

»

Paredes normatizadas

Norma inédita para paredes de concreto moldadas in loco entra em vigor e promete impulsionar uso da tecnologia em edificações

Rodnei Corsini



NBR 16055:2012 contempla aspectos de dimensionamento e execução do sistema de paredes de concreto moldadas in loco, que ainda não era normatizado, apesar de ser usado há cerca de 30 anos no Brasil

A norma para paredes de concreto moldadas in loco, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) entrou em vigor no último dia dez de maio, um mês após sua publicação. A NBR 16.055:2012 ("Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos") normatiza o dimensionamento e a execução do sistema, que ainda não era normatizado, apesar de ser usado há cerca de 30 anos no Brasil.

O sistema, basicamente, emprega um jogo de fôrmas, tela de aço e o concreto que irá constituir a parede. O sistema é indicado para construção em grande escala e é usado sobretudo em obras residenciais - embora não limitado a elas. "Um dos pontos cruciais do sistema é o custo da fôrma. Geralmente é de alumínio, um material nobre. Mas é uma fôrma que pode ser utilizada muitas vezes, de 500 até duas mil vezes. Então, esse valor é absorvido e o valor por metro quadrado pode cair bastante", diz Francisco Graziano, sócio-diretor do escritório Pasqua & Graziano e professor do departamento de estruturas e geotecnia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), que integrou a comissão responsável pela elaboração do texto base da norma. "Para uma perspectiva de alta repetição de construção, a competitividade do sistema é mais evidente", completa.



Para que a produtividade do sistema seja obtida, toda a execução deve ser concebida com base em conceitos de industrialização, como uso de equipamentos para transporte das fôrmas

"Em termos gerais, colocamos na norma práticas que já são usadas - e comprovadamente corretas. Há alguns milhares de unidades habitacionais já construídas com esse sistema", diz Rubens Monge Silveira, coordenador do grupo Parede de Concreto da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). No sistema construtivo, normalmente todas as paredes têm função estrutural - não se usam colunas e vigas. Por isso, se for feita uma instalação, ela pode interferir na estrutura. Segundo a norma, então, o projetista deve observar os embutimentos e instalações nas paredes, aprovando e validando-os.

Quando a norma começou a ser discutida, foram levantados algoritmos para calcular paredes de concreto de um modo diferente do preconizado pela NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento, que dita os procedimentos para projetos de estrutura de concreto. "A NBR 16.055 foi criada porque paredes de concreto não são a mesma coisa que pilares com paredes. As considerações são diferentes: há atenuantes em alguns pontos de armação, por exemplo, por ser um elemento de superfície. Mas, por outro lado, é preciso se preocupar com algumas questões de contorno não detalhadas na NBR 6118, por não estar voltada para esse tipo de estrutura", explica Augusto Pedreira de Freitas, vice-presidente de tecnologia e qualidade da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece) e sócio-diretor do escritório Pedreira Engenharia, que também participou da comissão que elaborou a NBR 16.055.

A nova norma trata tanto dos procedimentos construtivos quanto de dimensionamento. "Basicamente, a parede de concreto é um elemento tridimensional: você tem um elemento inteiro se comportando em conjunto. Se há problemas de retração - imaginando que a parede de concreto forme um cubo -, o cubo se retrai e gera tensões nos cantos completamente diferentes do que uma estrutura de pilar e viga", diz Pedreira de Freitas. Em um conjunto convencional, com pilares e vigas, há uma série de vazios para acomodar as retrações.



A norma vale para projetos que especifiquem concreto comum ou autoadensável que atendam a parâmetros específicos. Sistemas que utilizem concreto celular, por exemplo, devem obter um Documento de Avaliação Técnica no âmbito do Sinat

Outra especificidade não coberta pela NBR 6118 é que o concreto da parede moldada in loco não é o mesmo de uma viga ou de um pilar de concreto armado. Na parede de concreto, não se pode lançar um concreto pouco plástico porque não se vai conseguir vibrar. O ideal é o uso do concreto autoadensável - embora a norma não limite a esse tipo. "A norma não está pensando nas condições para que o sistema fique em pé, simplesmente. Mas, sim, nas condições para que o sistema seja bem executado e difundido pelo seu bom desempenho", diz Pedreira de Freitas.

Resumo dos conceitos da NBR 16.055

Aplicação

Edificações de qualquer geometria (em planta ou altura) com paredes de concreto moldadas in loco com fôrmas removíveis.

Características de projeto

- Concretagem simultânea de paredes e lajes (ou com especificação de ligação armada entre elas)
- Uso de concreto comum ou autoadensável, com densidade normal de 2,0 tf/m³ a 2,8 tf/m³, com resistência característica à compressão aos 28 dias entre 20 MPa e 40 MPa
- Uso de telas soldadas distribuídas em toda a parede, com armaduras mínimas indicadas na norma
- A espessura mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm. Permite-se espessura de 8 cm apenas nas paredes internas de edificações de até dois pavimentos. Para paredes com alturas maiores, a espessura mínima deve ser 1/30 do menor valor entre a altura e metade do comprimento equivalente da parede
- Para paredes de até 15 cm, pode-se utilizar uma tela centrada. Paredes com mais de 15 cm, assim como qualquer parede sujeita a esforços horizontais ou momentos fletores aplicados, devem ser armadas com duas telas

- A especificação do concreto para esse sistema construtivo deve estabelecer:
 - a) resistência à compressão para desenfôrma compatível com o ciclo de concretagem;
 - b) resistência à compressão característica aos 28 dias (f_{ck})
 - c) classe de agressividade do local de implantação da estrutura conforme a NBR 12.655
 - d) trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67) ou pelo espalhamento do concreto (NBR 15.823-2)
- O espaçamento máximo das juntas de controle deve ser determinado com dados de ensaios específicos (na falta desses ensaios, adotar o distanciamento máximo de 8 m entre juntas para paredes internas e 6 m para paredes externas)
- Em face da dilatação da última laje, deve ser prevista uma junta de controle imediatamente sob essa laje
- Não se admitem tubulações horizontais, a não ser trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m (desde que este trecho seja considerado não estrutural). Não são permitidas tubulações, verticais ou horizontais, nos encontros de paredes
- Os projetos de fôrma, escoramentos, detalhes embutidos ou vazados e os projetos de instalações devem ser validados pelo projetista de estrutura
- O modelo de análise estrutural de edifícios de paredes com vigas de fundação ou de transição deve considerar a flexibilidade relativa entre paredes e vigas

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

Paredes normatizadas

Norma inédita para paredes de concreto moldadas in loco entra em vigor e promete impulsionar uso da tecnologia em edificações

Rodnei Corsini

Contexto

Embora o sistema de paredes de concreto moldadas no local fosse usado no Brasil há algumas décadas, era empregado em pequena escala e pontualmente. Nos últimos seis anos, aproximadamente, surgiu uma demanda muito grande de construção em larga escala, sobretudo por conta do programa governamental de habitação popular Minha Casa, Minha Vida. Nesse segmento, costuma-se fazer canteiros com mais de mil unidades habitacionais. "E tem que fazer isso de forma muito rápida, o que é uma característica muito importante desse sistema: você consegue fazer muitas unidades, de forma muito rápida e com qualidade", diz Monge.



Planejamento apurado é essencial para a execução de edifícios com paredes de concreto, pois os elementos de elétrica ficam embutidos e devem ser posicionados antes do lançamento do concreto

A técnica vinha sendo utilizada por poucas construtoras do Brasil, que usavam os seus próprios procedimentos - que precisavam ser aprovados em um órgão certificador. Para isso, era acionado o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (Sinat), do Ministério das Cidades. Órgãos avaliadores credenciados pelo Sistema analisavam o método construtivo e, se aprovado, concediam um Documento de Avaliação Técnica (DATec). "Era um certificado particular para aquela empresa", diz Graziano. Ele explica que, quando surgiu a grande demanda para as habitações populares, percebeu-se o sistema como uma opção importante entre outros que existem. "Fizemos um benchmarking de dez sistemas construtivos que estavam sendo aplicados tanto no Brasil como no mundo. Pudemos perceber que as paredes de concreto moldadas in loco eram extremamente competitivas de dez andares para cima, e de dez para baixo competia por igual, seja no aspecto de consumo de material, seja no de mão de obra", afirma.

Após os estudos da comissão que elaborou a norma, o texto-base foi escrito em oito meses e, após o procedimento de consulta nacional da ABNT, foi aprovado. "A norma já estava em discussão há muito tempo. Na comissão, houve participação da cadeia completa: projetistas, fornecedores de fôrma, associações, construtoras, fornecedores de concreto e outros", enumera Monge. Com a norma, as construtoras podem seguir o indicado e dispensar a aprovação de um sistema próprio no Sinat. "Imaginamos que muitas construtoras que não usavam o sistema comecem agora, com a norma", prevê Monge.

COMPARATIVO ENTRE OS PRINCIPAIS SISTEMAS ESTRUTURAIS

	Paredes de concreto moldadas in loco	Estrutura convencional (coluna-viga-laje)	Alvenaria estrutural	Painéis pré-fabri
Características	Estrutura única de concreto, moldada em fôrmas metálicas, de madeira ou de plástico	Formada por pilares, vigas e lajes de concreto. Os vãos são preenchidos com blocos de vedação	Estrutura em blocos de concreto ou cerâmicos mais resistentes, adequados para alvenaria estrutural	Peças pré-fabricadas em canteiro ou em usinas montadas normalmente com auxílio de guindastes
Distribuição de peso	O peso se distribui por toda a estrutura de concreto autoportante até a interface com as fundações	O peso da construção é distribuído nos pilares, vigas e lajes para as fundações (as paredes não suportam cargas)	As paredes são autoportantes (capazes de suportar a carga da obra sem a necessidade de vigas e pilares)	Os painéis normalmente são autoportantes. Há momentos em que são necessários reforços exclusivos de fechamento (sem função estrutural)
Armação	Concretada em tela soldada (no centro da parede ou próximas às duas faces)	Não há armação nas áreas de vedação, somente nas colunas, vigas e lajes	Geralmente não há armação (embora haja alvenaria estrutural armada)	Normalmente os painéis são de concreto armado
Revestimento	Normalmente não recebe revestimento	Revestimento, base com chapisco	Revestimento, base com chapisco	Normalmente não recebem revestimento (ou recebem revestimentos incorporados na fabricação)
Instalações elétricas/hidráulicas	Quando embutidas, são instaladas antes da concretagem	Depois da construção das paredes, em geral é preciso "rasgá-las" para embutir as instalações hidráulicas e elétricas	Instalações embutidas dentro dos blocos, que são cortados nos pontos de saída	Já vêm embutidas normalmente, nos painéis pré-fabricados

Projeto

Na norma, foi dado peso maior para o papel do projetista estrutural. "Do ponto de vista de cálculo, a grande diferença é tratar o elemento vertical como um elemento de parede, de superfície, e deixar de tratá-lo como um pilar-parede", diz Pedreira de Freitas. As paredes, que formam um elemento único, têm uma rigidez muito maior quando chegam na fundação do que o elemento pilar articulado com a viga. Por isso, a interface com a fundação precisou ser tratada de maneira diferente.

A norma também trata de pontos específicos que passam a ser importantes no dimensionamento da estrutura. Pontos em que há concentração de tensão principalmente por movimentação de retração ou de dilatação térmica. Por exemplo, nas janelas: ao ter uma retração ou um desvio de carga, há uma concentração de tensão nos cantos das janelas. "Na alvenaria normal, há uma contraverga que acaba pegando um pouco desse fenômeno. Mas é um fenômeno muito menor do que ocorre na parede de concreto. Por isso, na norma, é indicado como tratar a janela, os reforços, por conta disso", diz Pedreira de Freitas.

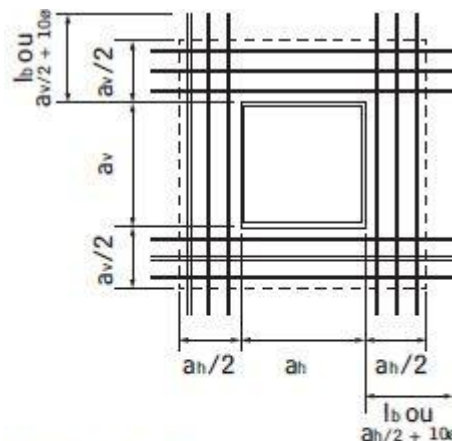
As paredes moldadas in loco estão mais suscetíveis à retração térmica do que uma estrutura convencional - nestas, há várias interfaces onde se aliviam as retrações. Por isso, os aspectos de cálculo para juntas de dilatação e juntas de controle também estão destacadas na norma.

Nos cantos da estrutura, também há tensões de retração muito grandes, já que o conjunto tende a retrair e os cantos são muito rígidos. A norma também traz uma forma de considerar as tensões desses cantos e armar devidamente para amenizar os efeitos da tensão de retração.

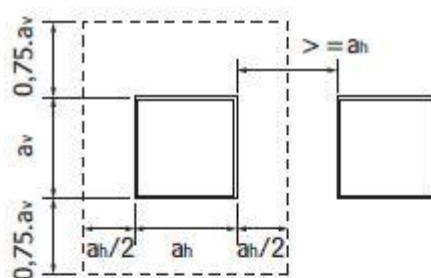
Quanto às espessuras, as tolerâncias são diferentes das estruturas de concreto armado convencional. Não se pode ter muitos desvios do ponto de vista de dimensionamento. Se houver desníveis acima de determinados milímetros, o resultado vai ser uma parede em desaprumo, já que ela não pressupõe revestimento.

Quanto à execução, a norma trata desde a especificação dos materiais até os procedimentos. O concreto demanda trabalhabilidade diferente de uma estrutura convencional. Ele tem que ter, no traço, elementos que provoquem menos retração. "A norma especifica concreto comum e autoadensável - limitados para a densidade de 2,0 tf/m³ a 2,8 tf/m³, com resistência de 20 MPa a 40 MPa", diz Monge. A norma não admite concreto celular - se for usado outro tipo de concreto, é preciso validar o sistema no Sinat.

Quanto à armação, é usada tela soldada. Envolvendo a armação, são moldadas seções muito esbeltas. Por isso, se usada uma armação frouxa, não se consegue fazer com que ela fique perfeitamente na vertical ou na horizontal, gerando problemas de posicionamento. Em relação à fôrma, estas sofrem grandes esforços em função da quantidade de concreto que é lançada. "As fôrmas são basicamente de três materiais: metálicas, de madeira e de plástico. Atualmente, usa-se muito a fôrma de alumínio, mas a norma não se restringe a nenhum tipo de material", diz Monge.



Armadura de reforço



Distribuição horizontal

a_v : altura da abertura

a_h : comprimento da abertura

l_b : comprimento de ancoragem

\varnothing : diâmetro da armadura

[1] Diagrama de posicionamento de armaduras de reforço em torno das aberturas

[2] Diagrama de distribuição de aberturas em uma parede de concreto

Outro ponto especialmente importante da execução é a cura. "A cura mereceu um capítulo único. Como um dos principais problemas a se resolver é a retração, se a cura é benfeita eu estou minimizando muito o efeito de retração", diz Pedreira de Freitas.



Na maioria dos casos, passagens e tubulações embutidas nas paredes devem ser posicionadas verticalmente



Dependendo do projeto, pode ser usada uma tela centralizada ou duas telas, nas extremidades

Paredes normatizadas

Norma inédita para paredes de concreto moldadas in loco entra em vigor e promete impulsionar uso da tecnologia em edificações

Rodnei Corsini

Novos parâmetros e melhorias

Na norma foram usados, basicamente, parâmetros que já existiam, embora com maior restrição. As paredes precisam ter, no mínimo, 10 cm - com exceção das paredes internas, que podem ter 8 cm. "Entre as restrições, não se pode usar tubulações horizontais na maioria dos casos - embora essa orientação já estivesse consolidada", diz Monge. Essa restrição se dá por conta de a tubulação horizontal fazer com que o trecho deixe de se comportar como estrutural, fazendo com que o restante da parede tenha que suportar todo o peso. A norma limita a instalação de tubos horizontais a trechos de um terço da parede. Como o sistema é bastante industrializado, é inviável resolver determinados desvios ou corrigir parâmetros no canteiro - um erro de projeto vai ser sistematicamente repetido.

Uma das atenções principais é na compatibilização de todos os elementos. "Se é feito um projeto estrutural com parede de 10 cm e uma tela centrada onde há uma tubulação inadequada - com mais de 5 cm -, vai aparecer ali uma patologia", alerta Monge. A fundação usada normalmente é do tipo radier, que dá mais facilidade para montar as fôrmas por deixar a base de montagem nivelada.

Entre as expressões de cálculo, Pedreira de Freitas considera como principal a Resistência de Cálculo sob Normal de Compressão, elaborada pelos engenheiros José Roberto Braguim e Francisco Graziano. A expressão calcula qual a capacidade resistente da parede para o esforço de compressão normal, e foi elaborada no contexto da criação da norma.

Com os procedimentos mais consagrados para execução de paredes de concreto moldadas in loco reunidos na norma, acredita-se que seu uso será difundido e ficará mais passível de melhorias em futuras revisões. A norma se apoia em outras já existentes, como a própria NBR 6118.

Revisões futuras



No sistema de paredes de concreto, paredes e lajes são concretadas simultaneamente. Fôrmas são montadas depois que as armaduras e as instalações elétricas e hidráulicas já estão prontas

Avalia-se que a NBR 16055 deixa alguns pontos em aberto. "Toda vez que você publica um documento novo, ocorrem ajustes. As normas são, de certa forma, documentos de consenso. As primeiras formulações tinham particularidades que foram revisadas de forma a expandir um pouco mais o consenso entre profissionais que participaram da comissão", avalia Francisco Graziano.

Para o engenheiro Julio Cesar Sabadini de Souza, do Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), a publicação da norma pode trazer confusões quanto à avaliação de desempenho. "Não se trata de uma norma de desempenho, mas de uma norma que traz especificações de materiais e requisitos de projeto e execução.

Dessa forma, não se dispensa a avaliação do desempenho, assunto tratado na NBR 15575 e complementado na Diretriz Sinat nº 001", explica Sabadini.

Ele cita como ponto a ser revisto na norma a referência ao cobrimento da armadura e à classe de agressividade ambiental. "Ao permitir considerar as

prescrições de uma classe de agressividade mais branda para cobrimentos maiores que o especificado na NBR 6118, pode-se contrariar a própria NBR 6118 ao se adotar, por exemplo, um concreto de classe de resistência inferior", afirma. Para o engenheiro, a questão seria resolvida se os cobrimentos adotados fossem maiores ou iguais aos cobrimentos nominais previstos na NBR 6118.

Sistemas de certa maneira similares - como o concreto em fôrmas de PVC, que não descartam as fôrmas - tendem a permanecer listados como sistemas inovadores no âmbito do Sinat. A criação de normas para os procedimentos acaba ficando mais restrita a sistemas amplamente difundidos, por conta da mobilização necessária para sistematização dos parâmetros.