



## **DIMENSIONAMENTO DE PAREDE DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO SEGUNDO A NORMA ABNT 16055:2012**

**MUNIZ, Lucas Henrique Oliveira**<sup>1</sup>; **TAGLIALEGNA, Hugo de Miranda**<sup>2</sup>; **ROMÃO FILHO, Ricardo Sampaio**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, CESMAC, Maceió, Alagoas, lucasmuniz.pro@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Civil, CESMAC, Maceió, Alagoas, hugo\_de\_miranda@hotmail.com

<sup>3</sup> Msc. Professor em Engenharia Civil, CESMAC, Maceió, Alagoas, r.s.romaofilho@hotmail.com

<sup>4</sup> Trabalho de Conclusão de Curso

**Resumo.** *Os sistemas construtivos vêm surgindo e evoluindo de acordo com a necessidade e a demanda das obras. As transformações que vem ocorrendo na economia do país, ocasionou uma maior procura por empreendimentos populares, exigindo das construtoras uma maior produtividade e menor custo. A utilização de um determinado método construtivo, relativamente novo, vem sendo bastante explorado como alternativa para construir edifícios com rapidez e eficácia. Trata-se do sistema construtivo de parede de concreto moldado in loco, um método inovador, que tem sido utilizado cada vez mais, devido principalmente a sua alta produtividade, qualidade e bom desempenho estrutural. Este trabalho objetiva analisar, especificar e elencar os procedimentos de dimensionamento deste sistema construtivo, que vem ganhando espaço em âmbito nacional, baseando-se na ABNT NBR 16055 (2012).*

**Palavras-chave:** *Parede de concreto. Dimensionamento. ABNT NBR 16055.*

## 1 INTRODUÇÃO

Uma nova aplicação do concreto, que mesmo sendo uma prática recente no país, está sendo bastante utilizada, é o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*. O sistema de paredes de concreto moldado *in loco* apresenta-se bastante vantajoso em obras com grandes repetições. No qual, a produção em grande escala visando à velocidade da construção, somados a otimização da qualidade de serviço, são fatores ideais. A ABNT NBR 16055 (2012) é a norma que estabelece os requisitos básicos para construção utilizando paredes de concreto moldados *in loco*, ela normatiza o dimensionamento e a execução do sistema. Até então não possuía norma brasileira que abordasse este sistema estrutural, por isso era necessário recorrer a normas estrangeiras como o Eurocode 2 (europeia), DTU 23.1 (francesa) e ACI 318 (americana). Esta norma se aplica às paredes submetidas à carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final, tais como detalhes de fachada, armaduras distribuídas e localizadas, instalações elétricas e hidráulicas, considerando as lajes incorporadas ao sistema por solidarização com as paredes (ABNT NBR 16055, 2012).

Por ser tratar de um sistema construtivo novo, não existe nenhum material didático ou programa computacional comercial capaz de dimensionar, as paredes de concreto moldadas *in loco*. Por isso este trabalho possui o intuito de ajudar engenheiros e estudantes nos procedimentos para o dimensionamento das paredes de concreto moldado *in loco* por meio de um roteiro de cálculo, embasado na ABNT NBR 16055 (2012). Com isso, o presente trabalho contribuirá significativamente para a disseminação do sistema e para o avanço de sua análise.

## 2 MÉTODOLOGIA

Inicialmente, para o entendimento geral foi realizado uma pesquisa bibliográfica para ampliar o conhecimento acerca do sistema construtivo de parede de concreto a partir da dissertação desenvolvida por Braguim (2013). A qual será a base para o entendimento do funcionamento do sistema de paredes de concreto moldado *in loco*. Posteriormente, foi feita uma pesquisa bibliográfica que tem papel fundamental para o entendimento do processo construtivo de paredes de concreto, focando em seu dimensionamento e detalhamento. Onde o

principal foco desta etapa foi o estudo da ABNT NBR 16055 (2012) e ABNT NBR 6118 (2014), além de teses, dissertações e artigos técnicos que abordam o assunto.

Com base nas normas e bibliografias estudadas a etapa seguinte foi promover uma análise da norma e elencar as principais diretrizes para o cálculo do dimensionamento das paredes de concreto moldado in loco. Por fim, foi desenvolvido um roteiro de cálculo, o qual tem o intuito de auxiliar engenheiros e estudantes a realizar o dimensionamento das paredes, de acordo com a ABNT NBR 16055 (2012).

### **3 RESULTADOS**

Segundo Nunes (2011), no dimensionamento de paredes de concreto, elas devem ser construídas monoliticamente, juntamente com uma armadura de ligação e com uma armadura mínima, estabelecida de acordo com os parâmetros do item 3.2. É de extrema importância que nenhum elemento pré-moldado como lajes, escadas e outros, invadam a seção da parede, com a finalidade de preservar o efeito de diafragma rígido e garantir a continuidade das paredes.

#### **3.1 Valores iniciais de cálculo**

Primeiramente é necessário estabelecer os valores primordiais, tais como  $F_{ck}$  (resistência característica do concreto à compressão) em Mpa,  $F_{yk}$  (resistência característica ao escoamento do aço) em kN/cm<sup>2</sup>,  $\gamma_s$  (coeficiente de minoração do aço) adimensional,  $\gamma_c$  (coeficiente de minoração do concreto) adimensional,  $\gamma_f$  (coeficiente de ponderação das cargas) adimensional,  $F_{cd}$  (resistência de cálculo do concreto à compressão) em kN/cm<sup>2</sup> e por fim  $F_{yd}$  (resistência de cálculo do aço) em kN/cm<sup>2</sup>.

#### **3.2 Premissas básicas de projeto**

A ABNT NBR 16055 (2012, p.13) menciona que as estruturas de parede de concreto devem obedecer alguns conceitos exigíveis, sendo um dos principais, que trechos de parede com comprimento menor que dez vezes sua espessura devem ser dimensionados como pilar ou pilar-parede. Por fim é necessário obedecer alguns valores máximos referente ao projeto, o vão máximo da laje deve ser igual a 4,00 m, o pé esquerdo máximo deve ser igual a 3,00 m, a sobrecarga máxima igual a 300 kgf/m<sup>2</sup>, espessura mínima de paredes com até 3 metros de

altura deve ser igual a 10 cm e por fim os espaçamentos de juntas de trabalho em paredes internas e externas devem ser igual a 8 e 6 cm, respectivamente.

### 3.3 Comprimento equivalente da parede

A parede dimensionada deverá ser classificada a partir de um dos tipos de acordo com a figura abaixo, e com isso realizar o cálculo do comprimento equivalente, baseando-se na realidade dos apoios aos quais a parede está submetida.

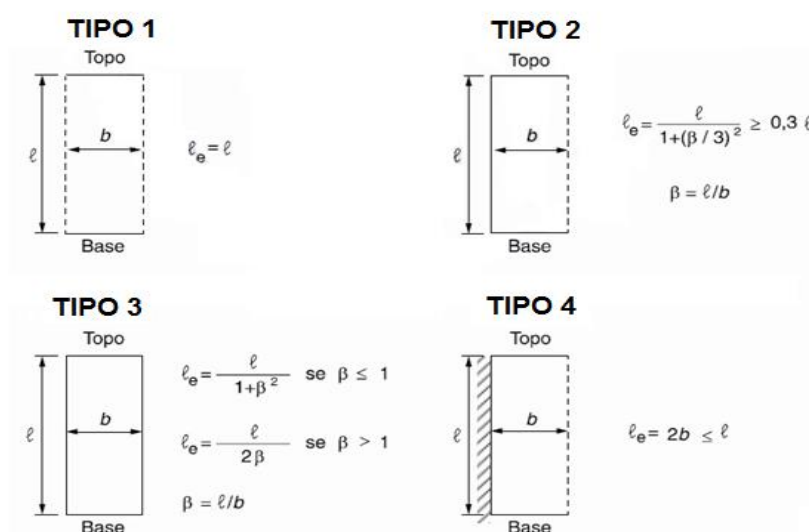


Figura 1. Comprimento equivalente ( $L_e$ )

### 3.4 Verificação de resistência sob normal de compressão

De acordo com os critérios exigíveis pela ABNT NBR 16055 (2012, p. 15) o primeiro passo para verificação de resistência sob normal de compressão é encontrar o  $A_c$  (área da seção do concreto) em  $m^2$ , em seguida calcular o valor de  $E_{ci}$  (módulo de elasticidade tangente inicial) em Mpa e o valor de  $E_{cs}$  (módulo de elasticidade secante inicial) também expresso em Mpa. Em seguida encontrar o valor de  $F_{scd}$  (compatibilização da deformação do aço com a do concreto) em Mpa, após isto, calcular o  $\lambda$  (índice de esbeltez) adimensional, bem com seus coeficientes  $k_1$  e  $k_2$ , especificados pela norma. Próximo passo é determinar o valor de  $\rho$  (taxa geométrica de armadura vertical) em porcentagem, em seguida o valor de  $N_{d, resist}$  (normal resistente de cálculo, admitida pelo plano médio da parede), dada pela equação:

$$N_{d,resist} = \frac{(0,85F_{cd} + \rho \times F_{scd})t}{k_1[1 + 3k_2(2 - k_2)]} \leq \frac{(0,85F_{cd} + \rho \times F_{scd})t}{1,643} \leq 0,4F_{cd} \times A_c \quad (1)$$

Após isso é necessário encontrar a encontrar os valores de  $N_{d,máx}$  e  $N_{d,mín}$ , através de uma análise de esforços aos quais as paredes estão submetidas, em seguida deve ser calculado o valor de  $N_d$  (normal solicitante) e comparar com o valor de  $N_{d,resist}$ , onde deve ser verificando se a resistente é superior à solicitante. Como demonstra a equação número (2).

$$N_d = \frac{3 \times N_{d,máx} + N_{d,mín}}{4} \quad (2)$$

### 3.5 Verificação de resistência sob força cortante

Segundo a ABNT NBR 16055 (2012, p. 16) deve-se encontrar primeiramente os valores referente a inércia em x e em y, bem como seus comprimentos a partir do centroide do painel. Após isso é necessário encontrar o valores de  $\sigma_{cmd}$  (tensão média de cálculo do concreto comprimido) em Mpa, dada pela equação:

$$\sigma_{cmd} = \frac{N_{máx}}{A} + \frac{M_x \times Y_{barra}}{I_x} - \frac{M_y \times X_{barra}}{I_y} \quad (3)$$

Em seguida, deverá ser calculado o valor de  $F_{ct,d}$  (resistência à tração direta) também em Mpa. Depois é necessário encontrar o valor de  $F_{vd}$  (cortante resistente de cálculo) expresso em kN, dado pela equação:

$$F_{vd} = 0,3 \times F_{ct,d} \times \left( \frac{1 + 3\sigma_{cmd}}{Fck} \right) \times t \times l \quad (4)$$

Como também o valor de  $V_d$  (cortante solicitante) também expresso em kN, onde ele não é encontrado a partir de uma fórmula expressa, e sim oriundo de uma análise estrutural dos esforços cortantes aos quais a parede está sendo submetida. Por fim é necessário comparar os valores de  $F_{vd}$  e  $V_d$ , onde deve ser verificando se a resistente é superior à solicitante.

### 3.6 Dimensionamento da armadura mínima da parede

A ABNT NBR 16055 (2012, p.14) preconiza que, em relação a seção mínima de aço das armaduras verticais, é necessário que corresponda a 0,09% da seção do concreto, obtidas com aço CA-60. Em relação a seção mínima de aço das armaduras horizontais, a norma

elena que deve corresponder a 0,15% da seção de concreto. No caso de utilização de armadura duplas, sendo a tela em ambas as faces, é dado para  $t < 15\text{cm}$ , a armadura vertical considerada 50% do total da seção, sendo a armadura de apenas uma das faces. Para  $t \geq 15\text{cm}$ , permite-se a utilização de 67%, tendo em vista uma maior eficiência das armaduras para esta espessura de paredes. Onde  $t$  é a espessura da parede.

## 4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível verificar através de uma análise da ABNT NBR 16055 (2012) os pontos principais para se realizar o cálculo do dimensionamento de paredes de concreto moldado in loco, um método construtivo racionalizado, no qual a produção em grande escala visando à velocidade da construção, somados a otimização da qualidade de serviço, são fatores ideais. Foi elencado o passo a passo para se realizar o dimensionamento das paredes de concreto moldado in loco, discriminando as principais fórmulas expressas. Resultando em um roteiro de cálculo, totalmente didático e detalhado. Portanto o presente trabalho contribuirá significativamente para a disseminação do sistema de paredes de concreto e para o avanço na análise, dimensionamento e detalhamento de seus elementos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: Parede de concreto moldada in loco para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro. 2014.

BRAGUIM, T. C. **Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. 227 ft. 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

NUNES, V. Q. G. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. 152 páginas. 2011. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011.