



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS  
18 a 20 de maio, 2016 - Everest Rio Hotel

## **Dimensionamento Estrutural De Parede De Concreto Moldado No Local Com Fôrmas Metálicas Para Habitações Populares**

**Francisco Moreira Alves Junior<sup>1</sup>, Alan Benedet Nunes<sup>2</sup>, Prof. Msc. Daniel Venâncio  
Vieira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Escola Superior de Criciúma / Engenharia Civil / franciscomoreiraalves@hotmail.com

<sup>2</sup>Escola Superior de Criciúma / Engenharia Civil / alanbenedet@hotmail.com

<sup>3</sup>Escola Superior de Criciúma / Engenharia Civil / vieira.engenharia@gmail.com

### **Resumo**

O presente trabalho aborda o dimensionamento estrutural de uma casa popular com paredes de concreto com 48,11 metros quadrados, tal como são as casas construídas em conjuntos habitacionais. Partiu-se de uma introdução onde conhecemos o método construtivo de paredes de concreto, assim como a norma regulamentadora NBR 16055:2012 que norteia os requisitos e procedimentos deste sistema. Com os conhecimentos adquiridos perante estes estudos, foram elaborados os dimensionamentos estruturais das paredes com o método manual, onde dividimos a casa em paredes individuais, posteriormente em grupos limitados pelas aberturas, assim então podendo determinar a quantidade de armadura necessária nas paredes de concreto, tal como os seus detalhamentos. Obtêm-se como resultados, que considerando apenas as cargas verticais na estrutura, a resistência é satisfatória, não provocando tração nas paredes, logo a quantidade de armadura necessária é determinada pelo seu mínimo exigido em Norma.

### **Palavras-chave**

Dimensionamento Estrutural; Parede de Concreto; Detalhamento de Parede.

### **Introdução**

Conforme MASSUDA E MISURELLI (2009) o método construtivo com paredes de concreto é um sistema de construção racionalizado que oferece qualidade, produtividade e economia de escala quando o objetivo é a redução do déficit habitacional. Com este sistema é possível à realização de casas térreas, sobrados e até edifícios de grande escala.

De acordo com FARIA (2009) as paredes de concreto vêm aparecendo no ramo da construção civil com força. Com seus projetos padronizados, onde possui um alto grau de repetitividade, execução simultânea de estrutura e vedação, com isso os construtores conseguem uma boa produtividade, diminuindo os custos com mão de obra e redução dos erros durante a execução, principalmente em produção em grande escala.

Para a ABESC (2011) o sucesso para todas as construções que desejam utilizar o sistema de paredes de concreto, é importante o papel do Concreto Dosado em Central (CDC). Pois precisamos sempre contar com a uniformidade e qualidade das características do concreto utilizado na fabricação de paredes, pilares e muros.

Conforme MASSUDA E MISURELLI (2009) no Brasil, quatro tipos de concreto são recomendados para o sistema:



- Concreto celular espumoso;
- Concreto com elevado teor de ar incorporado - até 9%;
- Concreto com agregados leves ou com baixa massa específica;
- Concreto convencional ou concreto auto adensável.

## Dimensionamento Estrutural

O presente projeto é de uma casa para habitação popular com 48,11 metros quadrados, sendo que as paredes externas possuem 10 centímetros de espessura, e as paredes internas possuem 8 centímetros de espessura. Com um pé direito de 2,75 metros, sendo sua cobertura de madeira de pinho com telhas francesas. O  $f_{ck}$  utilizado na estrutura é de 25 MPa e o aço utilizado é CA-60.

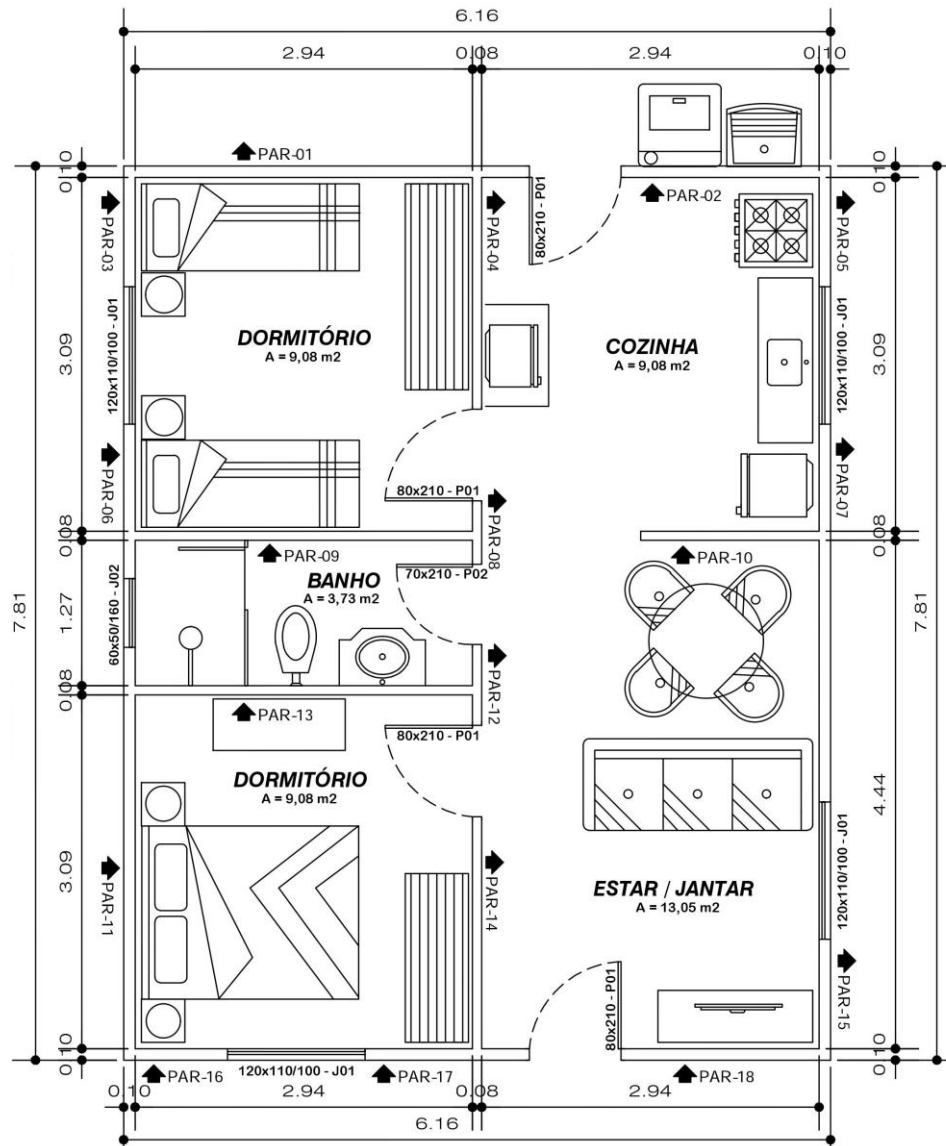


Figura 1 – Planta Baixa.



Para o dimensionamento da estrutura, as paredes foram enumeradas para melhor identificação. Os carregamentos para a casa são os que atuam como cargas verticais, referentes ao peso próprio das paredes, a cobertura de madeira e um reservatório de 1000 litros. Como carga acidental foi considerado uma sobrecarga de manutenção de 0,5 kN/m<sup>2</sup> sobre a área do telhado.

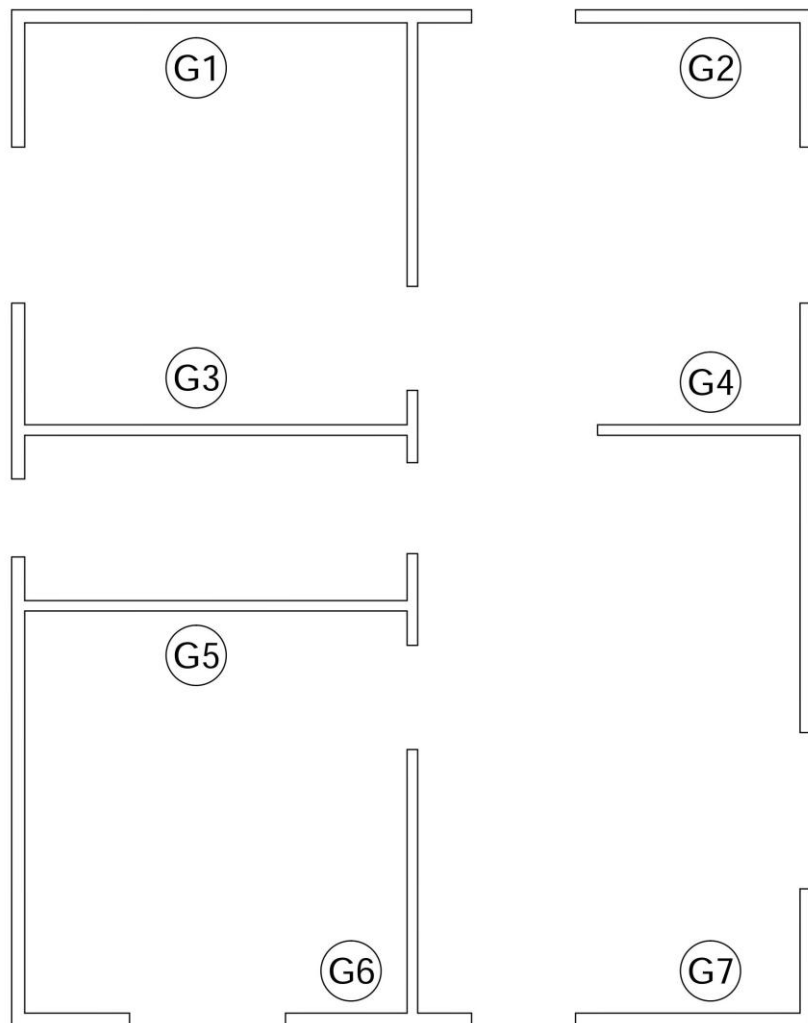
Conforme mencionado, o  $f_{ck}$  utilizado na estrutura é de 25 MPa, sendo seu modulo de elasticidade secante de 23.800 Mpa, o peso específico do concreto de 25 kN/m<sup>3</sup> e o o coeficiente de Poisson de 0,20.

Para a distribuição das cargas verticais da casa foi utilizado o procedimento de distribuição de cargas como grupos isolados de paredes. Para realizar o procedimento de grupos de paredes primeiro foram analisadas as cargas verticais em cada parede, como mostra a tabela a seguir.

**Tabela 1 – Cargas nas Paredes.**

Parede	Comp. (m)	Espessura Parede (m)	Peso Próprio (kN)	Área de Influência do Telhado (m <sup>2</sup> )	Peso Telhado (kN)	Vigas Aberturas (kN)	Total (kN)	Tensão Normal (kN/m <sup>2</sup> )	Tensão Normal (MPa)
P1	3,53	0,10	24,27	6,25	17,28	0,65	42,19	119,53	0,120
P2	1,82	0,10	12,51	4,05	8,56	0,65	21,72	119,35	0,119
P3	0,95	0,10	6,53	2,35	2,77	0,98	10,28	108,26	0,108
P4	2,02	0,08	11,11	6,25	7,38	0,52	19,01	117,61	0,118
P5	0,95	0,10	6,53	2,45	2,89	0,98	10,40	109,50	0,109
P6	1,35	0,10	9,28	3,15	3,72	1,47	14,47	107,17	0,107
P7	3,30	0,10	22,69	8,75	10,33	1,96	34,97	105,98	0,106
P8	0,55	0,08	3,03	0,80	0,94	1,04	5,01	113,84	0,114
P9	2,92	0,08	16,06	3,25	8,84	0,00	24,90	106,57	0,107
P10	1,55	0,08	8,53	2,65	3,13	0,00	11,65	93,97	0,094
P11	3,50	0,10	24,06	6,85	8,08	0,49	32,64	93,24	0,093
P12	0,70	0,08	3,85	1,75	2,07	1,04	6,96	124,20	0,124
P13	2,92	0,10	20,08	5,35	11,31	0,00	31,39	107,49	0,107
P14	2,02	0,10	13,89	6,25	7,38	0,52	21,78	107,83	0,108
P15	0,95	0,10	6,53	2,35	2,77	0,98	10,28	108,26	0,108
P16	0,90	0,10	6,19	3,15	3,72	0,98	10,88	120,94	0,121
P17	1,43	0,10	9,83	3,15	3,72	1,63	15,18	106,14	0,106
P18	1,82	0,10	12,51	4,05	4,78	0,65	17,94	98,58	0,099

Logo em seguida, uniram-se as paredes em alguns grupos, sendo limitados pelas aberturas, conforme mostra a figura 2.



**Figura 2 – Grupos de Parede.**

Com os grupos formados pode-se verificar qual deles possui o maior carregamento, pois será através do mesmo que será efetuada a verificação da resistência de cálculo sob normal de compressão.




Tabela 2 – Cargas por Grupos.

Grupos	Paredes	Comp. (m)	Espessura Parede (m)	Carga (kN)	Carga Total (kN)	Tensão Normal (kN/m <sup>2</sup> )	Tensão Normal (MPa)
G1	P1	3,53	0,10	42,19	71,48	117,26	0,117
	P3	0,95	0,10	10,28			
	P4	2,02	0,08	19,01			
G2	P2	1,82	0,10	21,72	32,12	115,97	0,116
	P5	0,95	0,10	10,40			
	P6	1,35	0,10	14,47			
G3	P8	0,55	0,08	5,01	44,37	107,54	0,108
	P9	2,92	0,08	24,90			
	P7	3,30	0,10	34,97			
G4	P10	1,55	0,08	11,65	46,62	102,70	0,103
	P11	3,50	0,10	32,64			
	P12	0,70	0,08	6,96			
G5	P13	2,92	0,10	31,39	83,76	106,30	0,106
	P16	0,90	0,10	12,78			
	P14	2,02	0,10	21,78			
G6	P17	1,43	0,10	23,18	44,96	130,32	0,130
	P15	0,95	0,10	10,28			
G7	P18	1,82	0,10	21,72	32,01	115,54	0,116

- $f_{ck} = 25$  MPa.
- $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 25 \text{ MPa}/1,4 = 17,86$  MPa;
- $f_{scd} = 210000 \text{ MPa} \cdot 0,002/1,15 = 365$  MPa;
- $p = 0,15\% = 0,0015$ ;
- $t = 0,08$  m;
- $H = 2,75$  m;
- Esbeltez  $\lambda = H \cdot \sqrt{12}/t = 2,75\text{m} \cdot 3,46 / 0,08 \text{ m} = 118,94$ ;
- $K1 = \lambda/35 = 118,94/35 = 3,40$ ;
- $K2 = 0$ .

Substituindo os valores na equação temos;

$$nd_{resist} = \frac{(0,85f_{cd} + p \times f_{scd})t}{k1 [1 + 3k2 (2 - k2)]} \leq \frac{(0,85f_{cd} + p \times f_{scd})t}{1,643}$$



Rio de Janeiro | Cidade Olímpica

$$nd_{resist} = \frac{(0,85 \times 17,86 + 0,0015 \times 365) 0,08}{3,4 [1 + 3 \times 0 (2 - 0)]} \leq \frac{(0,85 \times 17,86 + 0,0015 \times 365) 0,08}{1,643}$$

$$nd_{resist} = 370,08 \leq 765,84 \quad (1)$$

Dessa forma, pode-se verificar que a resistência de cálculo está de acordo. Sendo que o grupo de paredes mais carregado da casa, que é o grupo 6, deve ser menor do que a resistência de cálculo sob normal de compressão. Neste caso temos:

$$nd_{resist} = 370,08 \frac{kN}{m}$$
$$nd_{resist} = 370,08 \frac{kN}{m} \geq 130,32 * 0,10 * 1,4 = 18,25 \frac{kN}{m} \quad (2)$$

A resistência de cálculo está de acordo. As cargas verticais provocam uma força normal de compressão menor do que a resistência de cálculo. Neste exemplo, por se tratar de uma habitação popular térrea, não está sendo consideradas as cargas horizontais. Sendo assim, as cargas verticais são iguais à carga total atuante na estrutura.

Sabendo que a resistência é satisfatória, podemos assim determinar a quantidade de armadura necessária nas paredes de concreto.

Como nesta estrutura as paredes de concreto não estão sujeitas a esforços de tração, deve-se adotar a armadura mínima conforme o item 17.3 da NBR 16055:2012.

Para este exemplo foi determinado apenas às armaduras das paredes da fachada frontal, que são as PAR-16, PAR-17 e PAR-18, na qual possuem uma espessura de 10 centímetros. Porém as armaduras dimensionadas para esta parede, também será adotada para as outras paredes, por se tratar do mínimo exigido por Norma.

- $As_{Horizontal} = 100cm * 10cm * 0,0015 = 1,5 \text{ cm}^2/m$  aço CA-60.
- $As_{Vertical} = 100 \text{ cm} * 10 \text{ cm} * 0,0009 = 0,9 \text{ cm}^2/m$  aço CA-60.

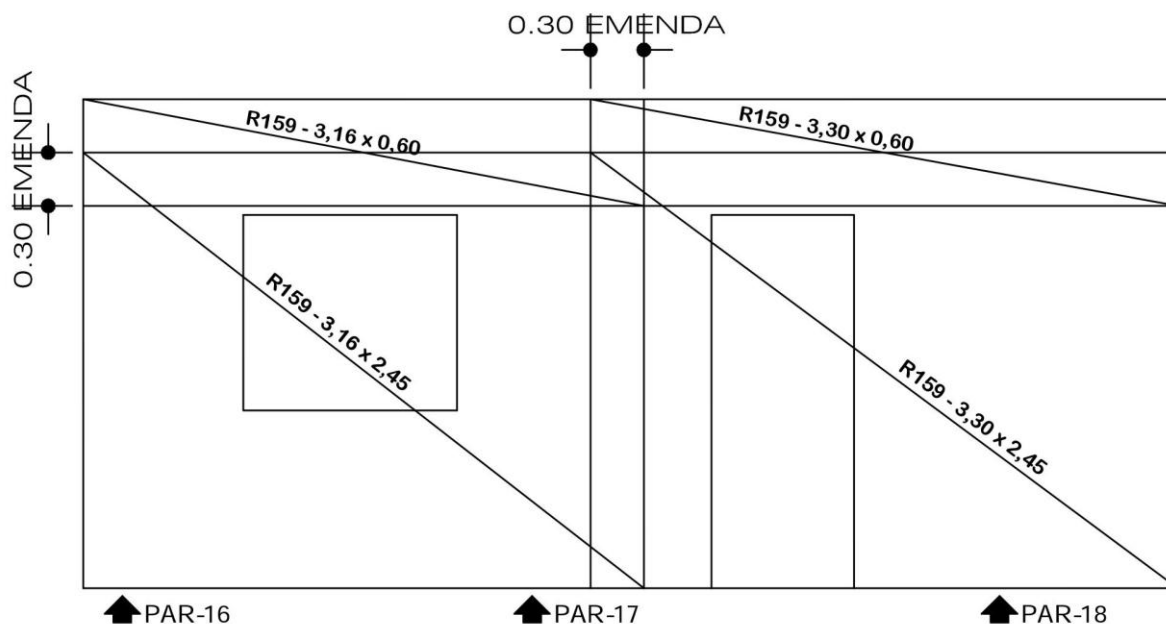
Através da tabela de telas disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS), pode-se definir qual tela se encaixa com os quesitos determinados acima.



**Tabela 3 – Telas Soldadas.**

CA-60		Espaçamento entre fios (cm)		Diâmetro (mm)		Seções (cm <sup>2</sup> /m)		Apresen- tação	Dimensões (m)		Peso	
Série	Desig.	L.	T.	L.	T.	L.	T.		Larg.	Comp.	kg/m <sup>2</sup>	kg/peça
61	Q61	15	15	3,4	3,4	0,61	0,61	PAINEL	2,45	6	0,97	14,3
75	Q75	15	15	3,8	3,8	0,75	0,75	PAINEL	2,45	6	1,27	18,7
92	Q92	15	15	4,2	4,2	0,92	0,92	PAINEL	2,45	6	1,48	21,8
	L92	30	15	4,2	4,2	0,46	0,92	PAINEL	2,45	6	1,12	16,5
113	Q113	10	10	3,8	3,8	1,13	1,13	PAINEL	2,45	6	1,8	26,5
	L113	10	30	3,8	3,8	1,13	0,38	PAINEL	2,45	6	1,21	17,8
	T113	30	10	3,8	3,8	0,38	1,13	PAINEL	2,45	6	1,22	17,9
138	Q138	10	10	4,2	4,2	1,38	1,38	PAINEL	2,45	6	2,2	32,3
	R138	10	15	4,2	4,2	1,38	0,92	PAINEL	2,45	6	1,83	26,9
	M138	10	20	4,2	4,2	1,38	0,69	PAINEL	2,45	6	1,65	24,3
	L138	10	30	4,2	4,2	1,38	0,46	PAINEL	2,45	6	1,47	21,6
159	T138	30	10	4,2	4,2	0,46	1,38	PAINEL	2,45	6	1,49	21,9
	Q159	10	10	4,5	4,5	1,59	1,59	PAINEL	2,45	6	2,52	37
	R159	10	15	4,5	4,5	1,59	1,06	PAINEL	2,45	6	2,11	31
	M159	10	20	4,5	4,5	1,59	0,79	PAINEL	2,45	6	1,9	27,9
	L159	10	30	4,5	4,5	1,59	0,53	PAINEL	2,45	6	1,69	24,8

Logo será adotada a Tela R159 para toda a extensão da parede. Nas aberturas, a tela deve ser cortada, as armaduras de reforço são adicionadas depois.



**Figura 3 – Armadura das Paredes.**

Para o dimensionamento das armaduras superiores horizontais de reforço foi utilizado a equação do item 17.8.3.2 da NBR 16055:2012, onde  $R_{d,max}$  majorado de  $\gamma_f$ , é o maior valor entre R1 e R2.

A tabela a seguir demonstra os valores de  $R_{d,max}$  para cada abertura.

**Tabela 4 –  $R_{d,máx}$ .**

Abertura	Local da Abertura	Tensão (kN/m <sup>2</sup> )	Tensão (kN/m <sup>2</sup> )	ah (m)	ah/2 (m)	t (m)	R1 (kN)	R2 (kN)	$R_{d,máx}$ (kN)
J01	Par 03 Par 06	106,09	107,17	1,2	0,6	0,1	6,37	6,43	9
J01	Par 05 Par 07	107,27	105,98	1,2	0,6	0,1	6,44	6,36	9,01
J01	Par 07 Par 15	105,98	106,09	1,2	0,6	0,1	6,36	6,37	8,91
J01	Par 16 Par 17	145,91	162,09	1,2	0,6	0,1	8,75	9,73	13,62
J02	Par 06 Par 11	107,17	92,87	0,6	0,3	0,1	3,22	2,79	4,5
P01	Par 01 Par 02	120,18	120,63	0,8	0,4	0,1	4,81	4,83	6,76
P01	Par 04 Par 08	116,31	113,84	0,8	0,4	0,08	3,72	3,64	5,21
P01	Par 12 Par 14	123,8	106,8	0,8	0,4	0,08	3,96	3,42	5,55
P01	Par 17 Par 18	162,09	120,63	0,8	0,4	0,1	6,48	4,83	9,08
P02	Par 08 Par 12	113,84	123,8	0,7	0,35	0,08	3,19	3,47	4,85
Vão	Par 09 Par 10	105,2	93,1	1,43	0,71	0,08	6	5,31	8,39





Com os valores obtidos, pode-se então determinar a armadura necessária para cada abertura, como mostra a tabela 5. Assim como o transpasse mínimo no sentido horizontal e vertical. Foram utilizados os piores casos de cada elemento.

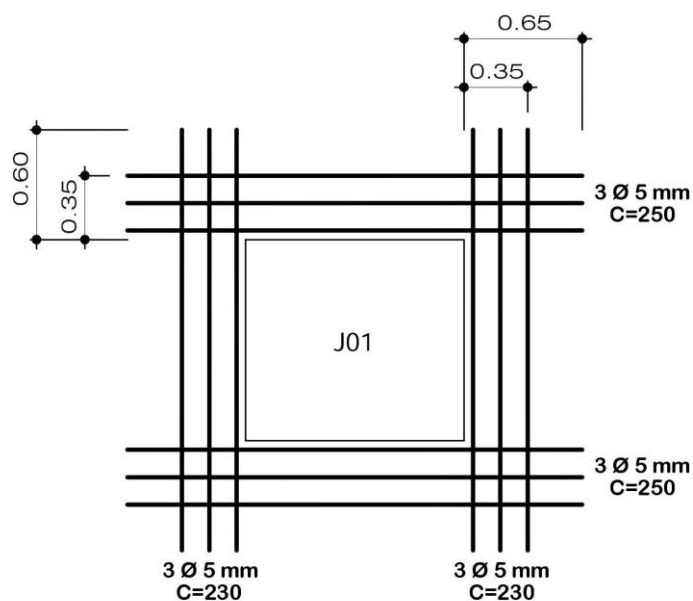
**Tabela 5 – Armadura de Reforço.**

Abertura	$R_{d,máx}$ (kN)	dv (cm)	ah (cm)	$f_{yd}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	Aslh (cm <sup>2</sup> )		Transpasse (cm)	
					Calc.	Adot.	Horiz.	Vert.
J01	13,62	100	120	52,17	0,14	0,5	65	60
J02	4,5	160	60	52,17	0,15	0,5	65	60
P01	9,08	65	80	52,17	0,09	0,5	65	60
P02	4,85	65	70	52,17	0,06	0,5	65	60
Vão	8,39	65	142,5	52,17	0,05	0,5	80	60

Dessa forma, as armaduras superiores das aberturas não foram superiores ao mínimo determinado por norma, que é de 0,5 cm<sup>2</sup> em cada face, portanto será adotado o mínimo exigido. Logo será utilizado 3 Ø 5 mm com espaçamento de 15 cm entre as barras. A primeira barra será colocada a 5 cm da face do concreto da abertura. A mesma armadura será adotada para a parte inferior das aberturas conforme especificação da NBR 16055:2012.

Para a armação vertical, com o objetivo de padronizar e trabalhar a favor da segurança, será utilizado à mesma armação que a horizontal, logo temos  $Aslh = Aslv$ .

A seguir têm-se o detalhamento da abertura J01 como exemplo.



**Figura 4 – Armadura de Reforço das Aberturas.**



Por fim criou-se uma tabela com o quantitativo de materiais estimado para concreto e aço utilizados.

**Tabela 6 – Quantitativo de Materiais.**

<b>Volume de concreto (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso Tela Soldada (kg)</b>	<b>Taxa de Aço (kg/m<sup>3</sup>)</b>
11,02	242,34	21,99

## Conclusões

O sistema construtivo utilizando paredes de concreto vem ganhando cada vez mais espaço, fato este que ganhou uma norma em 2012 para o seu dimensionamento norteando seus requisitos. Este ganho no mercado se deve ao fato que ele se torna vantajoso quando se fala em uma larga escala de construção, pois assim pode-se combater o alto valor inicial das formas com o número de sua reutilização.

Em habitações populares, é um típico empreendimento que se pode obter esta vantagem. Com base nisso, fizemos o dimensionamento estrutural de uma casa com paredes de concreto. Pode-se verificar que as paredes possuem valores de carregamentos pequenos, sem presença de tração, onde faz com que as paredes sejam dimensionadas com a armadura mínima exigida. Assim como os reforços de aberturas, que também foram utilizados o mínimo de armadura exigido pela norma.

Neste presente trabalho, considerando o dimensionamento realizado para as paredes 16, 17 e 18 em toda a casa, conseguimos chegar a um valor de 21,99 kg de tela soldada por m<sup>3</sup> de concreto utilizado.

É imperativo afirmar que a NBR 16055:2012 é um excelente material, que dá diretrizes para a construção de edificações em paredes de concreto, com seus requisitos básicos exigentes. Mas também uma boa pesquisa e estudo no sistema construtivo se torna essencial para o dimensionamento deste método.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM. Parede de Concreto: coletânea de ativos 2008/2009. São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/10/anexo/colpc0809.pdf>>. Acesso em 06 Nov. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — requisitos e procedimentos. Maio, 2012.
- FARIA, R. Paredes maciças. Revista Técnica, n. 143, fev. 2009. Não paginado. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/143/artigo286570-1.aspx>>. Acesso em 06 Nov. 2015.
- MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Paredes de Concreto. Revista Técnica, n. 147, p. 74-80, jun. 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Telas soldadas. São Paulo. Disponível em <[http://www.ibts.org.br/telas\\_tab\\_estrutura.asp](http://www.ibts.org.br/telas_tab_estrutura.asp)> Acesso em 04 de Março de 2016.