

12º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 29 de novembro de 2018

VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO QUANTO A ESTABILIDADE GLOBAL

Tarniê Vilela Nunes Narques; Ítalo Álex da Silva Monteiro; Maykon Fernando Gonçalves Gomes; Tiago Damasceno Silva; Humberto Ritt; Roberto Chust Carvalho

*Universidade de Uberaba
Universidade Federal de São Carlos
tarnienarques@outlook.com*

Resumo

Uma alternativa encontrada pelas construtoras para vencer o déficit habitacional e se enquadrar nos programas habitacionais governamentais de forma competitiva, tem sido a construção de edifícios verticais utilizando sistemas construtivos mais industrializados. Durante anos o sistema predominantemente empregado pelas construtoras foi o de alvenaria estrutural, porém, tem-se observado recentemente uma migração deste sistema para o de parede de concreto moldada no local.

Diante deste cenário, a presente pesquisa bibliográfica comparativa tem como objetivo, comparar os resultados quanto à estabilidade global de um edifício modelo, projetado em alvenaria estrutural e parede de concreto. A fim de se ter no final deste trabalho, parâmetros auxiliares para futuros estudos de viabilidade técnica entre os dois sistemas construtivos.

Na análise de estabilidade global foi possível perceber que o edifício em parede de concreto apresentou vantagens significativas sobre a edificação em alvenaria estrutural quando foi adotada a hipótese de concreto dosado com basalto. Com o concreto dosado com arenito, os dois sistemas construtivos apresentaram comportamento quase que semelhante, levando a conclusão de que um ponto importante a ser considerado é a região onde o edifício será executado, pois em certas localidades há predominância na utilização do arenito devido a sua abundância na região, situação que diminui significativamente a vantagem do edifício de parede de concreto quanto a estabilidade global. Sobre as cargas transferidas aos elementos de fundações, pode-

se perceber que a diferença foi pouco expressiva, concluindo que este não seria um fator preponderante em um estudo de viabilidade entre os dois sistemas construtivos.

Palavras-chave: Sistema construtivo. Estabilidade Global. Parede de Concreto. Alvenaria Estrutural. Cargas de Fundação.

Abstract

An alternative found by the builders to overcome the housing deficit and to fit into government housing programs in a competitive way has been the construction of vertical buildings using more industrialized construction systems. For years, the predominant system used by the constructors was the one of structural masonry, however, a migration of this system to the cast-in-place concrete wall system has recently been observed. Due to this scenario, the aim of this study is to compare the results regarding the overall stability and vertical loads transferred to the foundation elements of a model building, designed in structural masonry and concrete wall. In order to achieve at the end of this work, auxiliary parameters for future technical feasibility studies between the two construction systems. In the analysis of global stability it was possible to notice that the concrete wall building showed significant advantages over the construction of structural masonry when the hypothesis of concrete dosed with basalt was adopted. However, when the concrete dosed with sandstone was considered, the two construction systems showed almost similar behavior, leading to the conclusion that in feasibility studies between

12º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 29 de novembro de 2018

thantvino construction systems point to consider is the region where the building will be built, because in some localities there is predominance in the use of the sandstone due to its abundance in the region, situation that significantly diminishes the advantage of the concrete wall building as the global stability. On the loads transferred to the foundation elements, it can be seen that the difference was not very significant, concluding that this would not be a preponderant factor in a feasibility study between the two constructive systems.

Keywords: Construction system. Global stability. Concrete wall. Structural masonry. Loads for foundation elements.

1 Introdução

Na intenção de destacar a tendência atual de mercado, que utiliza cada vez mais processos industriais e fabricação em grande escala, na construção civil também se tem a mesma linha de segmento, processos cada vez mais realizados por cadeias industriais, tendo inclusive um grande benefício para a sociedade, tornando possível a realização do sonho de moradia própria por classes baixas que outrora não seria possível.

O objetivo do presente estudo é auxiliar na escolha entre algum dentre os dois métodos construtivos, alvenaria estrutural ou parede de concreto, para auxiliar em possíveis escolhas de construtoras, atenuando sobre as porcentagens diferenciais de deslocamento horizontal. De fato, como pôde ser observado há uma diferença relevante entre os dois sistemas construtivos, desde que utilizado o basalto como agregado graúdo para dosagem das paredes de concreto moldadas no local.

2 Materiais e Métodos

Foi adotada para o estudo de caso uma edificação com características similares as que estão sendo executadas por construtoras, com aspectos arquitetônicos, e padrões semelhantes aos que atendem aos programas de moradia atuais.

A torre modelo tem 15 (quinze) pavimentos sendo cada um com 4 (quatro) apartamentos de quarenta e cinco metros quadrados (45 m²) e outras quatro (4) unidades com trinta e nove metros quadrados (39 m²), sendo uma área aproximada por pavimento de quatrocentos e quatro metros quadrados (404 m²), similar as torres executadas para conjuntos habitacionais tradicionais no país.

Como ferramentas de pesquisa para determinação de esforços e verificação quanto a estabilidade global, foram utilizadas referências bibliográficas afins, o que conduz a resultados confiáveis.

3 Resultados

3.1 Ações Horizontais

3.1.1 Ação do vento

Os resultados em relação a ação do vento foram determinados conforme especificação da NBR 6123:1988.

3.1.2 Desaprumo

Os resultados para alvenaria estrutural e paredes de concreto quanto ao desaprumo estão descritos abaixo conforme as tabelas

Tabela 1: Resumo dos esforços horizontais para o edifício em parede de concreto

Pavimento	Z(m)	E _d (kN)	F _{ex} (kN)
1	2,70	4,21	10,72
2	5,40	4,21	12,75
3	8,10	4,21	14,11
4	10,80	4,21	15,17
5	13,50	4,21	16,04
6	16,20	4,21	16,78
7	18,90	4,21	17,44
8	21,60	4,21	18,03
9	24,30	4,21	18,57
10	27,00	4,21	19,07
11	29,70	4,21	19,53
12	32,40	4,21	19,96
13	35,10	4,21	20,36
14	37,80	4,21	20,74
15	40,50	4,21	21,10

Fonte: Elaborado pelo autor

12º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 29 de novembro de 2018
Tabela 2: Resumo dos esforços horizontais para o edifício em parede de concreto

Pavimento	E_{xv} (KN)	Força Horizontal Total	
		E_{xh} (KN)	E_{xv} (KN)
1	45,97	14,93	50,18
2	54,67	16,96	58,87
3	60,50	18,32	64,71
4	65,01	19,37	69,22
5	68,74	20,24	72,95
6	71,95	20,99	76,15
7	74,77	21,65	78,98
8	77,31	22,24	81,52
9	79,62	22,78	83,83
10	81,75	23,28	85,95
11	83,72	23,74	87,92
12	85,56	24,17	89,76
13	87,29	24,57	91,49
14	88,92	24,95	93,13
15	90,47	25,31	94,67

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3: Resumo dos esforços horizontais para o edifício em alvenaria estrutural

Pavimento	Z(m)	E_{xh} (KN)	F_{xh} (KN)	E_{xv} (KN)	Força Horizontal Total	
					E_{xh} (KN)	E_{xv} (KN)
1	2,7	2,40	10,72	45,97	13,12	48,37
2	5,4	2,40	12,75	54,67	15,15	57,06
3	8,1	2,40	14,11	60,50	16,51	62,89
4	10,8	2,40	15,17	65,01	17,56	67,41
5	13,5	2,40	16,04	68,74	18,43	71,14
6	16,2	2,40	16,78	71,95	19,18	74,34
7	18,9	2,40	17,44	74,77	19,84	77,17

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4: Resumo dos esforços horizontais para o edifício em alvenaria estrutural

8	21,6	2,40	18,03	77,31	20,43	79,71
9	24,3	2,40	18,57	79,62	20,97	82,02
10	27	2,40	19,07	81,75	21,47	84,14
11	29,7	2,40	19,53	83,72	21,93	86,11
12	32,4	2,40	19,96	85,56	22,35	87,95
13	35,1	2,40	20,36	87,29	22,76	89,68
14	37,8	2,40	20,74	88,92	23,14	91,32
15	40,5	2,40	21,10	90,47	23,50	92,86

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Ações Verticais
3.2.1 Ações das Lajes

Os elementos portantes de cargas nos dois sistemas construtivos são as próprias paredes, e para o dimensionamento destas é preciso calcular suas próprias sobrecargas, bem como as cargas das lajes, neste trabalho foram utilizados os métodos de charneiras plásticas e o de resolução de placas elásticas por série.

Os resultados obtidos são conforme o método das charneiras plásticas e o processo de resolução de placas elásticas por série conforme as tabelas 5 e 6

Tabela 5 : Reações das Lajes

Lajes	L_x cm	L_y cm	Área m^2	λ	K_x	K_y
L1A	251	336	8,43	1,34	3,14	2,50
L2A	136	221	3,01	1,63	3,46	2,50
L3A	391	466	18,22	1,19	2,9	2,50
L4A	391	466	18,22	1,19	2,9	2,50
L5A	141	246	3,47	1,74	3,56	2,50
L6A	316	371	11,72	1,17	2,87	2,50
L7A	101	136	1,37	1,35	3,15	2,50
L8A	251	346	8,68	1,38	3,18	2,50
L9A	111	141	1,57	1,27	3,03	2,50
L1E	256	586	15,00	2,29	5,00	2,50
L2E	121	141	1,71	1,17	2,87	2,50
L3E	256	646	16,54	2,52	5,00	2,50
L4E	121	141	1,71	1,17	2,87	2,50
L5E	256	586	15,00	2,29	5,00	2,50

Fonte: Elaborado pelo autor

12º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 29 de novembro de 2018
Tabela 6: Reações das Lajes

Lajes	Parede não estrutural kN	p kN/m ²	Placas elásticas por série		Chameiras Plásticas	
			Q _x	Q _y	Q _x	Q _y
			kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
L1A		5,88	4,62	3,69	4,62	3,69
L2A		5,88	2,77	2,00	2,77	2,00
L3A	5,00	6,15	6,98	6,02	6,98	6,02
L4A	5,00	6,15	6,98	6,02	6,98	6,02
L5A		5,88	2,96	2,07	2,96	2,07
L6A		5,88	5,33	4,65	5,33	4,65
L7A		5,88	1,87	1,48	1,87	1,48
L8A		5,88	4,70	3,69	4,70	3,69
L9A		5,88	1,98	1,63	1,98	1,63
L1E		5,88	7,53	3,76	5,88	3,76
L2E		5,88	2,03	1,78	2,03	1,78
L3E	16,60	6,88	8,81	4,41	7,07	4,41
L4E		5,88	2,03	1,78	2,03	1,78
L5E		5,88	7,53	3,76	5,88	3,76

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2 Cargas e Características das Paredes

Em relação às alvenarias estruturais, considerou-se uma carga de 1,6 kN/m² de parede e 0,95 kN/m² de revestimento tendo em vista que este último teve uma espessura de 2,5 cm, com peso específico médio de 19kN/m³.

Para o sistema estrutural de parede de concreto foi considerada uma espessura de 12 cm, levando uma carga de 3kN/m². Foi aplicada uma espessura de 1,5 cm em cada face (o revestimento usado foi o mesmo) totalizando 3,57kN/m² (parede e revestimento).

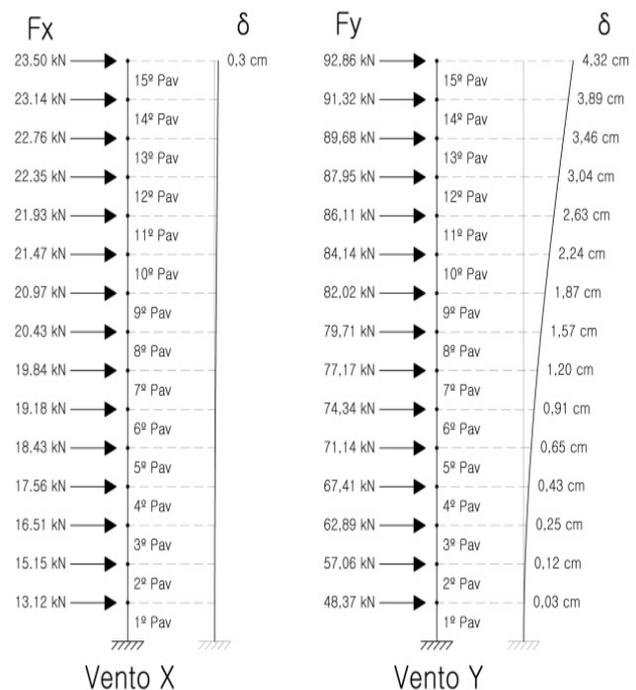
O modelo de cálculo utilizado para a dispersão das cargas verticais das duas torres foi o de grupos isolados de paredes. Conforme Ramalho e Correa (2003) grupos isolados de paredes são considerados como um conjunto de paredes teoricamente solidárias entre si e que são separadas por vãos de portas e janelas. Pôde-se observar que, o total de cargas verticais por pavimento do edifício de alvenaria estrutural foi de 3881,98kN e do

edifício de parede de concreto foi de 4551,23kN.

Sobre as paredes de concreto, conclui-se que a espessura de 12cm atende aos esforços solicitantes.

3.3 Diferenças Encontradas Quanto a Estabilidade Global

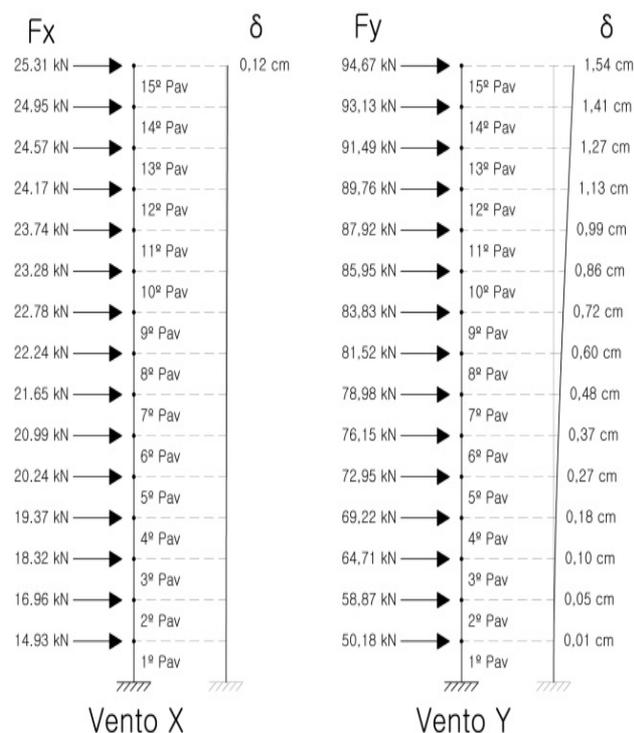
Como podem ver abaixo, as figuras 3, 4 e 5 mostram os deslocamentos horizontais calculados, para alvenaria estrutural, parede de concreto dosadas com basalto e com granito.

Tabela 7 – Deslocamentos horizontais do edifício em alvenaria estrutural.


Fonte: Elaborado pelo autor.

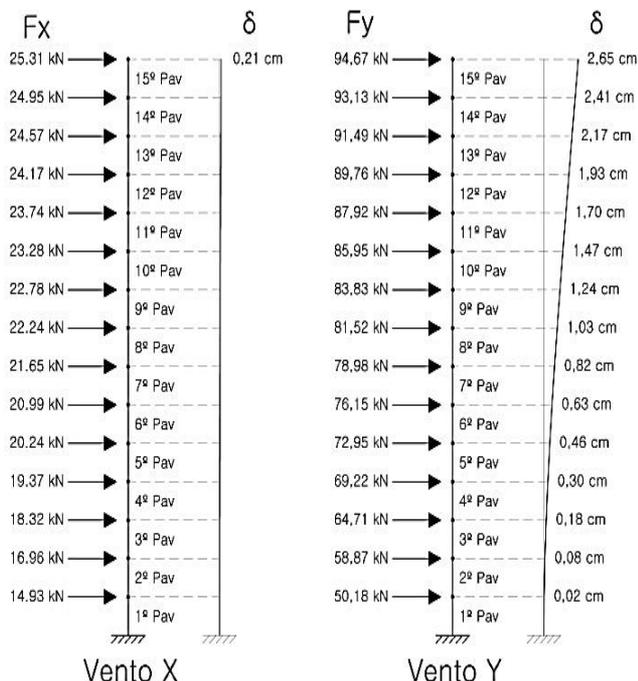
12º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 29 de novembro de 2018

Tabela 8 – Deslocamentos horizontais da torre de Parede de Concreto (Basalto)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 – Deslocamentos horizontais da torre de Parede de Concreto (Arenito).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode-se observar nas tabelas 8 e 9, a diferença nos resultados obtidos mostra que os deslocamentos horizontais quando comparadas a alvenaria estrutural e a parede de concreto dosada com arenito é irrelevante, chegando a uma diferença máxima no último pavimento de 38%. No entanto quando comparada a alvenaria estrutural com parede de concreto dosada com basalto, há uma redução do deslocamento horizontal do último pavimento de 64% no último pavimento.

A verificação quanto ao Estado Limite de Serviço de Deformação Excessivas Globais preconizadas pela NBR 6118:2014 foi feita, e nenhuma torre extrapolou os limites normativos. A que mais se aproximou foi a de alvenaria estrutural, mas, ainda assim, com uma folga de 1,08cm para o deslocamento total (H/1700) e 0,13 para o deslocamento máximo entre pavimentos.

4 Discussão

Para edifícios deslocáveis onde os efeitos de segunda ordem em relação aos efeitos de primeira ordem são maiores do que 10% é necessário que se tenha uma atenção especial a fim de garantir a estabilidade da edificação.

Conforme resultados obtidos, pôde-se observar que o deslocamento horizontal foi maior na alvenaria estrutural, chegando a 64% no último pavimento quando comparado com o deslocamento na parede de concreto dosada com utilização de basalto como agregado graúdo. Porém ao utilizar o arenito, essa diferença máxima entre as duas torres em relação a deslocabilidade horizontal caiu para 38%.

Partindo portanto dessa premissa, a utilização do basalto para a dosagem do concreto, nos leva a observar que a parede de concreto se mostra mais interessante que a alvenaria estrutural em relação ao aspecto da estabilidade global da edificação.

5 Conclusão

Com o presente trabalho, pôde-se comparar dois sistemas construtivos distintos: Alvenaria Estrutural e Parede de Concreto, visto que há

12º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 29 de novembro de 2018

uma tendência atual de utilização de ambos para a execução de residências multifamiliares verticais, inclusive, podendo ser observadas vantagens nos quesitos técnico-estruturais para possível utilização por empresas do setor, e estudos futuros de implantação do sistema.

A parede de concreto possui vantagem quanto a estabilidade global em relação a alvenaria estrutural, quando utilizado o basalto pra dosagem do concreto, chegando a 64% a redução de deslocamento no último pavimento. No entanto quando utilizado o arenito, a diferença de deslocabilidade foi de apenas 38% e nesse caso, seria indiferente a escolha entre alvenaria estrutural ou parede de concreto quanto a estabilidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

_____. **NBR 15961-1**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto, Parte 1: Projetos. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de

edificações – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

BRAGUIM, Thales Couto. **Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de parede de concreto armado moldadas no local**. 2013. 227 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil)- Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-18082014-144751/pt-br.php>>. Acesso em: 02 jan. 2018

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: Segundo a NBR 6118:2014. 4ª. ed. São Carlos: EdUFScar, 2015. 415 p.

PARSEKIAN, Guilherme Aris; HAMID, Ahmad Ahmad; DRYSDALE, Roberto George. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. 1ª. ed. São Carlos: EdUFScar, 2012. 625 p.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Marcio R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2003. 165 p.