



Núcleo
Parede de Concreto



Recomendações

NBR 16055 Nova revisão: restrições e limites



Empresas participantes:



A revisão da NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos – abriu uma gama maior de possibilidades de aplicação do sistema. Permite avançar sobre projetos de edificações de maior porte e altura, mesclando elementos de parede de concreto com elementos estruturais cobertos pela NBR 6118, tais como pilares parede, pilares convencionais e lajes de maiores vãos

Pasqua & Graziano Associados

Eng. Francisco Graziano

Este artigo tem como objetivo resumir os principais pontos abordados na comissão de revisão da norma NBR-16055, segundo o olhar deste autor, e visa informar os engenheiros de estruturas e responsáveis técnicos das construtoras.

Após longo período de análises, reuniões técnicas e plenárias, a comissão concluiu a atualização com uma abordagem e um olhar que revisitaram todas as premissas e conceitos que lhe deram origem. Não se pretendeu aqui comentar todos os aspectos e extensão desta revisão, mas os mais impactantes para o projeto estrutural.

Definição de estrutura de parede de concreto

3.1

parede de concreto

elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que cinco vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede.

Empresas participantes:





Comparado este texto com o da NBR-6118, que trata do projeto de estruturas de concreto e é considerada texto de norma mãe sobre o assunto, encontram-se as seguintes definições de pilares-parede e vigas-parede:

18.5 Pilares-parede

No caso de pilares cuja maior dimensão da seção transversal exceda em cinco vezes a menor dimensão, além das exigências constantes nesta subseção e em 18.4, deve também ser atendido o que estabelece a Seção 15, relativamente a esforços solicitantes na direção transversal decorrentes de efeitos de 1ª e 2ª ordens, em especial dos efeitos de 2ª ordem localizados.

A armadura transversal de pilares-parede deve respeitar a armadura mínima de flexão de placas, se essa flexão e a armadura correspondente forem calculadas. Caso contrário, a armadura transversal por metro de face deve respeitar o mínimo de 25 % da armadura longitudinal por metro da maior face da lâmina considerada.

22.4 Vigas-parede

22.4.1 Conceituação

São consideradas vigas-parede as vigas altas em que a relação entre o vão e a altura l/h é inferior a 2 em vigas biapoiadas e inferior a 3 em vigas contínuas. Elas podem receber carregamentos superior ou inferior (ver Figura 22.2).

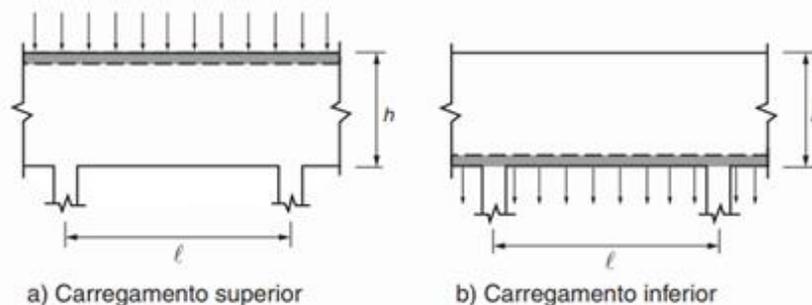


Figura 22.2 – Dois tipos comuns de vigas-parede em relação ao carregamento

Na perspectiva do autor, além dessas classificações, que permitem uma distinção clara, pela geometria, do que são cada um desses elementos estruturais, deve-se ter em mente que o sistema de paredes de concreto renasceu no Brasil com um objetivo: utilizar estruturalmente os elementos de partição das edificações, transformando paredes de blocos ou de alvenaria em elementos estruturais que “funcionassem” como suporte para as lajes e atuassem de maneira eficaz no equilíbrio geral do sistema estrutural do edifício, suprimindo vigas e pilares comuns no sistema denominado “convencional”.

Empresas participantes:

O sistema de paredes de concreto nasceu na perspectiva de ser uma tecnologia de baixa solicitação e alta reserva de capacidade resistente, que propicia a redução do consumo de aço. Por estes motivos, os critérios de definição de consumo mínimo de aço são menores daqueles definidos nesta norma e, portanto, estão sujeitos a uma barreira de máxima solicitação para que se possa continuar a gozar destas situações especiais de dimensionamento. Do contrário, estaríamos contrariando a norma mãe, a NBR-6118, que deve ser o amparo técnico.

Para os casos práticos de aplicação em que a NBR 16055 não consegue circunscrever a partir de suas definições e critérios de dimensionamento, deve-se recorrer ao texto da norma mãe.

Definição de Edifício Simplificado

3.9

Edifício Simplificado

Edifício de paredes de concreto de até cinco pavimentos, e que atende às seguintes condições:

- lajes de vão livre principal (menor dimensão) máximo de 4 m e ação variável máxima de 3 kN/m². Não são admitidas lajes pré-moldadas;
- aberturas, portas e janelas de no máximo 1,40 m, medidos na horizontal;
- distância máxima entre pisos de 3 m;
- relação entre altura total do prédio e menor dimensão do retângulo que circunscreve a projeção em planta (excluídos os balanços) menor que 2;
- o índice mínimo de densidade de paredes deve ser de 0,5 m de extensão por m² de piso. Para o cálculo desse índice, considerar a área das paredes, descontadas as aberturas e dividir pelo pé-direito (piso a teto). Esse índice também não deve ser inferior a 0,2 m/m² em cada direção principal da edificação;
- apenas uma transição com vão livre máximo de 1,40 m;
- pressão de vento inferior a 1 kN/m².

A definição de **Edifício Simplificado**, conforme o recorte acima do texto base da NBR 16055, permite que situações corriqueiras e de menor risco potencial sejam tratadas de forma mais expedita do que daquelas que

Empresas participantes:



requerem maior análise e elaboração na concepção, projeto e execução da estrutura.

Dentro deste rol de situações simplificadas, está a adoção da fórmula de **Resistência de cálculo sob normal de compressão**, que abaixo se apresenta, como definida no texto atual. Pode ser utilizada para casos definidos como de **Edifício Simplificado**, mas também em situações mais complexas, onde as condições de validade da expressão possam ser atendidas.

17.5.1 Resistência de cálculo sob normal de compressão

A resistência de cálculo pode ser determinada conforme a equação a seguir, que já considera as excentricidades transversais devidas à pressão máxima de vento característico de 1 kN/m², desde que a excentricidade transversal não seja maior que a mínima de (1,5 + 0,03 t) cm. Efeitos de segunda ordem já estão considerados na expressão.

$$n_{d, resist} = \frac{(0,85f_{cd} + \rho \cdot f_{scd})t}{k_1[1 + 3k_2(2 - k_2)]} \leq \frac{(0,85f_{cd} + \rho \cdot f_{scd})t}{1,643} \leq \text{LIMITE}$$

O valor limite da normal resistente acima fica definido em 17.5.4 (Dimensionamento alternativo) onde o limite é associado à posição das armaduras em tela, ou seja:

I) caso a tela esteja centrada no plano da parede, este limite será $0,4 \cdot f_{cd} \cdot t$

II) caso se utilize telas em dois planos não centrais, o limite poderá ser ampliado para $0,63 \cdot f_{cd} \cdot t$, **desde que as telas estejam travejadas entre si.**

Observações

Obs.1) A exigência de travejamento das telas soldadas por grampos poderá ter sua quantidade reduzida, desde que a área de armadura correspondente às telas que estejam localizadas nas regiões das fibras comprimidas não seja considerada no dimensionamento ou verificação da seção. Ou seja, sua participação resistente é desprezada nestes casos.

Empresas participantes:





Obs.2) A expressão aproximada, acima expressa, foi elaborada para a situação de armadura centrada no plano central da parede. A sua utilização no caso de telas duplas deve ser muito bem justificada, em especial na hipótese de redução do travejamento entre as telas, pois a tendência é que a expressão represente apenas área de aço tracionada necessária. Em espessuras de paredes maiores do que 12 cm, a armadura total necessária tende a ser o dobro da obtida pela expressão.

Nestes casos, uma aproximação razoável seria tomar, para uma das armaduras duplas, a relação $\frac{0,5 \times t}{(t-d')}$ da armadura obtida pela expressão acima (onde t é a espessura da parede e d' é a distância da armadura tracionada até a borda mais tracionada da parede).

Por exemplo: Para uma situação em que a parede tenha $t=14\text{cm}$ e $d'=4\text{cm}$ a armadura de uma das telas seria $\frac{0,5 \times 14}{(14-4)} = 0,7$. Portanto, 70% da armadura obtida pela expressão acima, o que resultaria uma armadura total de 1,4 vezes a da armadura centrada obtida pela expressão 17.5.1.

No caso de adotar-se armaduras em dois planos e travejadas

O mais correto é utilizar o método geral (NBR-6118), porém o travejamento não poderá ser reduzido se a armadura comprimida for considerada na capacidade resistente.

Caso se julgue interessante utilizar a armadura centrada e, mesmo assim, utilizar o método geral, deve-se notar que o limite de ruptura do Domínio 2 deverá ser

Empresas participantes:



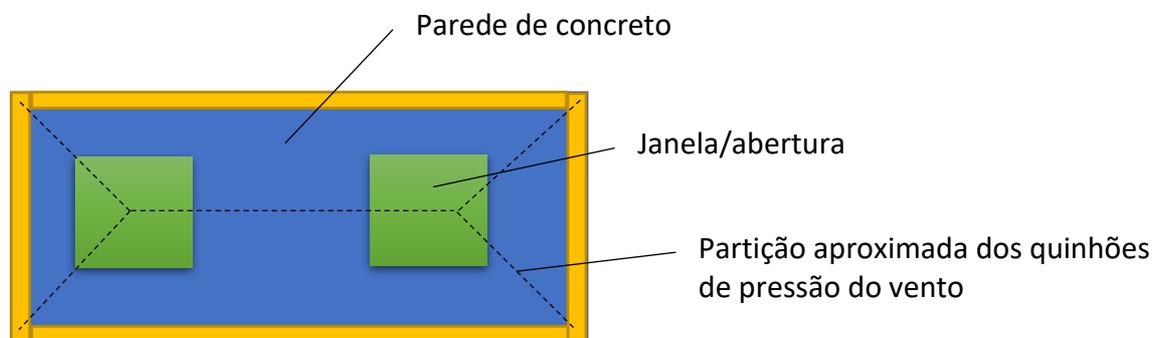


7

alterado para um alongamento específico máximo da borda tracionada do concreto de 0,6%. Isso pode ser interessante onde as considerações de momento inicial de primeira ordem superem o especificado nas premissas adotadas para definição da expressão simplificada de dimensionamento, como pressão de vento e momentos de primeira ordem acima do mínimo considerado.

Em todos os casos, o coeficiente de minoração da resistência do concreto deverá ser $\gamma_c = 1,4 \times 1,2 = 1,68$.

Em edifícios altos, as aberturas de janelas deverão ser consideradas fechadas, quando do vento máximo atuante. Tal situação poderá resultar numa condição de dimensionamento especial, pois o efeito da pressão/sucção do vento se dará em toda a parede. E a faixa vertical, por exemplo, considerada como elemento de carga vertical, poderá ser responsável por um quinhão de carga maior do que a extensão da seção. Pode-se inferir, ainda, que os esforços nas vergas serão influenciados.



Obrigatoriedade de utilização de telas duplas

Para espessuras de paredes superiores a 18 cm, é obrigatória a utilização de telas duplas. Este limite era de 15 cm na revisão anterior. Região de máxima compressão da parede à flexão no plano da parede onde o dimensionamento indique taxa de armadura acima da mínima permitida de 1%: nestes casos e limitando a taxa a 1,5%, a armadura deve ser organizada em duas camadas

Empresas participantes:





simétricas e obrigatoriamente travejadas, oferecendo confinamento ao concreto desta região.

A extensão horizontal deste trecho reforçado deverá se limitar a 1 metro ou 6x a espessura da parede, o menor dos dois valores, utilizando-se para o dimensionamento a normal de cálculo por unidade de comprimento, conforme definido em 17.5.2, ou seja:

$$n_{d,resist} \geq \frac{3.n_{d,max} + n_{d,min}}{4}$$

onde

$n_{d,max}$ é o maior valor normal por unidade de comprimento, para o carregamento considerado, no trecho escolhido;

$n_{d,min}$ é o menor valor normal por unidade de comprimento, para o carregamento considerado, no trecho escolhido.

Os valores representados por $n_{d,max}$ e $n_{d,min}$ devem corresponder aos esforços das seções dos extremos do trecho considerado, sendo que ao longo de toda a extensão desse trecho os sinais destes valores mantêm-se constantes, conforme a Figura 3. No caso de tração, $n_{d,min}$ é igual a zero.

Recomenda-se que, nestes casos, a taxa de armadura horizontal seja igual à vertical, neste trecho.

Conclusões

A revisão atual da **NBR-16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos** abriu uma gama maior de possibilidades de aplicação deste sistema.

Permite avançar sobre projetos de **edificações de maior porte e altura**, mesclando elementos de parede de concreto com elementos estruturais cobertos pela NBR-6118 tais como, pilares parede, pilares convencionais e lajes de maiores vãos, orientando quando e onde deve-se refinar os modelos estruturais para a melhor análise e dimensionamento.

Empresas participantes:

