase final, incluindo o conceito de desconstrução, desmontabilidade e reciclabilidade, além da Vida Útil de Projeto (VUP) e Custo Global.

Neste cenário, as edificações compostas por painéis pré-fabricados de concreto armado, principalmente os esbeltos, destacam-se por sua praticidade em relação aos processos de transporte, montagem e, caso necessário, desmontagem e reciclagem, pois os elementos que a compõem favorecem estes aspectos.

Atualmente, a técnica que emprega painéis pré-fabricados é utilizada na confecção de vedações verticais internas e externas de edificações habitacionais, podendo ter função estrutural ou servirem apenas como sistema de vedação e divisórias de ambientes.

Conforme apresentado neste estudo, os painéis são produzidos em fábricas onde se consegue controlar com rigor as fases de produção dos elementos e ajustar de forma ágil possíveis desvios ocorridos. O concreto utilizado é do tipo comum, ou seja, sem incorporação de ar ou adição de fibras, e a espessura especificada em projeto é de oito centímetros. O processo de concretagem pode ocorrer em formas metálicas posicionadas sobre mesa vibratória ou em pistas de concretagem.

As tipologias avaliadas foram casas térreas isoladas e geminadas, e submetidas aos ensaios de desempenho especificados na ABNT NBR 15575-4 (2013), em especial de conforto térmico; acústico; estrutural; estanqueidade

à água; entre outros. Não foram consideradas neste estudo as avaliações de segurança contra incêndio, podendo estas ser foco de avaliações futuras a fim de esgotar toda e qualquer dúvida em relação ao potencial de desempenho do sistema aqui apresentado.

## **2 OBJETIVO**

O estudo tem por objetivo indicar o potencial de atendimento aos requisitos de desempenho do sistema construtivo constituído por painéis pré-fabricados de concreto armado, com espessura de oito centímetros, empregados como vedações verticais de habitações térreas isoladas e geminadas.

## **3 METODOLOGIA**

Para compor esta avaliação foram realizadas análises de projetos, vistorias em obras na fase de execução e edificações prontas, vistorias nas unidades fabris, além de observar resultados de ensaios de caracterização dos materiais empregados e ensaios de desempenho.

Buscou-se atestar as condições mínimas de habitabilidade, conforto e durabilidade das edificações avaliadas com base na Diretriz SINAT 002 – Rev.02 (2016) e Norma de Desempenho ABNT NBR 15575-4 (2013). Os acompanhamentos foram realizados entre os anos de 2012 e 2015, sendo as vistorias concentradas nas cidades de Astorga/PR e São João Batista/SC.

## **4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO**

O sistema construtivo destina-se à construção de paredes para habitações. O sistema é constituído de painéis pré-fabricados maciços de concreto armado, com espessura de oito centímetros e com resistência característica à compressão  $f^{ck}$  maior ou igual a 25 MPa e massa específica igual a 2300 ( $\pm 50$ ) kg/m<sup>3</sup>. Não são adicionadas fibras ou incorporadores de ar ao concreto. Neste sistema construtivo são utilizadas telas eletrosoldadas tipo Q-138, aço CA60 que apresentam seções com área de 1,38 cm<sup>2</sup>/m e espaçamento entre fios de 100 mm, sendo o diâmetro dos fios de 4,2 mm.

Algumas condições e limitações de uso podem ser citadas, tais como:

- Os painéis pré-fabricados de concreto armado, para emprego em paredes, não podem ser total ou parcialmente demolidos, pois apresentam função estrutural; e
- O sistema construtivo limita-se às classes de agressividade ambiental I e II, rural e urbano respectivamente.

## **5 PRODUÇÃO DOS PAINÉIS**

Após a montagem das formas é aplicado o desmoldante e posicionada a armação, executada com telas eletrosoldadas e barras de aço nos reforços, próximo aos locais onde ocorrem concentrações de esforços, conforme projeto estrutural de cada edificação. Na sequência da montagem da armadura, são posicionados os componentes das instalações elétricas (eletrodutos e caixas de interruptores e tomadas) e os espaçadores para garantir o cobrimento da armadura. As instalações hidráulicas não são embutidas; estas são posicionadas em shafts, possibilitando procedimentos de manutenções periódicas.

A concretagem dos painéis pré-fabricados é sempre na posição horizontal e pode ser realizada de duas formas: em formas metálicas posicionadas sobre mesa vibratória de adensamento ou em pistas de concretagem, onde a forma metálica é posicionada e travada, restringindo a área de aplicação do concreto e conformando o tipo de painel a ser produzido. Neste caso, o adensamento é realizado por meio de vibrador de imersão. A Fotografia 1 mostra armaduras posicionadas nas formas e a concretagem do painel realizada sobre mesa vibratória de adensamento.



Fotografia 1 – Armaduras posicionadas e concretagem dos painéis (autores, 2015)

Após 24 horas da concretagem, inicia-se o processo de desenforma, desde que o concreto tenha resistência à compressão mínima de 12 MPa, sendo que para cada empreendimento o projeto deve definir o valor específico de resistência do concreto. A seguir as formas são lavadas para utilização em outro ciclo operacional.

A cura dos painéis de concreto empregado no sistema construtivo é realizada por meio de aspersão com água, no mínimo três vezes ao dia, durante três dias consecutivos ao da concretagem.

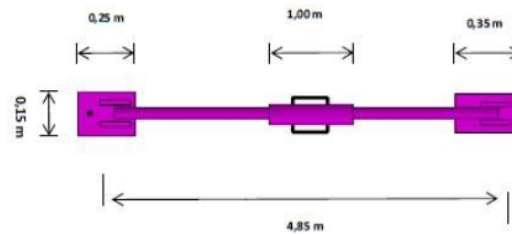
## **6 TRANSPORTE E MONTAGEM DOS PAINÉIS**

Os painéis são transportados e montados no local da obra com auxílio de caminhão munck, que realiza a tarefa de içar, movimentar e posicionar o painel no local indicado pelo projeto. Antes do encaixe dos painéis, é aplicada uma argamassa (traço 1:3) nas interfaces entre painéis e elemento de fundação. Alguns projetos especificam armaduras de espera ou insertes metálicos para ligações de cantos, onde após a união destes elementos por solda, aplica-se uma proteção contra corrosão (normalmente uma pintura com epóxi rico em zinco) e posterior lançamento do graute. A Fotografia 2 mostra a montagem dos painéis no local definitivo.

Fotografia 2 – Montagem dos painéis por meio de caminhão munck (autores, 2015)



Após o painel estar posicionado no local definitivo, com auxílio do caminhão tipo “munck”, realiza-se a conferência do prumo e o escoramento com escoras metálicas. O alinhamento se obtém através dos sulcos do radier. Na sequência, ocorre o travamento entre painéis com grampos tipo “C”. Estas escoras e grampos de travamento somente serão removidos após 3 (três) dias do grauteamento das ligações dos cantos. A Fotografia 3 mostra os painéis escorados na obra e o detalhe da peça utilizada com suas dimensões.



Fotografia 3 – Escoramento e travamento dos painéis (autores, 2015)

Para garantir a estanqueidade à água da fachada, em especial nas regiões de ligações entre painéis estruturais adjacentes, são executadas as juntas, procedimento ao qual se insere um limitador de profundidade que deverá ocupar todo o espaço entre juntas de placas para evitar a fuga do selante e auxiliar na compactação do produto por confinamento. Em seguida é feita a limpeza das laterais e superfície das placas, e efetuada a aplicação do selante elástico à base de poliuretano.

Nas regiões de base dos painéis que ficam em contato direto com o elemento de fundação são aplicados impermeabilizantes de base cimentícia em uma faixa de 1m de altura em todo o perímetro da edificação; em seguida é aplicado o selador acrílico em toda a superfície, seguido de tinta do tipo Látex de base acrílica. Para as paredes internas, em áreas secas, está prevista a execução de pintura com uso de selador e em seguida pintura com tinta do tipo Látex de base PVA. Em áreas, molhadas (banheiro e lavanderia) emprega-se o revestimento cerâmico. A Fotografia 4 mostra edificações constituídas por painéis pré-fabricados de concreto armado com oito centímetros de espessura, finalizadas e disponíveis para entrega ao proprietário.



Fotografia 4 – Vista de edificações finalizadas (autores, 2015)

## 7 AVALIAÇÃO TÉCNICA DE DESEMPENHO

A avaliação técnica apresentada neste estudo considerou critérios de desempenho estrutural; estanqueidade à água; desempenho térmico; desempenho acústico; durabilidade e manutenibilidade. Além destes, estão relacionados os critérios para controle de qualidade específico para o sistema construtivo.

### 7.1 Desempenho estrutural

A resistência característica especificada para o concreto empregado nos painéis pré-fabricados de concreto é igual ou maior que 25 MPa, conforme comprovado nos ensaios de caracterização do concreto realizado em laboratório instalado na fábrica. A configuração estrutural é dada pela composição dos painéis estruturais responsável pela estabilidade da edificação.

A conclusão da análise da concepção estrutural realizada pelo calculista e apresentada na memória de cálculo estrutural indica que os painéis estruturais empregados como paredes do sistema construtivo proposto poderão receber as ações permanentes e sobrecargas previstas para casas térreas unifamiliares e isoladas,

transferindo-as às fundações de forma a permitir a segurança, a estabilidade e as condições de utilização, desde que atendido o projeto específico das fundações.

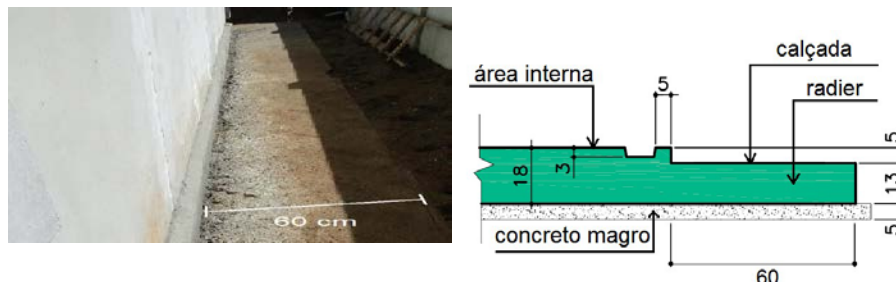
Para atestar a conformidade com os critérios da Diretriz SINAT 002–Rev.02 (2016), foram realizados ensaios de corpo mole e corpo duro nos painéis estruturais pré-moldados empregados como paredes externas e internas e também ensaios de ações transmitidas por fechamentos bruscos de portas e impacto de corpo mole com energia de 240J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não apresentando deslocamento ou arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Além destes, também foi realizado o ensaio de carga suspensa.

O proponente de novos sistemas construtivos deve sempre elaborar projetos estruturais específicos para cada empreendimento, verificando a estabilidade global do edifício e sua implementação. Ressalta-se que para cada situação específica o proponente deverá realizar a análise do terreno e os projetos específicos das fundações e da estrutura do empreendimento.

## 7.2 Estanqueidade à água

Foram feitas análises de projeto para avaliar o atendimento ao requisito de estanqueidade à água do sistema de paredes de fontes de umidade externas e internas. Considera-se que o sistema de paredes satisfaz às condições de estanqueidade à água de chuva pelas características construtivas (painéis pré-fabricados de concreto armado, com  $f_{ck}=25$  MPa, e posterior aplicação de pintura) e pelo tratamento com sistema impermeabilizante de base acrílica, aplicado na base da fachada com altura de 1m, contada a partir da laje do piso, e também pela aplicação de revestimento cerâmico nas paredes das áreas molháveis e molhadas.

Em alguns projetos a calçada é uma extensão do radier, com largura de 60cm e diferença de cota de 5cm em relação ao piso da área interna da edificação, conforme exemplo da Fotografia 5.



Fotografia 5 – Detalhe da calçada indicando as cotas (autores, 2015)

A forma de fixação das janelas (parafusos e vedação com poliuretano) satisfaz às condições de estanqueidade à água de chuva na região de interface entre parede e janela.

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

Com relação à estanqueidade à água das juntas (interfaces) entre paredes e pisos internos e externos, os projetos de cada empreendimento devem prever caimentos do piso e diferença de cotas entre o piso externo e interno, para minimizar o contato da água do piso com a base da parede. Também é aplicado o sistema impermeabilizante de base acrílica na laje de piso para evitar umidade proveniente de ascensão capilar do solo.

As juntas entre painéis da fachada (ligações dos painéis estruturais) foram avaliadas com base em análise de projeto, apresentando desempenho satisfatório em relação à estanqueidade à água. É recomendada a realização do ensaio de estanqueidade dos painéis de fachada em laboratório, antes e depois do ensaio de choque térmico, a fim de comprovar o desempenho do sistema, em especial nas regiões de juntas.



### 7.3 Desempenho térmico

Foram feitas simulações computacionais com o software Energy Plus para avaliar o desempenho térmico de edificações que empregam o sistema objeto deste estudo, sendo que as simulações consideraram as zonas climáticas Z2 e Z3, constantes da ABNT NBR 15.220 (2005) para as tipologias de casas térreas isoladas e geminadas e conforme cada tipo de projeto arquitetônico. As tipologias analisadas possuíam áreas entre 60m<sup>2</sup> e 78m<sup>2</sup> e com pé direito de 2,70m; as coberturas avaliadas foram telhados com telhas cerâmicas ou fibrocimento, sobre ático e forro constituído por réguas de PVC com espessura de 10mm e laje de concreto com espessura de 10cm.

Considerando as condições estabelecidas na Diretriz SINAT 002–Rev.02 (2016), associados às considerações mencionadas neste estudo, os sistemas construtivos atendem aos critérios de desempenho térmico. 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 de superfície externa das paredes igual a: 0,3 (cores claras), 0,5 (cores médias) e 0,7 (cores escuras), constantes da Diretriz SINAT 002–Rev.02 (2016). Como exemplo, apresenta-se no Quadro 1 um resumo das cores possíveis de serem utilizadas nas fachadas para as zonas bioclimáticas analisadas, sendo estas as condições para atendimento da tipologia casa térrea isolada de dois e três dormitórios, com telhado de telha cerâmica e forro de PVC.

**Quadro 1 – Condições necessárias para que as casas térreas com as respectivas tipologias de projeto, atendam às exigências da DIRETRIZ SINAT 002 – revisão 2**

Tipologia de projeto avaliada	Zona Bioclimática	Cor do acabamento externo das paredes de fachada			
		Condição padrão (a)	Com sombreamento (b)	Com ventilação (c)	Com sombreamento e ventilação (d)
Casa térrea de 2 dorm.	2	clara ou média	clara ou média	clara ou média	clara ou média
	3	clara	clara ou média	clara ou média	clara ou média
Casa térrea de 3 dorm.	2	clara ou média	clara ou média	clara ou média	clara ou média
	3	clara	clara	clara	clara ou média

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 da radiação solar

Fonte: Roriz Engenharia Bioclimática S/S Ltda. (2013)

### 7.4 Desempenho acústico

A unidade habitacional deve atender aos critérios mínimos apresentados na Diretriz SINAT 002–Rev.02 (2016). Em ensaio realizado, o desempenho acústico apresentou resultado satisfatório, atendendo ao critério relativo à isolamento sonora promovida pelos elementos de fachada e de cobertura. A avaliação de desempenho acústico foi realizada em edificação pronta (ensaio de campo), considerando a classe de ruído II especificada na ABNT NBR 15575-4 (2013).

As características de uma das edificações ensaiadas são: área de 71,20 m<sup>2</sup>; parede de fachada composta por painéis de concreto armado com espessura de 80mm; janelas tipo “de correr”; duas folhas de vidro de 8 mm de espessura e sem veneziana. As portas e batentes são de madeira e a cobertura é formada por telhado com estrutura de madeira, telhas cerâmicas (com espessura de 15mm e densidade de 1700 kg/m<sup>3</sup>) e forro constituído por réguas de PVC (espessura de 10mm). O Quadro 2 apresenta a síntese dos resultados obtidos:

**Quadro 2: Síntese dos resultados do ensaio de desempenho acústico, considerando a classe de ruído II**

Vedação	D <sub>2m,nT,w</sub> (dB)	Critério exigido (dB)	OBS
Fachada Frente Dormitório 1	26	≥ 25	Atende com nível de desempenho mínimo
Fachada Fundos Dormitório 2	25		

Fonte: APOIO ACÚSTICO (2013)

## 7.5 Durabilidade e manutenibilidade

Foram feitas análises de projeto e ensaios para avaliar os requisitos considerados importantes para a durabilidade do sistema das paredes em questão. Verificou-se o consumo de cimento, a classe de agressividade ambiental, a resistência à compressão do concreto e a relação água-cimento para garantir a qualidade mínima do concreto. O sistema de painéis pré-fabricados de concreto armado emprega concreto com no mínimo 300 kg/m<sup>3</sup> de cimento, relação água-cimento ≤ 0,60, que se enquadra na classe de concreto C25 e nas classes I e II de agressividade ambiental. O cobrimento nominal ( $c_{nom}$ ) para os painéis de concreto é de 25mm, considerando Classe II de agressividade ambiental, para  $f_{ck}=25$  MPa.

O projeto considera os mecanismos preponderantes de envelhecimento e deterioração relativos ao concreto e à armadura, sendo especificada a característica do concreto utilizado no sistema construtivo, atendendo a Diretriz SINAT 002–Rev.02 (2016). Também se empregam espaçadores conseguindo-se cobrimento nominal de 30mm para tela (Q138) composta de dois fios de 4,2mm e centralizada; estes espaçadores são instalados a cada 600mm na armadura, garantindo o cobrimento mínimo especificado.

Para cada novo empreendimento deve ser feito ensaio de reação álcali-agregado, para embasar a escolha dos materiais a serem utilizados no concreto.

No caso do sistema construtivo analisado, por ser constituído de paredes de concreto que possuem função estrutural e de vedação, a VUP especificada para a estrutura é de 50 anos, sendo a mesma para vedações verticais internas e externas. Considera-se que atende a Diretriz SINAT 002 – Rev.02 (2016) em relação à ação de calor e choque térmico por serem elementos com características construtivas homogêneas: paredes maciças de concreto e terem apresentado resultados satisfatórios nos ensaios realizados. O ensaio foi realizado de acordo com as especificações, sendo obedecidas as dimensões dos corpos-de-prova (2,40m de comprimento por 2,70m de altura) e a representação do sistema construtivo, contendo as juntas entre painéis.

A manutenibilidade foi avaliada pela ITA (Instituição Técnica Avaliadora), considerando-se o conteúdo do Manual de Operação, Uso e Manutenção do edifício, elaborado pelo proponente da tecnologia, sendo analisados, particularmente, os itens relativos aos elementos construtivos que compõem ou têm interferência com o sistema de paredes de concreto pré-fabricadas, sendo especificados os cuidados para a utilização e manutenção do sistema de paredes de concreto, incluindo a definição de cronogramas para inspeção e a previsão de procedimentos e periodicidade de pintura das paredes, substituições de componentes das instalações hidráulicas e elétricas, entre outros.

## 8 CONTROLE DE QUALIDADE

Foram feitas auditorias em unidades fabris e em obras executadas com o sistema construtivo de painéis de concreto pré-fabricados, onde se verificou o controle da qualidade do processo de produção e a conformidade com a Diretriz SINAT 002–Rev.02 (2016).

Na auditoria inicial realizada pela Instituição Técnica Avaliadora, os aspectos de controle descritos a seguir foram verificados. Tais aspectos devem ser continuamente controlados pelo proponente da tecnologia.

- Recebimento de materiais e componentes (armadura e concreto – ensaios de verificação da consistência e da resistência à compressão do concreto na idade de desenforma e aos 28 dias);
- Sequências e qualidade das etapas de produção (limpeza e controle geométrico das fôrmas;
- posicionamento e cobrimento das armaduras; lançamento do concreto; desenforma e cura);
- Sequência e qualidade da montagem das esquadrias e acabamentos como revestimentos cerâmicos, impermeabilizações, pintura e aplicação de textura; e
- Sequência e qualidade no processo de execução das juntas entre painéis.

Os controles são baseados em documentos técnicos que preveem controle da qualidade dos projetos, do recebimento de materiais e da moldagem 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 nas obras auditadas.

Foram analisados também os documentos que comprovam o controle tecnológico do concreto e a rastreabilidade das informações. Cem por cento dos lotes de concreto entregues na obra são verificados quanto à consistência e resistência à compressão, nas idades: 24 horas, 7 dias e 28 dias. Esse controle é feito por laboratório de controle tecnológico externo, sendo os ensaios devidamente acreditados. Para o aço é feito o controle de verificação dos certificados de qualidade do produto.

A frequência de controle e amostragem dos materiais que compõem os painéis de concreto armado objeto deste sistema construtivo são:

- Materiais constituintes do concreto armado a cada lote de recebimento (carreta), sendo para o Cimento (resistência à compressão, finura e blaine); Agregados (granulometria e material pulverulento); e Aditivo (tipo do produto e controle do prazo de validade);
- Concreto no estado fresco a cada betonada (recebimento, amostragem e abatimento);
- Concreto no estado endurecido a cada exemplar moldado (cura e ensaio de resistência à compressão).

## 9 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo retratou o potencial de atendimento aos requisitos de desempenho de edificações compostas por vedações verticais internas e externas produzidas com painéis pré-fabricados de concreto armado, em especial no que diz respeito à sua espessura de oito centímetros.

Os dados apresentados no Quadro 3 indicam os itens avaliados, os critérios adotados e os resultados obtidos em relação a análise realizada:

**Quadro 3: Itens avaliados, critérios adotados e resultados obtidos**

Item avaliado	Critério de avaliação	Resultados obtidos	Critério normativo exigido	Nível de desempenho obtido
Desempenho estrutural	Diretriz SINAT 002–Rev.2 (2016) - item 4.2.1	Atende ELU, ELS, impactos e carga suspensa	Conforme item 3.1 da Diretriz SINAT 002 rev.2	Todos os itens avaliados atendem os níveis mínimos de desempenho esperados
Estanqueidade à água	ABNT NBR 15575-4 (2013) item 10.1.1	VVE considerada estanque em análise de projeto	Conforme item 3.3 da Diretriz SINAT 002 rev.2	
Desempenho térmico	Diretriz SINAT 002–Rev.2 (2016) item 4.2.4.2 e ABNT NBR 15.220 (2005)	Atende para Z2 e Z3	Conforme Quadro 1	
Desempenho acústico	ABNT NBR 15575-4 (2013) item 12.2.1.2	26 dB 25 dB	≥25 dB	
Durabilidade e manutenibilidade	Diretriz SINAT 002–Rev.2 (2016) - item 4.2.6	Atende a VUP	≥50 anos	

Além destes, apresentaram-se os critérios de controle da qualidade indicados para o sistema construtivo proposto, ações estas que visam assegurar o atendimento à VUP (Vida Útil de Projeto).

As análises de projetos e os resultados obtidos nos ensaios realizados indicaram atendimento aos requisitos aplicáveis da ABNT NBR 15575-4 (2013), com pelo menos nível mínimo de desempenho.

Através do exposto, entende-se que o sistema construtivo abordado confere habitabilidade ao usuário e durabilidade da edificação e que as avaliações de segurança contra incêndio podem ser realizadas para esgotar toda e qualquer dúvida em relação ao potencial de sistema aqui apresentado.



## 10 REFERÊNCIAS

APOIO ACÚSTICO (São Paulo). Avaliação de Desempenho Acústico de Fachadas em Casa Isolada em Canelinha-SC. 112. ed. Canelinha: Apoio Acústico, 2013. 31 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 15575: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 76 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 30 p.

EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA (São Paulo). Verificação de desempenho em paredes pré-moldadas de concreto. 347. ed. São Paulo: Egis, 2013. 8 p.

DIRETRIZ SiNAT 002-Revisão 2. 2016. Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos\\_sinat.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php)>. Acesso em: 11 maio 2017.

OLIVEIRA, Luciana Alves; MITIDIERI FILHO, Claudio Vicente. O PROJETO DE EDIFÍCIOS HABITACIONAIS CONSIDERANDO A NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO: ANÁLISE APLICADA PARA AS VEDAÇÕES VERTICAIS. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51022/55089>>. Acesso em: 11 maio 2017.

RORIZ ENGENHARIA BIOCLIMÁTICA S/S LTDA (São Paulo). Avaliação dos Níveis de Desempenho Térmico de Edificações Habitacionais com Paredes em Concreto. São Carlos: Roriz, 2013. 15 p.