

COMPORTAMENTO EXPERIMENTAL DE PAREDES DE ADOBE COM VISTAS À ELABORAÇÃO DE NORMA BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO COM ADOBES

Prof. Normando Perazzo Barbosa

Departamento de Tecnologia da Construção Civil
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
nperazzo@lsr.ctr.ufpb.br

Jameson da Silva Gonçalves

Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Suely Brasileiro

Arquiteta Autônoma, Recife, Pe, Brasil

Prof. Khosrow Ghavami

Departamento de Engenharia Civil
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios

Palavras chave: alvenaria de adobe, comportamento, resistência

Resumo

O Brasil conta com notável patrimônio arquitetônico em adobe. Até meados do século passado, muitas construções eram ainda feitas com esses tijolos crus, sobretudo na Região Nordeste do país. No entanto, a intensa propaganda dos materiais industrializados fez com que esse excelente material de construção, principalmente para as zonas áridas do interior do Nordeste Brasileiro, fosse sendo abandonado e hoje é até difícil encontrar pessoas que saibam manusear a terra e fabricar adobes. Contudo, tendo em vista as vantagens dos blocos de terra crua quando se fala em sustentabilidade da construção, há o interesse em se revitalizar a técnica construtiva com esse tipo de bloco. Essa revitalização passa pela necessidade de normalização. Na Universidade Federal da Paraíba foi feita uma série de ensaios experimentais, com o fim de se obter maiores informações sobre o comportamento das paredes de adobe. Foram testadas paredes de 1 m de altura e também de 2,40 m de altura, instrumentadas com extensômetros mecânicos, submetidas a três ciclos de carregamento crescente. Foi também ensaiada uma parede com orifício simulando espaço de uma janela. Foram obtidas curvas carga-deformação, carga de fissuração, carga de ruptura e informações sobre o comportamento das alvenarias de adobe. Aqui apresentam-se os resultados da experimentação da última parede. O objetivo maior do estudo é obter subsídios para apresentar uma proposta de norma brasileira de construção com adobes, levando em conta a não necessidade de se considerarem esforços horizontais atuantes nas paredes das edificações, visto que no Brasil desconsidera-se a probabilidade da ocorrência de sismos.

1. Introdução

Alvenarias portantes de adobe têm sido usadas desde os primórdios das civilizações. Com o advento dos materiais industrializados e a intensa propaganda a respeito deles, ao poucos as paredes de terra com blocos crus foram caindo em desuso, até seu quase que completo abandono. No entanto, considerando-se hoje que a fabricação de tijolos cerâmicos consome enormes quantidades de energia, lança CO₂ na atmosfera e muitas vezes, como ocorre na Região Nordeste do Brasil, utiliza a vegetação local para a queima, contribuindo para um perigoso processo de desertificação, é de tudo benéfico para as futuras gerações o resgate dos milenares tijolos de adobe.

Do ponto de vista da engenharia é fundamental que seu uso se faça criteriosamente, com base científica. Mas enquanto concreto, aço, blocos cerâmicos e outros materiais

industrializados são estudados em praticamente todas as universidades técnicas do mundo, infelizmente contam-se nos dedos aquelas que se dedicam a pesquisar os materiais tradicionais como é o caso dos adobes. Assim, muitos arquitetos e engenheiros, com formação convencional, desconhecem esse produto para a construção e os que o conhecem não acreditam que alvenarias com eles feitos tenham capacidade resistente para serem empregados nas edificações.

Faltam, pois, mais dados experimentais relativos à construção com adobes. Essa falta de resultados de investigação fazem com que em muitos locais onde existem regulamentações para construção com adobes elas conduzam a paredes superdimensionadas, de espessura por vezes exagerada.

Para ter confiança no material terra, na Universidade Federal da Paraíba em cooperação com a Universidade Católica do Rio de Janeiro, dentro de um programa de pesquisa sobre materiais de construção não convencionais, tem-se estudado as paredes de adobe. Dentro dessa linha, foram testadas várias alvenarias, para se obterem dados que possam subsidiar uma proposta de norma brasileira de construção com aqueles blocos.

2. Programa experimental

2.1 Materiais

A terra utilizada foi originária das vizinhanças da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil, de coloração amarelada. Esta contém cerca de 65 por cento de fração arenosa, com índice de plasticidade em torno de 18 % e limite de liquidez inferior a 30%.

A argamassa de assentamento foi composta pela própria e por com pequenas percentagens de cal e de cimento, numa consistência tal que permitisse o bom assentamento dos tijolos.

2.2 Métodos

A resistência dos blocos foi medida seccionando-se o tijolo ao meio e unindo-se as duas metades por argamassa, as superfícies superior e inferior capeadas com pasta de cimento, como sugere norma brasileira sobre tijolos de solo-cimento [1].

Foram também testados prismas, como proposto na norma peruana de adobes [2].

Além de paredes maciças foi testado um painel estrutural com orifício de janela, apresentando verga e contra verga nos topo e base da abertura respectivamente, como se pode ver na Figura 1. A largura total da parede foi de 2,10 m e a altura 2,20. No topo da parede foi posta uma cinta para melhor distribuição da carga. Os segmentos ao lado da parede tinham 60 cm de largura. A parede foi instrumentada com extensômetros mecânicos para posterior obtenção das deformações. O carregamento foi aplicado em três ciclos: o primeiro até 40 kN/m, o segundo até 80 kN/m e o terceiro até a ruptura.

Figura 1 – Parede testada experimentalmente

3. Apresentação e análise dos resultados

A resistência média à compressão dos tijolos foi próxima de 1 MPa.

Até a carga de 80 kN, correspondendo à uma carga distribuída de 38 kN/m, a parede apresentou excelente comportamento sem nenhum sinal fissuras (Figura 1).

Na carga de 100 kN (47,6 kN/m) começaram a aparecer trincas começando pela extremidade da verga superior. Também na extremidade da contra verga surgiram pequenas fissuras, como se pode ver na Figura 2.

Figura 2 – Fissuras começando nas extremidades das verga e contra-verga

As fissuras na parte inferior contra verga indicam que está a haver concentração de tensões sob ela, por conta da maior rigidez do elemento de concreto.

No estado limite último pode-se ver na Figura 3 que as fissuras entre as extremidades das verga e contra-verga propagaram-se formando um única trinca. Note-se que a contra-verga tinha comprimento menor que a verga, daí a maior fissuração sob esta última.

Figura 3 – Fissura ligando as extremidades da verga e da contra-verga nas vizinhanças da ruptura

A parede conseguiu resistir a uma carregamento máximo de 66 kN/m, o que significou uma tensão aproximada de 0,8 MPa na seção vizinha às janelas.

Na Figura 4 tem-se a curva carga deslocamento dos extensômetros posicionados entre as janelas. Pode-se notar que a deformação residual no primeiro ciclo de carga é desprezível, inferior a 0,2 mm. Após o segundo ciclo de carga ela chegou a cerca de 0,5 mm o que é perfeitamente aceitável. Como se verá adiante, a carga de utilização de parede de adobe em habitação popular é inferior a 12 kN/m, o que corresponderia no caso a uma carga de cerca 25 kN. Para essa carga vê-se na Figura 4 que os deslocamentos são desprezíveis. Nenhuma interferência haveria nos marcos das janelas.

Figura 4- Curvas carga-deslocamento dos extensômetros centrais

Considere-se uma casa de interesse social como a indicada na Figura 5. Adotando para as paredes a espessura de 15 cm, pode-se calcular, de forma aproximada, as tensões máximas que ocorrem nas paredes mais solicitadas.

Figura 5- Casa de interesse social

Considerando que haja uma laje do tipo pré-moldada sobre todos os ambientes (armadas na direção horizontal), a parede mais carregada vai ser aquela central. Foi admitido peso próprio de 2 kN/m², sobrecarga de 0,5 kN/m² e adotado para coberta carga uniformemente distribuída na laje de 1 kN/m², resulta para carga total na laje de 3,5 kN/m².

A parede central vai estar submetida a um carregamento originário da reação das lajes sobre ela de 3,5 x 3,4 = 11,9 kN/m.

A solicitação de cálculo vai ser:

$$p_{Sd} = 1,4 \times 11,9 = 16,7 \text{ kN/m}$$

A carga resistente de cálculo da parede obtida no ensaio foi de:

$$p_{Rd} = 66/2,8 = 23,7 \text{ kN/m}$$

Como $p_{Sd} < p_{Rd}$ a segurança está satisfeita.

É conveniente verificar se a tensão solicitante de cálculo máxima não supera a resistência de cálculo do tijolo de adobe.

A tensão máxima vai estar no pé da parede. Assim, na base dela, o peso próprio representa um carregamento de $0,15 \times 18 = 2,7$ kN/m.

A carga máxima será de $11,9 + 2,7 = 14,6$ kN/m.

Nas regiões não muito próximas aos vazios das portas ou janelas, a tensão de cálculo, segundo [3], é:

$$\sigma_{Sd} = 1,4 \times 14,6 / (0,15 \times 1) = 136 \text{ kN/m}^2 = 0,136 \text{ MPa}$$

Considerando a tensão resistente medida no ensaio, de 1,0 MPa, a tensão resistente de cálculo vai ser:

$$\sigma_{Rd} = 1,0 / 2,8 = 0,35 \text{ MPa} , \text{ e como } \sigma_{Sd} < \sigma_{Rd} , \text{ a segurança está satisfeita.}$$

Na realidade tratam-se de cálculos muito aproximados, pois na parede central (na direção horizontal na planta da Figura 4) tem-se abertura de duas portas. Como no topo de todas as paredes existe a cinta de coroamento, há uma redistribuição do carregamento que faz diminuir a concentração de tensões nas vizinhanças dos vazios de portas e janelas.

4. Considerações finais

Foi apresentado resultado da experimentação de parede de adobe com abertura de janela.

Sob cargas de serviço o comportamento das paredes é mais que satisfatório, com pequenas deformações, incapazes de interferir nos marcos de portas e janelas.

Foi mostrado que paredes de adobe de 15 cm são suficientes para suportar o peso de uma laje de concreto armado e estrutura da cobertura.

No exemplo apresentado, a carga horizontal dos suportes extremos do telhado seria absorvido pela cinta existente sobre as paredes e solidária com as lajes.

A experimentação mostrou que a ruptura inicia-se nas zonas de concentração de tensões sob as vergas e contra-vergas. Para reduzir as tensões nessas regiões é necessário aumentar a zona de contato daqueles elementos estruturais com as paredes.

O comprimento das vergas e contra-vergas pode ser otimizado através de análise numérica, o que está sendo feito no momento.

Mais estudos experimentais são necessários para se estabelecer a confiança nos milenares blocos de adobe por parte dos engenheiros e arquitetos que recebem uma formação que louva apenas os materiais industrializados.

Referências

- [1] ABNT – NBR 8492 (1984): “Tijolo maciço de solo cimento: determinação da resistência e da absorção de água”. Rio de Janeiro, Brasil.
- [2] Reglamento Nacional de Construcciones (2000): “Norma técnica de Edificación E080 – Adobes”. Lima, Peru.
- [3] BARBOSA, N. P.; GONÇALVES, J. S.; GHAVAMI, K. (2005): “Proposta de uma norma brasileira de construção com adobes”. Anais do Sismo Adobe, Univ. Católica do Peru, Lima, maio de 2005.