



MECANISMOS DE INTERAÇÃO ENTRE COMPONENTES E COMPORTAMENTO MECÂNICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL CERÂMICA: UMA REVISÃO

Nicolí Justen¹, Alencar Maders Schuster¹, Gabrielli Bertoldo Esteves¹, Jamile Lopes Brum Brandão¹, Miguel de Oliveira¹, Gihad Mohamad¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
(nicoli.justen@acad.ufsm.br)

Resumo: A alvenaria estrutural destaca-se no cenário nacional pela racionalidade e economia, sendo seu desempenho dependente da interação entre blocos cerâmicos e argamassa. Este trabalho analisa, por meio de revisão bibliográfica e verificação experimental, como a compatibilidade deformacional dita a distribuição de tensões e os mecanismos de ruptura do sistema. Os resultados demonstram que as diferenças nas propriedades elásticas geram tensões de tração lateral nos blocos e confinamento na argamassa. A análise dos fragmentos após ensaio de compressão axial confirma que a interação na interface, mediada por fatores geométricos e executivos, influencia a resistência global, indicando que a resistência individual dos materiais isolados não é o único fator determinante para o desempenho do conjunto.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural; Interface bloco-argamassa; Compatibilidade deformacional; Mecanismos de ruptura.

INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural consolidou-se como um dos principais sistemas construtivos brasileiros devido à sua capacidade de integrar funções estruturais e de vedação, proporcionando eficiência técnica e econômica (Mohamad, 2020). O desempenho mecânico da alvenaria estrutural resulta da interação entre seus componentes constituintes, sendo influenciado pelas propriedades físicas e elásticas dos materiais, que controlam a distribuição de tensões e os mecanismos de ruptura do conjunto (Hilsdorf, 1969; Zucchini; Lourenço, 2007).

Inicialmente, a resistência da alvenaria era associada predominantemente à resistência à compressão dos blocos e da argamassa de forma isolada. Entretanto, estudos demonstraram que o comportamento mecânico do sistema depende, sobretudo, da compatibilidade deformacional entre esses materiais, a qual determina o confinamento da argamassa, o desenvolvimento de tensões de tração nos blocos e, consequentemente, o modo de falha da alvenaria (Kaushik; Rai; Jain, 2007).

Diferenças em propriedades como o módulo de elasticidade e o coeficiente de Poisson entre blocos cerâmicos e argamassas de assentamento promovem restrições mútuas às deformações laterais, gerando confinamento na argamassa e tensões de tração nos blocos, fenômeno conhecido como efeito de Poisson (Atkinson et al., 1985; Mohamad, 2015).

Além disso, fatores como a geometria dos blocos e a espessura das juntas são variáveis críticas na transferência de carga por compressão, cisalhamento e intertravamento mecânico na interface (Caldeira et al., 2020).

O presente trabalho tem como objetivo analisar, via revisão bibliográfica e experimental, a influência dessa compatibilidade nos mecanismos de ruptura da alvenaria estrutural submetida à compressão axial.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e analítica, complementada pela verificação experimental de prismas de alvenaria estrutural cerâmica submetidos à compressão axial.

O levantamento bibliográfico fundamentou-se na consulta às bases Google Acadêmico, ScienceDirect, SciELO e Scopus, utilizando os descritores "alvenaria estrutural", "compatibilidade deformacional" e "mecanismos de ruptura". Foram selecionados artigos científicos, livros e normas técnicas pertinentes ao tema, abrangendo estudos que fundamentam a compreensão dos mecanismos de interação entre bloco e argamassa, bem como o comportamento mecânico da alvenaria estrutural. A análise bibliográfica abordou a influência das propriedades elásticas e da geometria dos blocos nos mecanismos de interação e ruptura da alvenaria.

Além disso, foram analisados aspectos executivos, especialmente a espessura das juntas de assentamento, e sua influência na aderência, no intertravamento mecânico e na transferência de tensões na interface bloco-argamassa.

Complementarmente, realizou-se a verificação experimental por meio de ensaios de compressão axial em três prismas, sendo cada prisma constituído por dois blocos cerâmicos estruturais de dimensões $14 \times 19 \times 29$ cm, com resistência característica à compressão (f_{bk}) de 10 MPa, unidos por junta de argamassa com resistência média à compressão de 8 MPa. Após 28 dias de cura, os prismas foram submetidos ao ensaio de compressão axial em prensa hidráulica, conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 16868-3:2020, com o objetivo de correlacionar os mecanismos de interação descritos na literatura com os padrões de fissuração e os modos de ruptura observados após o carregamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados evidencia que o desempenho mecânico da alvenaria estrutural cerâmica é governado pela interação entre bloco e argamassa, responsável pela transferência de tensões por compressão normal, cisalhamento e confinamento lateral.

Conforme esquematizado na Figura 1, a compatibilidade deformacional entre os materiais controla esse mecanismo: em função do efeito de Poisson, a argamassa tende a apresentar maior deformação lateral que o bloco, porém essa expansão é restringida pela unidade cerâmica. Como consequência, desenvolve-se um estado triaxial de tensões na argamassa, que aumenta sua resistência aparente devido ao confinamento, enquanto são induzidas tensões de tração lateral nos blocos, favorecendo o início da fissuração.

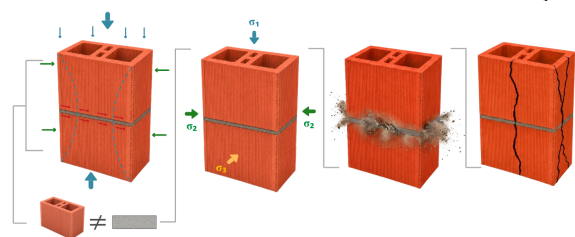


Figura 1. Mecanismos de interação e transferência de tensões na interface bloco-argamassa.

Esse comportamento está de acordo com a teoria proposta por Atkinson et al. (1985), segundo a qual a restrição à deformação lateral da argamassa promove um estado triaxial de tensões que eleva sua resistência aparente, ao mesmo tempo em que induz tensões de tração nos blocos cerâmicos. Da mesma forma, Zucchini e Lourenço (2007) demonstraram, por meio de modelos de homogeneização, que a incompatibilidade deformacional entre bloco e

argamassa gera concentrações de tensões na interface, influenciando diretamente a resistência e o modo de ruptura da alvenaria. A eficiência dessa interface depende da atuação conjunta de três mecanismos fundamentais: aderência química, atrito e intertravamento mecânico. Este último está diretamente relacionado à geometria dos blocos, uma vez que a argamassa penetra em seus sulcos e reentrâncias, tornando a rugosidade superficial e a porosidade fatores determinantes para a transferência de esforços.

Outro parâmetro relevante é a espessura da junta de assentamento, uma vez que sua variação altera o grau de confinamento da argamassa e, consequentemente, a distribuição das tensões no sistema. A ABNT NBR 16868 (2020) recomenda juntas nominais de 10 mm, buscando uniformidade construtiva e desempenho mecânico. Nesse contexto, Caldeira et al. (2020) verificaram que alterações na espessura das juntas modificam significativamente a distribuição de tensões e o comportamento à compressão dos prismas, evidenciando que a resposta estrutural da alvenaria depende não apenas das propriedades dos materiais, mas também da geometria da interface e da qualidade da execução.

Os resultados demonstram que a ruptura da alvenaria raramente ocorre por esmagamento uniforme dos componentes, a falha é predominantemente caracterizada pelo surgimento e propagação de fissuras verticais induzidas pela incompatibilidade deformacional. Esse comportamento também foi observado por Kaushik, Rai e Jain (2007), que verificaram que a resposta tensão-deformação da alvenaria difere daquela apresentada pelos materiais isolados em razão da interação entre blocos e argamassa, influenciando a rigidez, a resistência e a evolução da fissuração durante o carregamento.

A verificação experimental corroborou essas observações, evidenciando, por meio dos fragmentos apresentados na Figura 2, que o estado de tensões desenvolvido na interface influencia o modo de ruptura do prisma cerâmico.

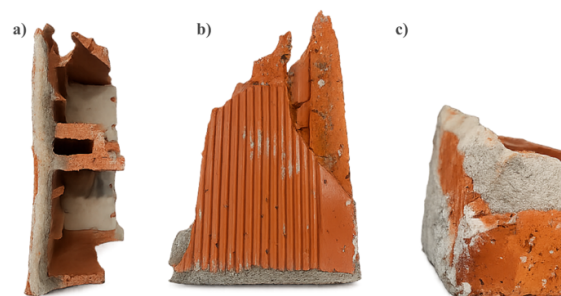


Figura 2. Aspecto dos fragmentos do prisma cerâmico após ensaio de compressão axial: (a) desintegração por tração lateral; (b) modo de ruptura da parede lateral do prisma; (c) ruptura da argamassa em formato de tronco cônico.



A análise dos fragmentos permitiu identificar aspectos característicos da interação bloco–argamassa durante a ruptura. Na Figura 2a, observa-se a desintegração das paredes cerâmicas por tração lateral, enquanto o núcleo de argamassa permanece relativamente íntegro em razão do confinamento promovido pelo bloco. Na Figura 2b, verifica-se a propagação da fissuração através das paredes laterais do bloco cerâmico, evidenciando que a ruptura se desenvolve preferencialmente na região submetida às tensões de tração e ressaltando a importância do entrelaçamento mecânico proporcionado pelos sulcos superficiais. Por sua vez, a Figura 2c apresenta a ruptura da argamassa em formato de tronco de cone, característica típica de materiais submetidos a um estado triaxial de tensões, confirmando experimentalmente o efeito de confinamento discutido na literatura.

As observações experimentais corroboram os mecanismos descritos pelos estudos analisados demonstrando que a capacidade resistente da alvenaria não depende exclusivamente da resistência individual dos blocos e da argamassa. A compatibilidade deformacional, a geometria dos componentes, as características da interface e as condições de execução atuam de forma integrada na distribuição de tensões e na evolução da ruptura, sendo determinantes para o desempenho mecânico do sistema como um todo.

CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica, aliada à verificação experimental, permitiu compreender que o comportamento mecânico da alvenaria estrutural cerâmica é resultado da interação entre blocos e argamassa, sendo a compatibilidade deformacional um dos principais fatores responsáveis pela distribuição das tensões e pelos mecanismos de ruptura sob compressão axial. A análise dos prismas confirmou que a ruptura é predominantemente governada pelas tensões de tração desenvolvidas nos blocos em decorrência do confinamento da argamassa, corroborando os mecanismos descritos na literatura.

Além disso, verificou-se que fatores como a geometria dos blocos, a espessura das juntas e as características da interface influenciam significativamente a transferência de esforços e a capacidade resistente do conjunto. Dessa forma, os resultados reforçam que a resistência da alvenaria não pode ser avaliada apenas pelas propriedades individuais de seus componentes, mas pela interação entre eles, contribuindo para o aprimoramento da compreensão do comportamento mecânico da alvenaria estrutural e subsidiando futuras pesquisas voltadas ao desenvolvimento de modelos mais representativos para previsão de resistência e ruptura.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi apoiado pela CAPES e CNPq.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868: Alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2020.

ATKINSON, R. H. *et al.* Deformation Failure Theory For Stack-Bond Brick Masonry Prisms In Compression. *In*: 1985. Disponível em: <<https://www.scopus.com/pages/publications/0022282570>>. Acesso em: 10 jul. 2026

CALDEIRA, Filipe Emerick *et al.* Influence of joint thickness and strength of mortars on the compressive behavior of prisms made of normal and high-strength concrete blocks. **Construction and Building Materials**, v. 234, p. 117419, 20 fev. 2020.

KAUSHIK, Hemant B.; RAI, Durgesh C.; JAIN, Sudhir K. Stress-Strain Characteristics of Clay Brick Masonry under Uniaxial Compression. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 19, n. 9, p. 728–739, 1 set. 2007.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural - Material, projetos e desempenho**. [S.l.: S.n.].

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural - Materiais, projeto e desempenho - Segunda edição, revisada e ampliada conforme a NBR 16868-1/2020**. [S.l.: S.n.].

ZUCCHINI, A.; LOURENÇO, P. B. Mechanics of masonry in compression: Results from a homogenisation approach. **Computers & Structures**, v. 85, n. 3, p. 193–204, 1 fev. 2007.