

PAINEL DE PAREDE DUPLA PRÉ-MOLDADO: ANÁLISE CRÍTICA DAS INDICAÇÕES NA NBR 16475-2017

MEDEIROS, Wallison (1)

(1) Especialista em Estruturas de Concreto e Fundações, aluno de Mestrado, PPGECiv/UFSCar, wamedeiros@gmail.com

Resumo: No Brasil, tem-se observado o crescente uso de elementos pré-fabricados de concreto, nesse contexto, encontram-se os painéis de parede dupla pré-moldados que são um sistema construtivo formado por duas placas de concreto de pequena espessura mantidas unidas através de armadura treliçada. A armação estrutural necessária para todo o painel é construída dentro do componente pré-fabricado e após a instalação dos painéis, o espaço entre as placas pode ou não ser preenchido com concreto misturado e despejado no local da obra; neste sentido, o painel de parede dupla é um componente semi pré-fabricado. Esses painéis de fato combinam as maiores vantagens da pré-fabricação com as de uma parede fabricada em moldes concretados na obra. O presente trabalho apresenta uma investigação exploratória realizada através de revisão bibliográfica na qual será descrito e verificado as indicações de desempenho dos painéis de parede dupla pré-moldado conforme a recém lançada norma ABNT NBR 16475:2017, analisando criticamente os aspectos abordados e as lacunas deixadas pela a mesma; tendo com isto, o intuito de contribuir com a sistematização e difusão do tema na comunidade da construção civil brasileira.

Palavras-chave: Pré-moldado, Painel, Parede dupla.

Área do Conhecimento: Características tecnológicas e de desempenho – Tecnologia de processos e sistemas construtivos – PPGECiv-UFSCar

1 INTRODUÇÃO

Desde 1945 existem painéis pré-moldados de concreto, sendo que na década de 1990 foram criados os painéis híbridos de parede de concreto, que a cada dia vêm se tornando mais competitivos no país para construções de galpões industriais e shopping centers. Aqui, a tecnologia chegou apenas em 2009 e são cada vez mais propostos tanto em projetos no Brasil quanto no Reino Unido, sendo conhecidos como "painéis de parede dupla". Eles compreendem duas peles de concreto pré-fabricado conectadas por nervuras e/ou por treliças, que são preenchidas ou não com concreto no local, veja a Figura 1. As peles externas do painel de parede dupla são feitas na fábrica, geralmente usando moldes de aço, isso resulta numa finalização de qualidade mais elevada do que uma parede moldada no local. A qualidade da superfície do painel é adequada para receber um acabamento de gesso, pintura ou papel de parede. A superfície do painel não é normalmente feita com concreto arquitetônico. As juntas são fundidas usando concreto *in-loco* e têm como característica de serem expressas ou ocultas. Essa opção oferece vantagens potenciais para o empreiteiro em termos de velocidade de construção, bem como a redução do número de pessoal qualificado para a construção das paredes.

Figura 1 – Construção com painéis de parede dupla



Fonte: WHITTLE & TAYLOR (2009)

Muitas vezes, o sistema de parede dupla é combinado com o uso de pré-lajes, com ou sem formadores de vácuo esférico (no Reino Unido), fornecendo formas permanentes para a laje que pode ser relativamente fácil de instalar no sistema de parede. Extensões de até 8m são comuns e são possíveis vãos de até 14m.

Potenciais usos estruturais do sistema de parede dupla incluem:

- Estruturas de tipo celular para uso residencial;
- Paredes com cargas verticais apenas;
- Paredes participante e núcleo rígidos, isso tem implicações significativas para o projeto, conforme discutido na Seção 2;
- Muros de contenção, isso tem implicações significativas para o projeto, conforme discutido na Seção 2;
- Situações de cofragem por apenas um lado, em que não existe acesso a um dos lados do muro para erguer as formas, como por exemplo, construção de parede numa linha de parede de fachada contra edifícios vizinhos.

A principal vantagem deve-se ao fato de ser uma "estrutura *in-loco*", totalmente contínua e presa em conjunto, mas sem a necessidade de formas no local. Os painéis de parede dupla podem igualmente serem moldados com as aberturas inteiramente aparadas e com as passagens para cabos e outros serviços.

Vantagens:

- Acabamento de qualidade para paredes;
- Sem formas para a estrutura vertical e estrutura horizontal quando as pré-lajes são utilizadas;
- A ligação estrutural entre a parede e as lajes é feito por detalhamento do concreto armado padrão e intrinsecamente robusto;
- Redução do desperdício.

Desvantagens:

- A aderência necessária do pré-moldado antes do ganho de resistência suficiente do concreto lançado no local;
- A dimensão menor das unidades pré-fabricadas tem tipicamente um máximo de 3,6 m, por isso as juntas nas paredes devem ser tratadas: sejam expressas ou ocultas;
- Redução da flexibilidade do layout, uma vez que esta opção requer paredes em vez de colunas.

Apesar do longo tempo da presença dos painéis pré-fabricados de concreto no Brasil, até março de 2017 não existia uma norma para harmonização de requisitos e procedimentos prescritiva e especificamente aplicável ao produto, tendo com isto que recorrer ao Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), onde para se caracterizar o sistema construtivo deve ser descrito os dados técnicos a serem fornecidos pelo proponente e constatados, determinados ou verificados pela Instituição Técnica Avaliadora - ITA. Estes dados devem constar do projeto do sistema e estar disponível na ITA, não sendo necessária a informação de todos eles no Documento de Avaliação Técnica - DATec, a menos que seja relevante.

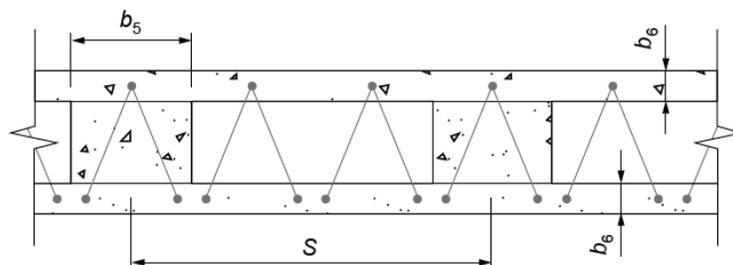
O DATec, elaborado para um determinado sistema construtivo com base na Diretriz do SINAT, deve indicar a concepção estrutural, os materiais empregados, os tipos de fôrmas utilizadas na unidade de produção, as instalações de pré-moldagem, o tipo de cura, equipamentos de transporte e montagem, equipamentos de segurança e eventuais revestimentos de paredes e pisos, caixilhos (quando necessário) e demais interfaces de interesse, de forma a caracterizar o sistema construtivo.

Com a nova norma ABNT NBR 16475:2017, foi possível analisar o conhecimento técnico disponível no Brasil, agregando conhecimento técnico de normas internacionais e normalizar os critérios que são possíveis para o estado da arte disponível atualmente no país. Entretanto, isso não significando o fim da exigência das DATec's para os painéis de concreto pré-moldado, pois apesar da recente norma suportar a avaliação de desempenho estrutural, os demais requisitos de desempenho que tratam a habitabilidade (térmico, acústico e estanqueidade) e a sustentabilidade (durabilidade e manutenibilidade) não foram tratados, sendo assim lacunas da normalização técnica prescritiva. É importante lembrar que o DATec não deve ser tratado como punição, mas sim como uma necessidade em função da falta de harmonização de conceitos e prescrições existentes.

2 PAINÉIS DE PAREDE DUPLA

Os painéis de parede dupla compreendem duas peles de concreto pré-moldado, ligadas por treliças de aço, que mantêm as peles pré-moldadas separadas a um espaçamento constante para produzir uma parede com uma espessura particular. A Figura 2 mostra um esquema típico da seção transversal de painel de parede dupla.

Figura 2 – Seção transversal do painel de parede dupla



Fonte: ABNT NBR-16475 (2017)

Os painéis são fornecidos ao local, erguidos e depois carregados com concreto *in- loco* para formar uma parede de concreto sólida. As treliças, por conseguinte, também atuam para manter as peles juntas contra a pressão exercida pelo concreto moldado no local antes que este tenha curado. Um esquema típico é mostrado na Figura 3. As peles pré-moldadas funcionam como formas permanentes.

As peles pré-moldadas podem ainda conter a armadura principal horizontal e vertical para a parede, sob a forma de uma área de corte transversal de tela ou barras, que podem ser especificadas pelo projetista. Contudo, as barras de arranque e a armadura de continuidade devem estar presentes junto do concreto *in- loco*.

Nos casos em que a parede dupla tiver o núcleo preenchido completamente com concreto estrutural, o painel apresenta um comportamento similar ao de painel de parede maciço, devendo atender às especificações da NBR 16.475:2017, em seu item 5.1.1. Se o preenchimento entre as paredes for apenas parcial, restando vazios entre elas, devem ser atendidas as especificações da NBR 16.475:2017, em seu item 5.1.2, relativas a painéis de parede alveolares não estruturais. Alternativamente, é permitido tratar os trechos maciços como painéis de parede independentes separados pelos vazios.

Vale ressaltar que para os casos onde as treliças apresentem alguma contribuição para o desempenho estrutural do painel, essas devem atender aos critérios de durabilidade devendo ser galvanizadas ou embebidas no concreto estrutural.

Os painéis de parede dupla preenchidos são frequentemente combinados com um sistema de formas permanente de concreto pré-moldado, como por exemplo as pré-lajes. Isso permite o uso mínimo de formas temporárias no local. O sistema de parede é idealmente combinado com um pré-moldado reticulado ou laje de piso composto, uma vez que o elemento tanto da parede como do pavimento moldados no local podem ser combinados para produzir uma estrutura monolítica.

2.1 Métodos de produção de painéis de parede dupla

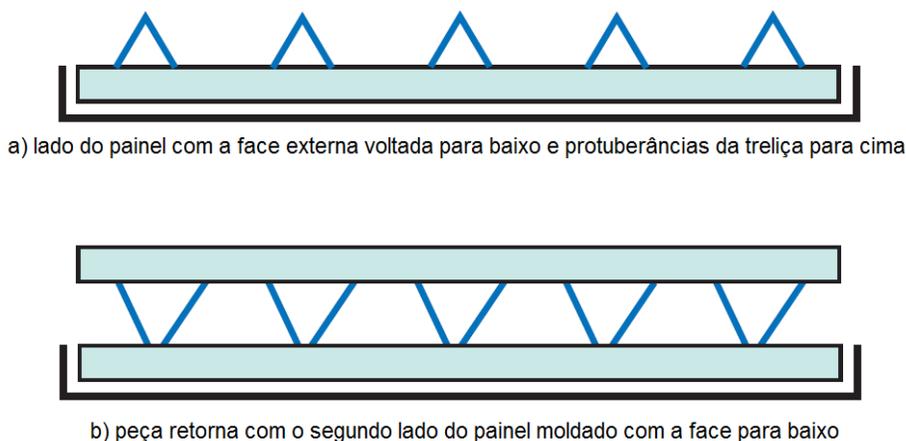
No Brasil, valem as prescrições da ABNT NBR 9062 para a produção dos painéis de parede pré-moldados, levando-se em consideração os demais aspectos específicos descritos na Seção 17 da ABNT NBR 16475, que trata do planejamento da produção, dos tipos de formas e cuidados, da concretagem e cura, da aplicação de composto arquitetônico e das tolerâncias.

Para o controle da qualidade e inspeção da produção, a Seção 20 da ABNT NBR 16475 estabelece requisitos mínimos a serem atendidos pelos painéis de parede pré-moldados e pré-fabricados, segundo as definições da ABNT NBR 9062, de forma a garantir o cumprimento das especificações de projeto. Nessa seção, determina a inspeção das formas e a sua limpeza com a remoção do desmoldante deve ser feita e em todas as moldagens para o caso de peças não seriadas. Para o caso de peças produzidas em série, a inspeção da forma pode ser realizada por amostragem. Cada nova forma deve ser inspecionada, bem como sua operação.

A pele pré-moldada de um lado do painel é moldada horizontalmente em um molde de aço, com as protuberâncias da treliça. Após a cura, a peça é girada de modo que as treliças sejam voltadas para baixo e

possam formar a pele pré-moldada do outro lado, veja a Figura 3.

Figura 3 – Sequência de fabricação de paredes duplas pré-moldadas



Fonte: WHITTLE & TAYLOR (2009)

2.2 Propriedade dos materiais

A NBR 16475 também trata em seu escopo sobre as propriedades dos materiais ressaltando os cuidados com o concreto, aço das armaduras, adição de fibras, o graute, a argamassa de assentamento e ainda a utilização de outros materiais como os blocos de concreto ou cerâmicos. É determinadamente proibido o uso de aço CA-25, CA-50 ou CA-60 para as alças de içamento, devendo respeitar as prescrições da NBR 9062 (cabos, cordoalhas e barras de aço ASTM A36).

Para os concretos de elementos pré-fabricados, conforme a ABNT NBR 9062, podem ser adotados os coeficientes de minoração dos materiais: $\gamma_c = 1,3$ e $\gamma_s = 1,10$.

Além das treliças, os painéis de parede pré-moldados podem ser projetados utilizando-se de reforço estrutural proveniente de armaduras e fibras. Para fibras, valem as prescrições da Seção 7.4 da NBR 16475. Podem ser adotadas como armaduras de concreto armado ou protendido: telas soldadas, vergalhões, treliças, cordoalhas, fios de protensão e conectores metálicos.

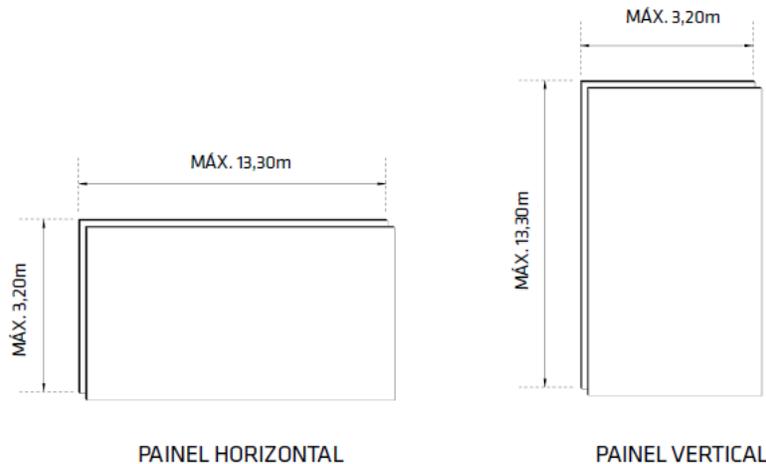
O detalhamento das armaduras deve respeitar as disposições construtivas, como o espaçamento das barras, dobramento, emendas e demais especificações estabelecidas na ABNT NBR 6118. Os cobrimentos mínimos das armaduras dos painéis de parede estruturais pré-moldados e pré-fabricados devem atender aos requisitos correspondentes aos estabelecidos na ABNT NBR 9062 para os pilares pré-moldados e pré-fabricados, respectivamente. Para painéis de parede não estruturais, permite-se reduzir o cobrimento em 5mm em relação ao painel de parede estrutural, não podendo ser inferior a 15mm. O cobrimento mínimo a ser atendido corresponde à distância da face da armadura até a superfície mais próxima do elemento ou contato com elemento inerte.

Fica claro que deve remeter-se à norma NBR 9062 para os materiais que compõem os painéis de parede de concreto pré-fabricado e pré-moldado, sempre que possível.

2.3 Dimensões

Usualmente, as dimensões máximas do painel são de 13,3m x 3,2m como mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Dimensões usuais de painel de parede dupla

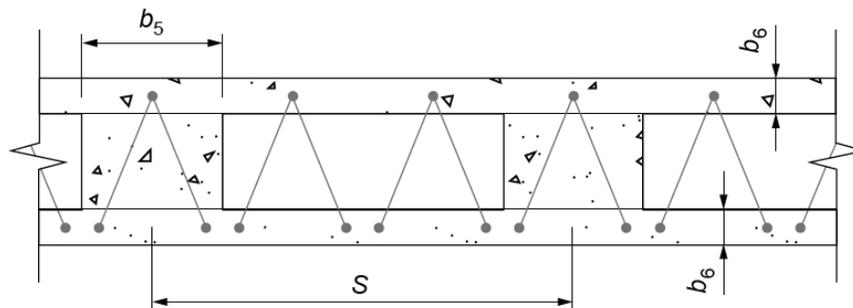


Fonte: Sudeste Pré-Fabricados (2017)

Estas dimensões são frequentemente limitadas pela capacidade dos equipamentos de elevação, transporte ou tamanho dos moldes. A dimensão mínima de um painel é normalmente de 1,20m; entretanto elas podem variar de acordo com o fabricante, desde que atendas às exigências da Seção 10.1.e) da NBR 16475. Que determinam:

- a espessura b_6 das paredes superior e inferior deve ser maior ou igual a $1/15$ do espaçamento entre nervuras (s) não podendo ser inferior a 3cm, conforme apresentado na Figura 11;
- a espessura b_5 das nervuras deve ser maior ou igual a 5cm desde que o espaçamentos entre nervuras não seja superior a 65cm e não se considere a armadura comprimida na resistência da seção. Para se considerar a armadura de compressão em seções com o espaçamento entre nervuras (S) não superior a 65cm, a espessura da nervura (b_5) deve ser maior ou igual a 8cm. Em casos em que o espaçamento entre nervuras (s) esteja entre 65cm e 90cm, a espessura das nervuras (b_5) deverá ser maior ou igual a 12cm.

Figura 5 – Variáveis geométricas para painéis de paredes duplas



Fonte: ABNT NBR 16475 (2017)

2.4 Instalações

As tubulações verticais podem ser embutidas nos painéis de parede de concreto apenas durante a fabricação e desde que atendidas simultaneamente as seguintes condições:

- a) quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar $15\text{ }^\circ\text{C}$;
- b) quando a pressão interna na tubulação for menor que $0,3\text{ MPa}$;
- c) quando o diâmetro máximo for de 50mm;

d) quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da espessura da parede, restando espaço suficiente para no mínimo o cobrimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66% da espessura da parede e com cobrimentos mínimos desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50cm para cada lado;

e) tubos metálicos não encostem nas armaduras para evitar corrosão galvânica;

f) a verificação da capacidade resistente da seção deve considerar a presença das instalações embutidas;

g) em painéis de parede estruturais, não são permitidas tubulações verticais provenientes das instalações hidrossanitárias e de gás embutidas.

Não se admite tubulações horizontais, a não serem trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1m, desde que este trecho seja considerado não estrutural. Aberturas transversais para passagem de tubulações devem ser consideradas no projeto estrutural. Em nenhuma hipótese são permitidas tubulações, verticais ou horizontais, nas ligações entre painéis de parede.

2.5 Dimensionamento

Como todas as normas, não se trata de uma cartilha com o passo a passo de como dimensionar, mas de definições de conceitos, premissas e diretrizes de dimensionamento, contemplando as ações transitórias de saque da forma, estoque e montagem; os esforços solicitantes; as cargas verticais linearmente distribuídas, concentradas ou parcialmente distribuídas e a distribuição de cargas devido às aberturas; as ações transversais ao plano do painel tais como ação do vento, desaprumo e colisão de veículos; os coeficientes de ponderação dos esforços e as considerações em situação de incêndio.

Sendo necessário observar os limites de deslocamentos, verificando o acumulado das deformações pois, para a situação final não existe compensação.

Os critérios de dimensionamento do painel estrutural ocorrem de forma análoga à parede de concreto pela NBR 16055, onde tem-se análise e dimensionamento como parede ou pilar-parede; dimensionamento à flexão-composta; altura equivalente em função das restrições de topo, base e travamento lateral, este travamento com condicionantes para que o elemento seja realmente de travamento.

3 REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

A NBR 15575 apresenta uma lista geral de exigências dos usuários utilizada como referência para o estabelecimento dos requisitos e critérios, descritas a seguir.

Segurança: segurança estrutural; segurança contra o fogo; segurança no uso e na operação.

Habitabilidade: estanqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico.

Sustentabilidade: durabilidade; manutenibilidade; impacto ambiental.

Nível de desempenho: em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e de economia, são estabelecidos para os diferentes sistemas requisitos mínimos de desempenho (M) que devem ser considerados e atendidos.

A DIRETRIZ SINAT N° 002 – REV. 01 de julho de 2012, que trata especificamente dos painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais e que se baseia nas normas: ABNT NBR 15575, NBR 6118, NBR 6123, NBR 9062, NBR 14432 analisa seis pontos, que serão discutidos a frente, são eles: Desempenho estrutural; Segurança contra incêndio; Estanqueidade à água; Desempenho térmico, Desempenho acústico e Durabilidade/Manutenibilidade.

3.1 Quanto à Segurança

Para atender às Diretrizes do SINAT, o painel deve ser avaliado frente a seu desempenho estrutural e segurança contra incêndio. Na avaliação do desempenho estrutural são verificados a resistência estrutural e estabilidade global (ELU), deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural (ELS), estes agora abordados pela NBR 16475; são realizados, ainda, ensaios de impacto de corpo mole e duro, solicitações transmitidas por portas para as paredes e solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações verticais externas e internas. Visto a estrutura dos painéis de parede pré-moldado as exigências quanto ao desempenho estrutural não são problemas desde que obedecida a nova norma.

Os painéis de parede pré-moldado são constituídos de material incombustível, que não se caracterizam como propagador de incêndio e propiciam condições adequadas para restringir o rápido crescimento do incêndio. Baseado nas recomendações do Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI), o Quadro 1, presente na NBR 9062-2017 apresenta os valores de espessura mínima em função do tipo de agregado e tempo de resistência ao fogo para painéis maciços de concreto armado estruturais ou não estruturais.

Quadro 1 - Espessura mínima do painel maciço em função do TRRF e tipo de agregado

Tipo de agregado	Espessura efetiva em função da resistência ao fogo (mm)				
	1 h (60 min)	1,5 h (90 min)	2 h (120 min)	3 h (180 min)	4 h (240 min)
Argila expandida, vermiculita ou ardósia expandida	65	80	90	115	130
Pedras calcárias	80	100	120	145	170
Pedras silicosas (quartzos, granitos ou basaltos)	90	110	130	160	180

Fonte: ABNT NBR 9062 (2017)

3.2 Quanto a Habitabilidade

Quanto a Habitabilidade, A DIRETRIZ SINAT Nº 002 – REV. 01 de julho de 2012, estabelece que para comprovar o adequado desempenho dos painéis de parede pré-moldado é necessário atender às exigências de estanqueidade, desempenho térmico e acústico.

No caso da estanqueidade à água de edifícios são consideradas duas fontes de umidade: a) externas, como ascensão de umidade do solo pelas fundações e infiltração de água de chuva pelas fachadas, lajes expostas e coberturas; b) internas, como água decorrente dos processos de uso e limpeza dos ambientes, vapor de água gerado nas atividades normais de uso, condensação de vapor de água e vazamentos de instalações.

A edificação deve reunir características que atendam aos critérios de desempenho térmico estabelecidas na ABNT NBR 15575-1, respeitando as características bioclimáticas das diferentes regiões brasileiras definidas na ABNT NBR 15220-3 e considerando que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo entre paredes externas e cobertura. A avaliação dos sistemas de vedação de fachadas e coberturas, conforme ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5 respectivamente deve ser obtida por meio do procedimento simplificado. Para os casos em que a avaliação da capacidade térmica e transmitância térmica conforme os critérios e métodos estabelecidos nas ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5, resultem em desempenho térmico insatisfatório, o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação como um todo pelo método da simulação computacional conforme o item 11.2 da norma ABNT NBR 15575-1. O procedimento de medição em campo, realizado em protótipos ou habitações construídas tem objetivo meramente informativo.

Para verificação do atendimento ao requisito de isolamento sonora, seja de paredes externas ou internas, pode-se optar por realizar medições do isolamento em campo ou em laboratório; cujos critérios de desempenho são diferentes. Observa-se que no caso de edifício localizado junto a vias de tráfego intenso, seja rodoviário, ferroviário ou aéreo, deve-se utilizar o valor mínimo acrescido de 5dB.

Nenhum desses critérios são mencionados na NBR 16475, até porque tais exigências dependem de todos os componentes que se fizerem presente nos painéis como: portas, esquadrias, caixilhos etc. Sendo preciso, portanto, a realização de testes ou referências para garantir o desempenho em cada situação. Portanto, a comprovação do desempenho por um Documento de Avaliação Técnica (DATec) será necessária

3.3 Quanto a Sustentabilidade

A DIRETRIZ SINAT Nº 002 – REV. 01 de julho de 2012 define como durabilidade, manter a capacidade funcional dos sistemas durante a vida útil de projeto, desde que sejam realizadas as intervenções de manutenção pré-estabelecidas; e como manutenibilidade, manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto desde que submetidos às intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos

fornecedores.

Para a NBR 16475 valem as diretrizes para durabilidade das estruturas de concreto definidas na NBR 9062, complementadas pela NBR 6118 quanto às exigências de durabilidade, vida útil de projeto, mecanismos de envelhecimento e deterioração e agressividade do ambiente, considerando o sistema estrutural formado pelos painéis de parede pré-moldados e pelos conectores metálicos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O painel de parede dupla pré-moldado pode ser aplicado em praticamente qualquer tipo de construção e também pode ser integrada como parte de uma construção convencional. Com elementos precisos em termos dimensionais, cobrimento de armaduras controlado; paredes com elementos lisos, prontos para receber pintura; produzidos de maneira a poder enquadrá-los a elementos concretados da obra; podendo ser preparado com abertura de portas e janelas, tomadas e tubulações elétricas, ou seja, com todas as vantagens provenientes da fabricação em ambiente industrial trazendo rapidez e modernidade para o canteiro de obras.

Apesar de um pouco conservadora para conceitos que não estejam absolutamente consolidados, a norma ABNT NBR 16475 apresenta-se em conformidade com as demais normas internacionais, sua chegada, mesmo que não abranja todos os aspectos necessários para a construção com painel de parede pré-moldado, já se apresenta como o principal feito para a expansão do sistema construtivo. Pois, assim como objetiva esse artigo, a sistematização e difusão do tema na comunidade da construção civil brasileira, proporciona um maior contato por parte dos profissionais, que com mais conhecimento sobre o sistema tendem a utilizá-lo mais fortemente.

Outras expectativas trazidas pela nova norma é a padronização que permite a maior disponibilização de conexões, gerando redução de custos. Tendo ainda a possibilidade, cada vez maior, de desenvolvimento de projetos mais complexos e de tratar-se de um primeiro passo para a evolução da mesma que tende a ser cada dia mais abrangente.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-15575: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-16475: Painéis de parede de concreto pré-moldado – Requisitos e procedimentos - Elaboração. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado - Elaboração. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). Sistema de paredes DPB de painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado. DATec N°: 024-A. São Paulo, 2016.

PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE (PCI). Design for Fire Resistance of Precast/Prestressed Concrete. 3rd. Illinois, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS (SINAT). Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos – DIRETRIZ SINAT N°: 002 – REV. 01, Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais. Brasília, 2012.

SUDESTE PRÉ-FABRICADOS. Catálogo Técnico. Disponível em: <<http://www.sudeste.ind.br/pre-fabricados>>. Acesso em: 06 maio 2017.

WHITTLE, R; TAYLOR, H. Design of Hybrid Concrete Buildings: A guide to the design of buildings combining in-situ and precast concrete. The Concrete Centre, 2009.