

COMPORTAMENTO DAS AMARRAÇÕES NA ALVENARIA ESTRUTURAL*Rodrigo Terencio da Silva¹; Tarniê Vilela Nunes²**^{1, 2} Universidade de Uberaba (UNIUBE)**rodrigoterencio@edu.uniube.br ; tarnie.projetos@gmail.com***Resumo**

O sistema construtivo ganhou muito espaço no mercado brasileiro, porém, com as novas técnicas e tendências que foram surgindo, principalmente na alvenaria estrutural, houve a necessidade de aprimorar as técnicas construtivas, prezando pela racionalização, produtividade e qualidade. Mesmo que já existam muitas pesquisas sobre a alvenaria estrutural, pesquisadores da área afirmam que muitos problemas relevantes continuam sem respostas, principalmente nos sistemas de amarração direta e indireta. Com a finalidade de contribuir para um melhor entendimento sobre o comportamento das amarrações direta e indireta, foi abordado no presente trabalho uma série de pesquisas bibliográficas que visam analisar a eficiência desses dois tipos de ligações usuais entre paredes. Tais pesquisas comparam os dois tipos de ligações, caracterizando as propriedades mecânicas de cada uma. Por fim, é verificado de acordo com os estudos de diversos pesquisadores, que o tipo de amarração direta é mais eficiente em termos de resistência e fissuração que a amarração indireta.

Palavras-chave: Amarração direta. Amarração indireta.

1 Introdução

A utilização da alvenaria estrutural surgiu há milhares de anos. No início eram utilizados blocos de rocha como principais elementos. Ao longo do tempo, obras monumentais foram construídas em várias partes do mundo, demonstrando assim, a praticidade da alvenaria.

Porém, por muitos anos não existiram procedimentos dimensionais para alvenaria estrutural, e as estruturas tornavam-se pouco econômicas e bastante robustas. Posteriormente, surgiram estruturas de aço e concreto armado. Estas estruturas eram respaldadas por teorias calculadas e formas arrojadas e por esse motivo, esses novos tipos de estruturas se espalharam por todo o mundo, fazendo com que a alvenaria como estrutura ficasse em segundo plano.

De acordo com as pesquisas de Prudêncio e Oliveira (2002), por mais que tenham acontecido vários avanços na área, como por exemplo, a criação dos blocos de concreto, somente por volta de 1950 é que surge a alvenaria estrutural criada a partir de teorias de cálculo.

Dessa forma, nas pesquisas de Corrêa (2003), o autor afirma que o sistema construtivo em alvenaria tem experimentado um grande impulso, ganhando destaque a alvenaria não armada de blocos vazados de concreto, pois os mesmos proporcionam economia e são fáceis de serem encontrados, dado o número de indústrias já existentes no mercado.

Pela crescente demanda por construções em alvenaria estrutural e com o aumento progressivo do número de pavimentos dessas construções, houve a necessidade de aprimorar os modelos de cálculo. Nesses cálculos é levado em consideração o comportamento da interação de paredes que pode ser por amarração direta ou amarração indireta. Segundo Capuzzo Neto (2005), a inexistência de amarração entre as



9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

paredes praticamente elimina a possibilidade de ocorrer forças de interação, e conseqüentemente faz com que as forças que atuem em um ou outro elemento não se espalhem e não uniformize. No caso das amarrações indiretas, vários pesquisadores, inclusive Silva (2003) e Capuzzo Neto (2005) afirmam que não há consenso sobre o grau de interação de paredes. Os mesmos afirmam que as amarrações diretas apresentaram melhores resultados na interação de paredes, conforme mostra o desenvolvimento desse trabalho.

As paredes estruturais podem apresentar diferentes distribuições de ações, pois dependem das formas de amarração e da interação entre as mesmas. Sobre a interação de paredes de alvenaria estrutural, é possível perceber que ainda não há pesquisas conclusivas sobre o assunto, pois o tema foi abordado pelos pesquisadores de diferentes formas. Fato esse, que faça com que o objetivo desse trabalho seja analisar através de estudos bibliográficos a transferência de esforços nos sistemas de amarração direta e indireta.

2 Materiais e Métodos

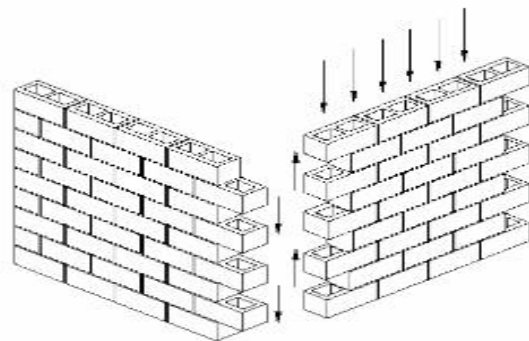
Em geral, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema.

No projeto de alvenaria estrutural o cálculo para o encontro entre paredes é imprescindível devido às concentrações de tensões que ocorrem nesses pontos e da transferência de cargas que ocorre de uma parede para outra. Portanto, deve-se realizar a amarração entre as paredes que se encontram, de forma a garantir um adequado funcionamento da alvenaria estrutural.

A amarração entre as paredes pode ser feita por amarração direta, definida pela sobreposição dos blocos de uma parede na outra, e amarração indireta, onde não ocorre a sobreposição dos blocos das paredes. A amarração nesse caso fica

definida pelo uso de grampos ou telas. Ramalho e Corrêa (2003) afirmam ainda que a distribuição de cargas entre paredes de alvenaria estrutural está diretamente ligada ao tipo de amarração realizada e que tal amarração influencia no sistema de proteção contra a ação do vento, dando consistência a um dos mecanismos essenciais para a construção de edifícios. Na Figura 1 é representada a interação de paredes sob ação vertical.

Figura 1 – Forças de cisalhamento produzidas pela interação de paredes



Fonte: Moreira (2007)

Com o aumento significativo da utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo, o interesse por pesquisas nessa área tem aumentado consideravelmente, porém quando se fala sobre os sistemas de amarração no processo da interação de paredes, o número de projetos ainda é limitado. Os trabalhos que abordam a interação entre paredes e o cisalhamento vertical nas interfaces das paredes interconectadas analisam diferenciando as formas de aplicação do carregamento, ou seja, sem aplicação simultânea das ações horizontais e verticais.

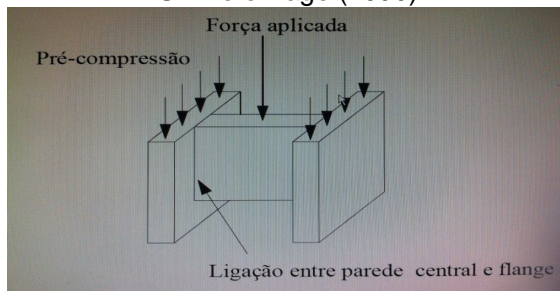
Ao realizarem um trabalho experimental, Lissel, Shrive e Page (2000), com o objetivo de estudar paredes diafragma protendidas com cabos não aderentes, percebem a influencia do tipo de amarração no comportamento de resistência das mesmas. Observaram que



9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

há um aumento de resistência ao cisalhamento da parede central e flange realizado por amarração direta. Isso quando comparado à amarração indireta. Então os autores decidiram realizar ensaios em modelos com formato “H”, tendo o objetivo de estudar a influencia da amarração na resistência da ligação entre parede central e flange. Foram utilizados nos ensaios cinco tipos de amarrações e conectores, sendo dois por combinação. Em todos os ensaios foi aplicada uma força de pré-compressão nos flanges, com o objetivo de estabilizar o modelo antes e durante o ensaio. A força aplicada foi equivalente à força normal de um pavimento. Na Figura 2 é ilustrado o esquema de ensaios.

Figura 2 – Esquema de ensaio de Lissel, Shrive e Page (2000)



Fonte: Moreira (2007)

3 Resultados

Na Figura 3 é representada uma etapa dos ensaios de ruptura de Lissel, Shrive e Page (2000), cujo objetivo foi verificar a influência das amarrações no comportamento mecânico da alvenaria. Os resultados destes testes, segundo os autores, indicam que a amarração direta obteve uma significativa vantagem estrutural em relação à amarração indireta. A amarração direta gerou um intertravamento mecânico, o que obteve melhores resultados, sendo que o acréscimo de deformações na base da parede central é relativamente linear desde o começo até a ruptura, indicando a interação de paredes.

Figura 3 – Ruptura da alvenaria estrutural com amarração direta (cima) e amarração indireta (abaixo)



Fonte: Moreira (2007)

4 Discussão

Como verificado, nos ensaios de Lissel, Shrive e Page (2000), a amarração direta obteve maior desempenho estrutural em relação à amarração indireta.

Em trabalho desenvolvido por Camacho (2001), o autor conclui que não há diferenças significativas entre os tipos de ligações estudados por ele. O autor cita ainda que ao contrário dos seus resultados, o uso de grampos metálicos ao invés da utilização da amarração direta reduz consideravelmente a resistência de todo o conjunto.

Segundo Silva (2003), a carga de ruptura das paredes com amarração direta em escala natural foi 53% maior comparada à amarração indireta com



9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

grampos metálicos. Dados extremamente relevantes, pois Camacho (2001) em seu trabalho com escala reduzida 1:3 não havia encontrado diferenças significativas entre esses tipos de ligações. Moreira (2007) afirma que é preferível que se faça a utilização da amarração direta. Citando outro trabalho de pesquisa, Silva (2003) concluiu que, nos testes de resistência, as paredes com amarração direta suportam uma carga 20% maior que as paredes com amarração indireta. O autor diz ainda que a carga de fissuração para as paredes com amarração direta foi aproximadamente 34% superior às paredes com amarração indireta.

Segundo a NBR 15961-1 (2011), somente podem ser consideradas em cálculo, distribuição de cargas nas ligações entre paredes com amarrações diretas, e que em encontro de paredes com amarrações indiretas esta distribuição de cargas entre os elementos só pode ser considerada se tiver sua eficiência comprovada.

5 Conclusão

Nesse trabalho foram apresentados os princípios das amarrações na alvenaria estrutural, destacando o uso de amarrações direta e indireta e pontuando as diferenças entre ambas. Foi possível observar métodos de distribuição das ações verticais para interação de paredes de alvenaria estrutural, sendo que alguns estudos experimentais citados também comprovam a transferência de forças entre paredes.

Segundo os pesquisadores listados, os resultados de ensaios realizados por eles indicam que o intertravamento mecânico gerado pela amarração direta da ligação entre paredes proporciona uma significativa vantagem estrutural em relação à amarração indireta. Nos ensaios realizados pelos pesquisadores, em escala real, a amarração direta apresentou maior capacidade de

transmissão de forças do que a amarração indireta. Nesses ensaios, perceberam que em testes de resistência as paredes com amarração direta suportam forças maiores, quando comparadas às paredes com amarração indireta.

Após o estudo desenvolvido, pode-se perceber que a maioria dos autores chegou à conclusão de que existe sim diferenciação entre a transferência de cargas nos dois tipos de amarração, mas alguns ainda defendem a ideia de que as duas amarrações atuam na estrutura da mesma maneira. Essa contradição é perigosa, pois a não transferência de cargas admitida pela maioria leva a uma menor uniformização dos esforços, conseqüentemente elevando o carregamento das paredes próximas a estas amarrações. Mais estudos devem ser desenvolvidos a respeito deste assunto para que de fato um parâmetro mais adequado possa ser indicado na elaboração dos cálculos, uma vez que nos últimos anos o sistema construtivo cresceu rapidamente e não é prudente considerar tantas incertezas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto. Rio de Janeiro, 2011.

CAMACHO, J. S. **Projetos de edifício de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: NEPAE – Núcleo de Ensino e Pesquisa de Alvenaria Estrutural, 2001.

CAPUZZO NETO, V. **Interação de paredes em alvenaria estrutural cerâmica sob ações verticais**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.



9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

CORRÊA, M. R. S. **Fluxo de forças em edifícios de alvenaria estrutural**. 2003. Tese (Livre-docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

LISSEL, S.L.; SHRIVE, N.G.; PAGE, A.W. (2000). **Shear in plain, bed joint reinforced, and posttensioned masonry**. In : CANADIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, v. 27 , 5 , p.1021-1030.

MOREIRA, Elian. M. S. (2007). **Análise experimental em escala reduzida de ligações entre paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos submetidas a ações verticais**. Dissertação (Mestrado). – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PRUDÊNCIO JUNIOR, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima; BEDIM, Carlos Augusto. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Associação Brasileira de Cimento Portland. Florianópolis, 2002.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M.R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo, Ed. Pini, 2003.

SILVA, W. J. **Estudo experimental de ligações entre paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos sujeitas a ações verticais**. Ilha Solteira, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.