

ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO MATERIAL SOLO-CIMENTO

Mário Monteiro ROLIM⁽¹⁾, Newton Oliveira PINTO⁽²⁾, Wesley Jorge FREIRE⁽³⁾,
Antonio L. BERALDO⁽⁴⁾

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi relacionar a resistência à compressão simples do material solo-cimento, apresentada por corpos-de-prova, tijolos e painéis de alvenaria e de argamassa. O solo foi submetido aos ensaios de caracterização e compactação, e o teor de cimento obtido a partir da norma simplificada de dosagem de solo-cimento. A partir da definição do teor de 8% de cimento em massa, as misturas de solo e cimento foram submetidas aos ensaios de compactação normal de Proctor, obtendo-se assim o teor de umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima. Corpos-de-prova foram, então, moldados, tijolos foram confeccionados, e o painel de alvenaria de tijolos de solo-cimento, de dimensões 60 x 60 cm², foi construído utilizando-se cimento, cal e solo, na proporção de 1:1:5, instrumentado-o no próprio local do rompimento.

PALAVRAS-CHAVE: Solo-cimento, resistência à compressão, painel de alvenaria

ABSTRACT: The aim of this work was to relate the unconfined compressive strength presented by soil-cement specimens as well as bricks and masonry panels laid up with plain mortar. Soil samples were submitted to characterization tests and to unconfined compressive tests. The cement dosage was obtained by means of the simplified process for soil-cement dosage. The defined dosage 8% of cement, in weight, basis, was mixed to soil and then submitted to compaction tests as well as to unconfined compressive tests in order to determine the optimum moisture, the maximum dry density and the compressive resistance. Either specimens and bricks were moulded according to brazilian rules and the 60 x 60 cm² masonry panel was laid up with plain mortar and built with 1:1:5 of cement, lime and sandy soil.

KEYWORDS: Soil-cement, unconfined compressive strength, masonry panel

INTRODUÇÃO: Fator importante ressaltado por Franco (1988) é a resistência à tração dos tijolos pois, quando a alvenaria é submetida à compressão uniforme, a ruptura se dá por fissuras devido aos esforços de tração nos tijolos, transversais ao esforço de compressão aplicado. O modo de ruptura da alvenaria caracteriza-se pelo desenvolvimento de fissuras de tração paralelas ao eixo do carregamento. A argamassa, por ser geralmente menos rígida que os tijolos, tende a se deformar transversalmente, quando submetida a esforços de compressão; o movimento da argamassa é restringido pelos tijolos, que ficam submetidos à

⁽¹⁾ Prof. Assistente, Doutorando em Eng. Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, Caixa Postal 6011, CEP-13083-970. E-mail rolim@agr.unicam.br

⁽²⁾ Prof. Assistente Dr. FEC/UNICAMP

⁽³⁾ Prof. Titular. FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, Caixa Postal 6011, CEP-13083-970

⁽⁴⁾ Prof. Assistente Dr. FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, Caixa Postal 6011, CEP-13083-970

tensão de tração lateral, levando inicialmente à fissuração e finalmente à ruptura. Em experimento realizado, Rolim (1996) concluiu que, para a mesma amostra de solo e nas mesmas condições de umidade, a energia de compactação normal de Proctor é superior à energia de compactação da máquina manual utilizada para a moldagem dos tijolos (três tijolos por prensagem).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI, e na Faculdade de Engenharia Civil, FEC, da UNICAMP. O solo utilizado foi coletado em uma área distante 25 km de Campinas-SP, com as seguintes características: classificação segundo a AASHTO: A₂₋₄; Limite de Liquidez: 15,3; Índice de Plasticidade: 0,9; umidade ótima: 10,73% e massa específica aparente seca máxima: 19,21 kN/m³. Os ensaios de caracterização e compactação normal de Proctor, a moldagem dos corpos-de-prova de solo-cimento e de argamassa, assim como a confecção dos tijolos, foram feitos de acordo com as normas brasileiras. Todos os corpos-de-prova foram instrumentados e suas deformações medidas com um extensômetro mecânico, base 50 mm. O painel de 60 x 60 cm² de dimensões e nove fiadas de tijolos, foi confeccionado no próprio local do rompimento, instrumentado em três direções verticais (compressão) e uma horizontal (tração); as deformações foram medidas com um extensômetro mecânico, base 400 mm, e as forças, com auxílio de uma célula de carga. Todos os ensaios foram realizados com três repetições, exceção feita aos corpos-de-prova de tijolos que foram confeccionados em número de cinco e o painel que foi único.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados dos corpos-de-prova obtidos do experimento estão apresentados no Quadro 1. Observa-se, a partir dos resultados de resistência à compressão simples de corpos-de-prova de solo e de solo-cimento, um ganho de 128% na resistência com a aplicação de 8% de cimento ao solo. No caso específico da resistência à compressão simples dos tijolos, os valores obtidos estão dentro dos especificados pela norma NBR-8492, situando-se abaixo daqueles apresentados pelos corpos-de-prova, o que leva a supor que a energia de compactação da máquina manual de fabricação de tijolos é menor que a energia normal de Proctor, resultado este que corrobora os de Rolim (1996). Na Figuras 1 estão os diagramas Tensão x Deformação do ensaio do painel de alvenaria de tijolos de solo-cimento, mostrando a média das três direções de deformações do ensaio de resistência à compressão simples, e o esforço de tração em função da mesma tensão aplicada. A partir do diagrama pode-se fazer as seguintes observações: para as mesmas tensões aplicadas, as deformações foram maiores; as primeiras fissuras ocorreram com tensões na ordem de 6 toneladas, sendo que, para esta carga, há um começo de separação entre o tijolo e a junta de argamassa, fissura no sentido vertical; até a carga de 7 toneladas, a deformação de tração, foi nula; com o carregamento de 7,5 toneladas iniciou-se o processo de fissuração em mais de um ponto, todas no sentido vertical da junta de argamassa, provocado por esforços de tração na alvenaria; com a carga de 8 toneladas, ocorreu o aparecimento de fissuras no sentido horizontal e um começo de separação entre o tijolo e a argamassa; a partir da carga de 8 toneladas não se fez mais medição das deformações continuamente por desconhecer-se a carga de ruptura e por questões de segurança do equipamento. Os três valores de deformações de compressão medidos, se situaram próximos, o que leva a considerar que houve uma boa centralização da carga em relação ao painel de alvenaria. A primeira fissura no tijolo ocorreu próximo à

direção de maior deformação. A ordem de grandeza das tensões nos vários elementos ensaiados foi a mesma, valor próximo a 2 MPa. O ângulo de ruptura do painel foi de aproximadamente 60° , indicando a necessidade de mais repetições, uma vez que este resultado, para a alvenaria de tijolos de solo-cimento, é contrário aos de Haller, citado por Franco (1988), para a alvenaria de tijolos cerâmicos maciços.

CONCLUSÕES: A partir da análise dos resultados obtidos do experimento, pode-se tirar as seguintes conclusões: os resultados do ensaio de resistência à compressão de corpos-de-prova de solo-cimento, com 8% de cimento, apresentaram valores acima dos preconizados pela norma; o valor da resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento está dentro dos preconizados pela norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FRANCO, L.S. **Desempenho da alvenaria à compressão.** USP/POLITÉCNICA. BT-20/88, S. Paulo, 1988, 14p.

ROLIM, M.M. **Avaliação físico-mecânica do material solo-vinhaça concentrada e sua utilização para fins de fabricação de tijolos.** UNICAMP/FEAGRI, Campinas-SP, (Dissertação de Mestrado). 1996, 90p.

QUADRO 1 - Valores de resistência à compressão simples (em MPa).

Elementos	Resistência à compressão simples
Corpos-de-prova de Solo (Proctor)*	1,43
Corpos-de-prova de Solo-cimento (Proctor)*	3,26
Corpos-de-prova de Argamassa (1:1:5)*	2,23
Tijolos**	2,08
Painel***	2,00

* Média de três repetições; ** Média de cinco repetições; *** Uma só determinação

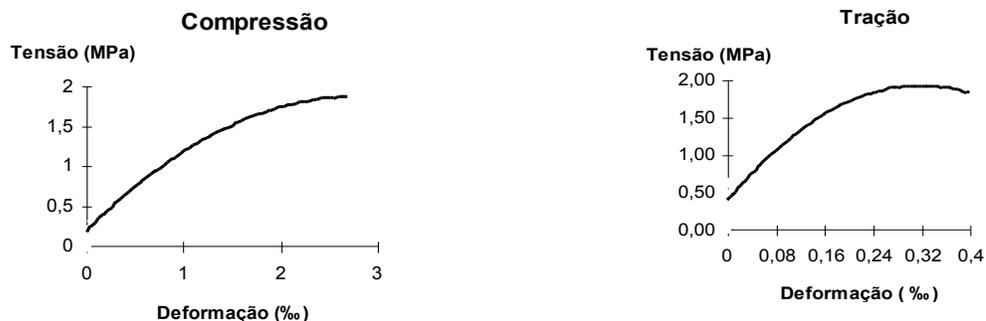


FIGURA 1 - Diagrama tensão x deformação do painel de alvenaria de tijolos de solo-cimento