

COLA À BASE DE PVA E ARGAMASSA DE SOLO-CIMENTO COMO ALTERNATIVAS PARA O ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE TIJOLOS MACIÇOS DE SOLO-CIMENTO

GISLEIVA C. DOS S. FERREIRA¹, ARMANDO L. MORENO JÚNIOR²

RESUMO: Neste trabalho, foi analisada a viabilidade de emprego de cola à base de PVA e argamassa de solo-cimento no assentamento de paredes de alvenaria de tijolos maciços de solo-cimento, em substituição à argamassa usual (cimento, cal e areia). Pequenos prismas, executados com quatro tijolos maciços de solo-cimento e assentados com as argamassas e a cola de PVA, foram ensaiados à compressão e à flexão. Os resultados dos ensaios dos prismas executados com a argamassa de assentamento usual foram tomados como padrão esperado de comportamento para os outros prismas executados com argamassa de solo-cimento e com cola de PVA. Os resultados obtidos nos ensaios dos prismas indicaram que tanto cola à base de PVA quanto argamassa de solo-cimento podem ser empregadas, satisfatoriamente, no assentamento de painéis de alvenaria de tijolos maciços de solo-cimento.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação experimental, prismas de alvenaria, resistência de aderência.

PVA GLUE AND CEMENT SOIL MORTARS AS ALTERNATIVES FOR LAYING CEMENT SOIL BLOCKS MASONRY

ABSTRACT: This study presents the results of an experimental investigation in characterizing the properties of cement soil block masonry using cement-soil mortars and PVA glue. The study deals with the scantily explored area of tensile bond strength of soil-cement block masonry using cement-soil mortars and PVA glue. Flexural bond strength of masonry has been determined by testing stack-bonded prisms using a bond wrench test set-up. The study clearly demonstrates the superiority of cement-soil mortar over other conventional mortar such as cement mortar. The results of this study can be conveniently used to select a proportion for cement-soil mortar or PVA glue proportion for cement soil block masonry structures.

KEYWORDS: experimental investigation, masonry prisms, bond strength.

INTRODUÇÃO

Acredita-se que a técnica de terra batida tenha sido trazida para o Brasil pelos conquistadores portugueses, com presença marcante durante o período colonial. São Paulo adotou intensamente este sistema nas construções feitas no planalto de Piratininga e nos caminhos dos bandeirantes até Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (TAVEIRA, 1987).

O solo-cimento (mistura de solo, cimento e água) foi introduzido no Brasil em 1936, pela Associação Brasileira de Cimento Portland-ABCP. Esta utilização partiu da necessidade de redução nos custos das habitações populares e facilidade na obtenção do material solo em áreas rurais e urbanas. Atualmente, uma vasta literatura sobre o assunto pode ser encontrada (ARMAN et al., 1990).

A resistência à compressão do solo-cimento continua aumentando após 240 dias de idade, devido à reação do cimento tornar-se cada vez mais lenta (SOUZA et al, 2008).

¹ Doutora em Engenharia Civil, UNICAMP, Profissional de Pesquisa, Laboratório de Materiais e Estruturas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Professora da Faculdade de Engenharia Civil, PUC, Campinas - SP.

² Prof. Dr., Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 9-9-2009

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 7-2-2011

O solo-cimento pode ser empregado em muros, contenções, fundações, passeios, contrapisos, coberturas abobadadas e em lajes mistas. Em edificações, o solo-cimento pode ser empregado na forma de paredes monolíticas ou de tijolos ou blocos prensados mecanicamente. Quando utilizados para execução de alvenarias, seja de vedação ou estrutural, os tijolos de solo-cimento devem apresentar características específicas com relação à sua finalidade de uso, como resistência à compressão mínima de 2,0 MPa e absorção de água máxima de 20% (NBR 8491; ABNT, 1984). Segundo MILANI & FREIRE (2006), a absorção d'água comporta-se de maneira inversa aos valores de massa específica aparente, ou seja, quanto menor a massa específica aparente seca do solo, maior a capacidade de absorver água.

De pesquisa recente, pouco ainda se conhece, em níveis nacional e internacional, sobre as propriedades deste material quando empregado como argamassa de assentamento (RAO et al., 1996).

A argamassa de solo-cimento é uma argamassa de cimento em que o solo é adicionado com as funções de plastificante e de aumento de volume da mistura. Esta argamassa, quando comparada à argamassa usual (cimento, cal e areia), pode apresentar maior trabalhabilidade, devido à parte argilosa do solo.

As propriedades mecânicas da argamassa têm muita influência na resistência às solicitações horizontais (flexão e cisalhamento) que ocorrem em uma parede de alvenaria (SINHA, 1983). Entretanto, o mesmo não se pode dizer em relação à resistência à compressão de uma parede de alvenaria, onde as propriedades mecânicas da argamassa de assentamento têm pouca influência, conforme a eq.(1) (THOMAZ, 1989). Neste caso, essa resistência é fortemente influenciada pela resistência à compressão do elemento de alvenaria.

$$F_{cpa} = ((1 + 0,15f_{cb})^{\frac{1}{2}} - 1)(8 + 0,048f_{ca}) \quad (1)$$

em que,

F_{cpa} - resistência à compressão da parede, kgf cm^{-2} ;

F_{cb} - resistência à compressão do bloco, kgf cm^{-2} , e

F_{ca} - resistência à compressão da argamassa, kgf cm^{-2} .

A deformação do solo-cimento em relação à tensão aplicada apresenta-se de forma similar àquela de argamassas de cimento Portland, areia e água (FERREIRA et al., 2008).

Com relação à cola à base de PVA, é um produto de base Acetato de Polivinila ou PVAc (Polímero sintético), vendido como uma emulsão à base de água, muito utilizado para colar materiais porosos como madeira, papel, tecido e cerâmicas. Pouco se estudou a respeito do emprego deste material no assentamento de elementos de alvenaria de solo-cimento, mas várias empresas nacionais já executam edificações com esta nova alternativa construtiva.

Neste caso, o que a maioria dessas empresas afirma, como justificativa para esta nova proposta de assentamento com cola, é que o sucesso será garantido se os elementos a serem colados se apresentarem secos, pouco porosos e com superfície uniforme para aplicação da cola. O tijolo maciço de solo-cimento, portanto, apresenta todas as características para que se adapte ao assentamento com cola.

A avaliação da possibilidade de assentamento de tijolos maciços de solo-cimento, com cola à base de PVA e argamassa de solo-cimento, é muito importante para validar dados empíricos e determinar os parâmetros de resistência à compressão e à flexão para este tipo de material e tecnologia de execução.

MATERIAL E MÉTODOS

A viabilidade de emprego de argamassa de solo-cimento e cola à base de PVA, em substituição à argamassa usual, no assentamento de paredes de alvenaria de solo-cimento, foi

verificada por intermédio de estudo comparativo de comportamento, à compressão e à flexão, de pequenos prismas de alvenaria. As dimensões dos prismas e os procedimentos de ensaio obedeceram ao disposto na ASTM C-349 (2008), para os prismas ensaiados à compressão, e ASTM C-348 (2008), para os prismas ensaiados à flexão (Figuras 1 e 2). Uma máquina universal de ensaios, com capacidade para 1.000 kN e precisão de 10 N, foi empregada para ensaio dos prismas à compressão e à flexão.

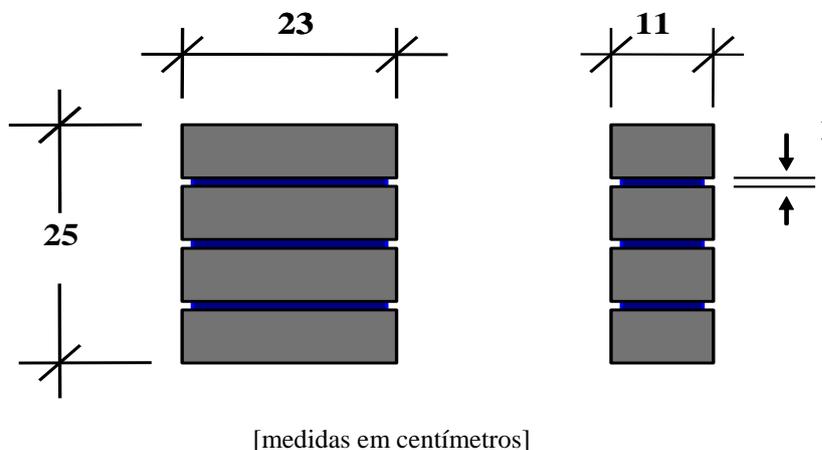


FIGURA 1. Características geométricas dos prismas avaliados. **Geometrical characteristics of the prisms evaluated.**

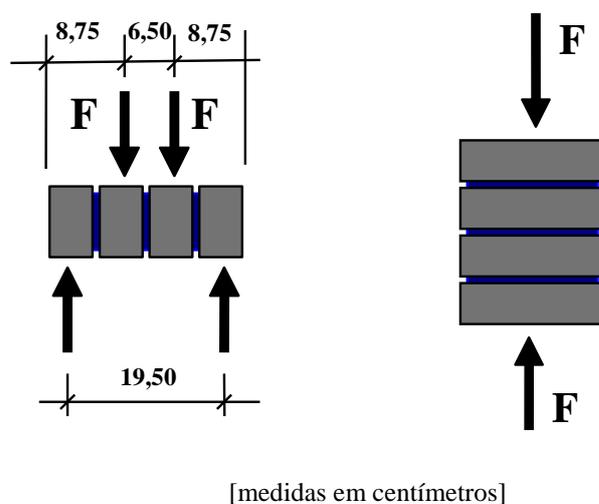


FIGURA 2. Esquema de ensaio à flexão e à compressão dos prismas. **Test scheme to bending and compression of the prisms.**

O teor de cimento ideal, em peso, foi determinado através do ensaio de compactação (NBR 12023; ABNT, 1990) e ensaio de compressão simples (NBR 12025; ABNT, 1990). Assim, o teor de cimento ideal para este solo para a fabricação dos tijolos foi de 8%. Em volume, esta relação foi de 1:10, ou seja, dez partes de solo para 1 parte de cimento. O cimento utilizado foi o CP-II-E-32 (NBR 11578, 1991).

Empregando-se mistura de solo, cimento e água, os tijolos de solo-cimento foram fabricados e compactados em prensas, com acionamento manual, na umidade ótima obtida no ensaio de compactação. Os tijolos foram moldados com dimensões correspondentes a 23 centímetros de comprimento, 11 cm de largura e 5,5 cm de altura. Após a moldagem, os tijolos foram submetidos à cura úmida durante 56 dias.

A argamassa usual foi utilizada no traço, em volume, 1:2:9 (cimento+cal+areia média); a argamassa de solo-cimento foi confeccionada nos traços 1:6, 1:8 e 1:10, também em volume.

A cola foi utilizada de três maneiras: três, seis e nove filetes como forma de variação da quantidade de cola na execução dos prismas. A padronização dos filetes foi determinada pesando-se o tijolo antes e depois da aplicação da cola sobre os tijolos. Neste caso, considerando-se uma altura-padrão de 1 mm, cada filete correspondia a uma largura de espalhamento de 10 mm, tomada paralelamente à largura do elemento de alvenaria.

Portanto, foram estudados quatro tipos de argamassa de assentamento (usual e solo-cimento) e três quantidades de cola (um, dois e três filetes). Para cada argamassa de assentamento e para cada número de filetes utilizados, foram executados, por pedreiro experiente, dezesseis prismas. Destes dezesseis prismas, dez foram ensaiados à flexão (cinco aos sete dias de idade e cinco aos 28 dias) e seis à compressão (três aos sete dias e outros três aos 28 dias de idade). No total, foram ensaiados 112 prismas. O mesmo solo foi utilizado na produção dos tijolos e das argamassas de solo-cimento.

As juntas de assentamento foram executadas com espessura constante de 1 cm (argamassa usual e argamassas de solo-cimento). Este valor teve pouca variação, em virtude da constância de dimensões apresentada pelos elementos de alvenaria; constância esta usual na alvenaria de solo-cimento.

Os tijolos foram mergulhados em água por cerca de 10 minutos, antes da execução dos prismas, como forma de abrandar o efeito de sucção inicial desses elementos de alvenaria.

Após 56 dias de cura, foram confeccionados os prismas, uma vez que a resistência à compressão dos tijolos não fazia parte dos parâmetros variáveis neste estudo. Uma vez executados, os prismas foram mantidos no interior do Laboratório durante 14 dias, idade do ensaio, proporcionando aos mesmos cura ao ar.

Solo, tijolos maciços e argamassas de assentamento foram caracterizados em relação às propriedades de interesse nesta pesquisa. Para o solo, foi verificada a aptidão para a estabilização com o cimento (NBR 12253; ABNT, 1992). Para os tijolos maciços, foram determinadas as resistências à compressão simples e à absorção de água (NBR 8492; ABNT, 1982). Já para as argamassas de assentamento, foram caracterizadas quanto à consistência inicial (NBR 13276; ABNT, 2005), retenção de água de amassamento (NBR 13277; ABNT, 2005) e resistência à compressão (NBR 13279; ABNT, 2005).

Para analisar estatisticamente os dados obtidos neste trabalho, foi utilizado o software *STATGRAPHICS PLUS*, versão 5.1. A comparação das médias foi feita por meio do teste de Tukey, a 5% de significância.

RESULTADOS

Caracterização do solo

Na Tabela 1, apresenta-se uma síntese dos resultados dos principais ensaios laboratoriais, desenvolvidos pela Mecânica dos Solos, para a correta caracterização e classificação do solo para o emprego na execução de tijolos e argamassas de assentamento.

TABELA 1. Caracterização do solo. **Soil characterization.**

Parâmetros	Resultados
Teor de argila	20%
Teor de silte	20%
Teor de areia	60%
Limite de liquidez	20,5%
Limite de plasticidade	14,0%
Índice de plasticidade	6,5%
Peso específico aparente seco máximo do solo	1,94 g cm ⁻³
Umidade ótima na compactação do solo	10,3%
Peso específico aparente seco máximo do solo-cimento	1,98 g cm ⁻³
Umidade ótima de compactação do solo-cimento	10,9%
Classificação do solo	Argilossilte Arenoso

Caracterização dos tijolos de solo-cimento

Os tijolos foram caracterizados quanto à resistência à compressão e quanto à absorção de água, nas idades de 7; 14; 21; 28; 56 e 210 dias de idade. Foram coletadas 26 amostras de tijolos para cada lote e selecionadas 20 delas para a determinação da resistência à compressão (10 amostras) e absorção de água (10 amostras). Nas Figuras 3 e 4, são apresentados os resultados destes ensaios, considerando a norma NBR 8492 (ABNT, 1982).

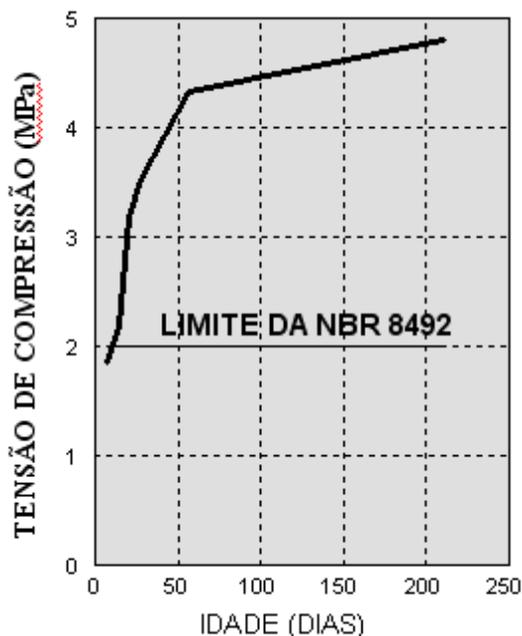


FIGURA 3. Evolução da resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento com a idade.
Evolution of the compressive strength of cement soil bricks with the age.

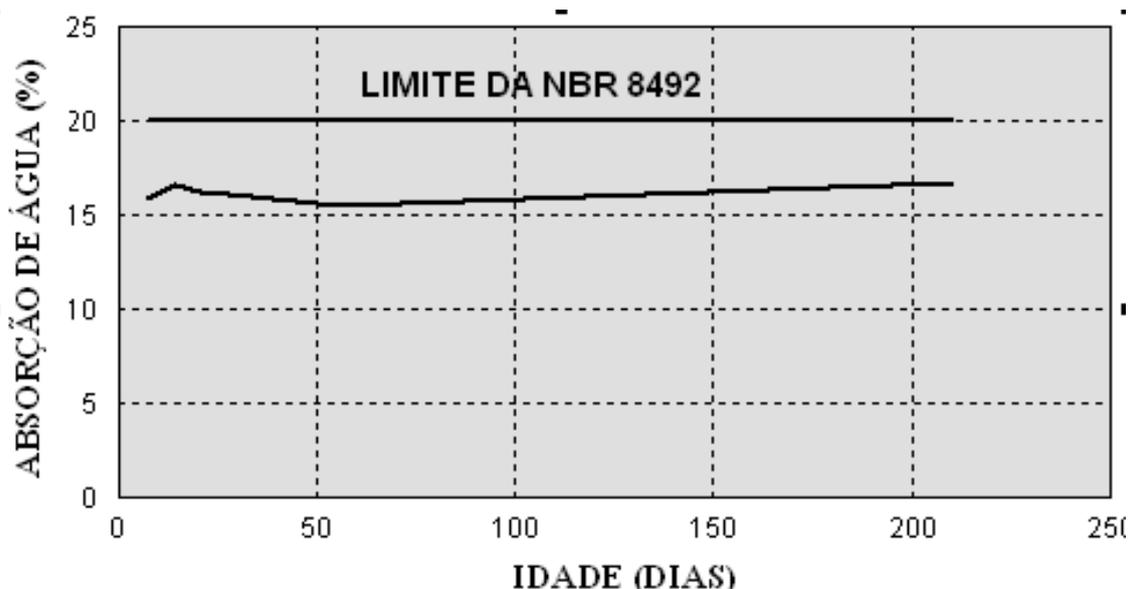


FIGURA 4. Absorção de água dos tijolos de solo-cimento em função da idade de fabricação. **Water absorption of cement soil bricks according to the age of manufacture.**

Caracterização das argamassas de assentamento

Na Tabela 2 e na Figura 5, a seguir, são apresentados resultados da caracterização das argamassas de assentamento utilizadas nesta pesquisa.

A consistência das argamassas de assentamento foi indiretamente influenciada pela trabalhabilidade considerada como satisfatória, segundo a avaliação do pedreiro, que era experiente e habilitado para tal. Uma vez determinada esta trabalhabilidade ideal e, conseqüentemente, a quantidade de água nas misturas, foram caracterizadas as argamassas de assentamento em relação à capacidade de retenção de água, consistência inicial e resistência à compressão simples, aos 7 e 28 dias de idade.

TABELA 2. Caracterização das argamassas de assentamento. **Characterization of mortars.**

Parâmetros	Misturas			
	1:2:9	1:6	1:8	1:10
Cimento (litros)	1	1	1	1
Cal (litros)	2	-	-	-
Areia (litros)	9	-	-	-
Solo (litros)	-	6	8	10
Água (litros)	3,1	2,0	3,5	5,1
Consistência inicial (mm)	268	273	259	238
Consistência final (mm)	232	253	247	228
Retenção de água (%)	75	86	91	91
Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	0,92	2,38	2,20	0,76
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	2,00	2,72	2,32	1,10

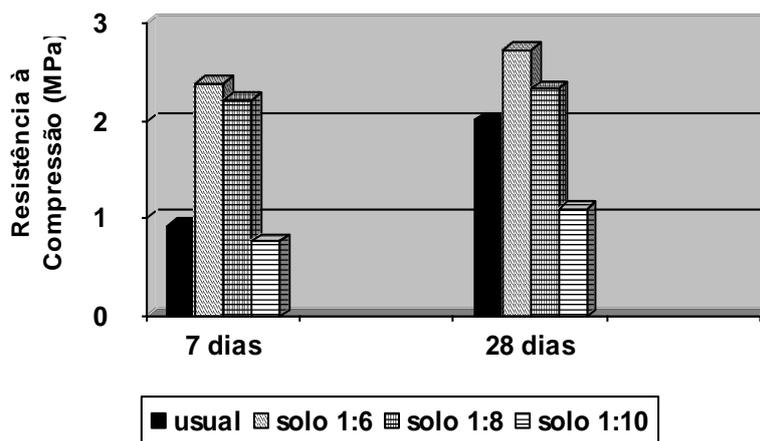


FIGURA 5. Resistência à compressão das argamassas aos 7 e 28 dias de idade. **Compressive strength of mortars at 7 and 28 days old.**

Ensaio à compressão e à flexão dos prismas de alvenaria

Os resultados obtidos nos ensaios dos prismas de alvenaria de solo-cimento, assentados com argamassa usual, argamassas de solo-cimento e com cola, estão apresentados nas Figuras 6 e 7, e na Tabela 3.

TABELA 3. Resultados dos ensaios dos prismas à compressão e à flexão. **Compressive and flexural results of the prisms.**

Resistências	Resultados em função dos traços das argamassas e quantidade de cola						
	1:2:9	1:6	1:8	1:10	1 filete	2 filetes	3filetes
Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	1,75	1,96	1,90	1,76	2,60	2,70	2,70
Desvio-padrão (Sd)	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	2,01	2,13	2,05	1,83	2,70	2,73	2,80
Desvio-padrão (Sd)	0,05	0,03	0,05	0,04	0,02	0,03	0,01
Resistência de aderência na flexão aos 7 dias (MPa)	0,08	0,06	0,05	0,04	0,08	0,12	0,18
Desvio-padrão (Sd)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Resistência de aderência na flexão aos 28 dias (MPa)	0,08	0,07	0,05	0,04	0,08	0,13	0,18
Desvio-padrão (Sd)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

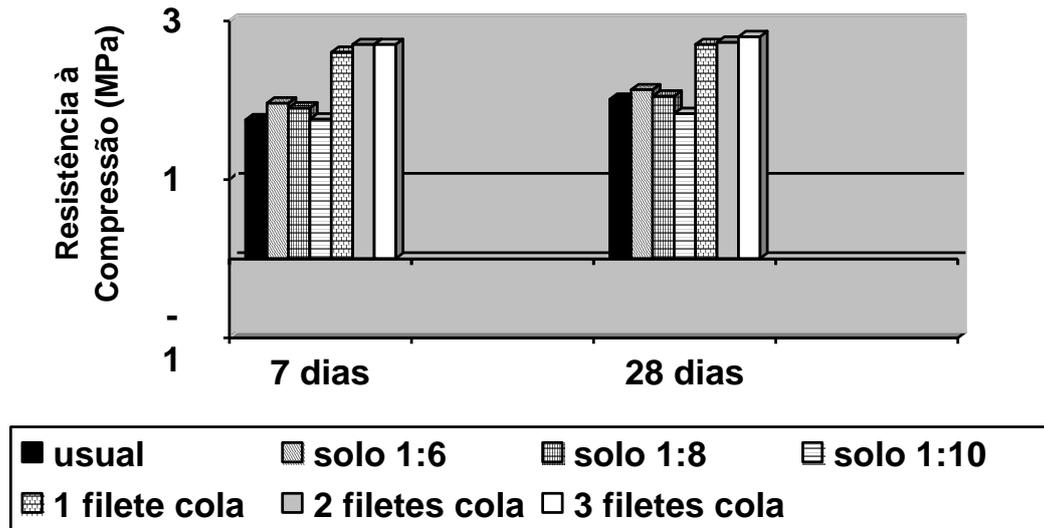


FIGURA 6. Resistência à compressão dos prismas de alvenaria. **Compressive strength of masonry prisms.**

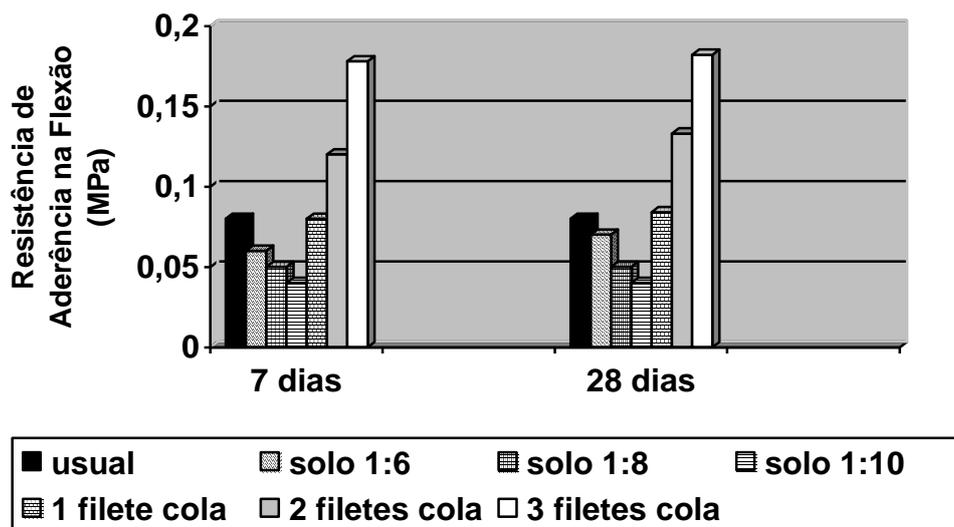


FIGURA 7. Resistência de aderência na flexão dos prismas de alvenaria. **Bond strength in bending of masonry prisms.**

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Resistência à compressão dos tijolos maciços de solo-cimento

Neste trabalho, foi constatado que o incremento da resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento é elevado nos primeiros meses que sucedem sua fabricação, e que esta resistência pode continuar a crescer, consideravelmente, até o primeiro ano de fabricação dos tijolos (Figura 3). Esse incremento foi de 71% dos sete aos 28 dias, de 135% dos sete aos 56 dias e de 160% dos sete aos 210 dias de idade de fabricação dos tijolos.

Pela Figura 3, pode-se observar que essa taxa de crescimento da resistência à compressão é elevada até, aproximadamente, os 56 dias de idade de fabricação dos tijolos. A partir dessa idade, esta taxa torna-se bem menor.

O emprego de tijolos em idades tenras pode mascarar resultados onde se imaginava que a resistência à compressão dos tijolos seria constante no intervalo em avaliação.

Sendo assim, pode-se recomendar, com base nos resultados desta pesquisa, que tijolos de solo-cimento empregados em trabalhos científicos, onde se deseja que o parâmetro “resistência à compressão dos tijolos” não seja influente, tenham 56 dias de idade ou até mais; idade esta, a partir da qual, não é significativo o incremento de resistência à compressão.

Vale observar que os prismas deste trabalho foram executados com tijolos de solo-cimento com 56 dias de idade.

Resistência à compressão dos prismas de alvenaria de solo-cimento

A avaliação do comportamento à compressão dos prismas de alvenaria de solo-cimento (Figura 6) evidenciou a pequena influência, nesta resistência, da idade de ensaio dos prismas, da resistência à compressão da argamassa de assentamento (seja ela usual ou de solo-cimento) e da quantidade de cola. É válido observar que estes resultados estão de acordo com o relatado em trabalhos internacionais nesta linha de pesquisa (REDDY & GUPTA, 2006).

Nas idades de ensaios dos prismas, tomadas como sete e 28 dias, para um nível de confiança de 95% para o teste de Tukey, verificou-se que há diferença estatisticamente significativa entre eles. Prismas ensaiados aos 28 dias de idade - tenham sido eles executados com argamassa usual, argamassa de solo-cimento ou com a cola - apresentaram variação entre 5% e 15% nos valores de resistência à compressão daqueles ensaiados aos sete dias.

Vale observar que, neste caso, o resultado evidenciado no parágrafo anterior já era esperado, uma vez que o valor de mais influência na resistência à compressão dos prismas é a resistência à compressão das unidades de alvenaria. Este valor foi mantido constante neste trabalho, ao fabricarem-se prismas com tijolos de solo-cimento com mais de 56 dias de idade.

No caso da resistência à compressão das argamassas de assentamento, deve ser evidenciado que os prismas executados com argamassas de solo-cimento, para os três traços avaliados (1:6, 1:8 e 1:10), mostraram comportamento similar à compressão em relação aos prismas executados com argamassa usual.

Nos prismas executados com argamassa de assentamento de solo-cimento, uma variação de 270% na resistência à compressão das argamassas correspondeu a um aumento na resistência à compressão do prisma de somente 20%, corroborando outros pesquisadores, que a resistência à compressão da argamassa de assentamento apresenta pouca influência no comportamento à compressão de prismas de alvenaria (SARANGAPANI et al., 2002).

Entretanto, vale ser ressaltada a eficiência superior, em relação à compressão, dos prismas executados com cola em relação aos prismas assentados com argamassa, seja ela usual, seja de solo-cimento. Em relação à resistência à compressão das unidades de alvenaria, o decréscimo de resistência à compressão dos prismas foi de 55%, para aqueles executados com argamassa (seja de solo-cimento, seja usual), e da ordem de 33%, para os prismas executados com cola.

Esta eficiência superior da cola, relatada no parágrafo anterior, pode ser explicada pela conformação geométrica do tijolo de solo-cimento. O resultado final da prensagem da mistura de solo e cimento em fôrmas metálicas produz um elemento (tijolo), cuja variação nas dimensões é insignificante e cujas faces planas propiciam o assentamento com cola.

Em relação à cola à base de PVA, pôde-se constatar que o número de filetes apresentou diferença estatisticamente significativa sobre o valor da resistência à compressão dos prismas, tanto aos sete quanto aos 28 dias de idade. Entretanto, para a idade ideal de utilização (28 dias), observou-se que, entre os painéis com 1 filete e 2 filetes de cola, não há diferença estatisticamente significativa, mas ambos apresentam diferença estatística quando comparados com painéis de 3 filetes.

Resistência de aderência na flexão dos prismas de alvenaria de solo-cimento

Em relação às argamassas de assentamento utilizadas nesta pesquisa, pôde-se constatar que, para os diferentes traços, há diferença estatisticamente significativa sobre o valor da resistência de aderência na flexão dos prismas, tanto aos sete quanto aos 28 dias de idade. Entretanto, a argamassa de solo-cimento com traço 1:6 não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada com a argamassa-padrão (1:2:9). Portanto, utilizar argamassa de solo-cimento para assentamento de tijolos é viável tecnicamente, pois apresenta a mesma resistência que a argamassa usual e economicamente, porque dispensa o uso da cal. Assim, comprova-se o observado por outros pesquisadores, que quanto maior o consumo de aglomerante nas argamassas de assentamento, maior a resistência de aderência na flexão para os prismas (RAO et al., 1996; REDDY |& AJAY, 2006; REDDY & VYAS, 2008).

Da mesma forma, no caso dos prismas executados com cola, observou-se que o número de filetes mostra relação direta com a resistência de aderência na flexão. Os prismas executados com cola, em 3 filetes, foram os de melhor comportamento resistente à flexão dentre todos os tipos de assentamento avaliados. Nestes prismas, toda a superfície de contato entre os elementos de alvenaria foi, praticamente, preenchida com a cola.

Deve-se destacar a eficiência da cola no comportamento à flexão dos prismas avaliados. Prismas executados com apenas um filete de cola tiveram comportamento de resistência à flexão iguais aos prismas executados com argamassa usual, sendo que esta resistência à flexão teve seu valor dobrado para prismas assentados com 3 filetes de cola.

No que diz respeito à eventual substituição da argamassa usual por argamassa de solo-cimento, resta observar que somente os prismas executados com argamassa de solo-cimento no traço 1:6, tiveram resistência de aderência na flexão próxima àquela obtida para os prismas executados com argamassa usual.

CONCLUSÕES

Para utilização deste material em construções rurais e civis, onde se deseja que o parâmetro “resistência à compressão dos elementos de alvenaria de solo-cimento” não influencie nos resultados, devem-se utilizar elementos de alvenaria com mais de 56 dias de idade.

Argamassas de solo-cimento no traço, em volume de 1:6 (cimento+solo), podem substituir argamassa usual no traço, em volume de 1:2:6 (cimento+cal+areia), no assentamento de paredes de alvenaria de tijolos maciços de solo-cimento.

A cola à base de PVA pode substituir, com substancial incremento de capacidade resistente tanto à compressão quanto à flexão, argamassas de solo-cimento e argamassa usual (cimento+cal+areia).

Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa podem contribuir para respaldar cientificamente o que já vem ocorrendo na prática construtiva de alvenarias de solo-cimento: o assentamento com cola e com argamassas de solo e cimento.

Entretanto, é primordial a continuidade destes estudos pelo meio científico nacional. Muitas outras avaliações de desempenho das alvenarias de solo-cimento, assentadas com argamassas de solo-cimento ou com cola à base de PVA, devem ser executadas antes que esta técnica seja correntemente e corretamente empregada no setor da construção civil nacional.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8491*. Tijolo maciço de solo-cimento: especificação. Rio de Janeiro. 1984.

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8492*. Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1982.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 11578*. Cimento portland composto. Rio de Janeiro, 1991. 8 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12023*. Solo-cimento - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1990. 2 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12025*. Solo-cimento - Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1990. 2 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12253*. Solo-cimento - Dosagem para emprego como camada de pavimento. Rio de Janeiro, 1992. 4 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13276*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13277*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13279*. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005. 9 p.
- ASTM C348-08. Standard test method for flexural strength of hydraulic-cement mortars. West Conshohocken: ATM International, 2008, 6 p.
- ASTM C349. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. Philadelphia, United States, 2008, 4 p.
- ARMAN, A.; BARCLAY, R.T.; CASIAS, T.J.; CROCKER, D.A.; ADASKA, W.S.; DE GRAFFENREID, R.L.; HESS, J.R.; KUHLMAN, R.H.; MUELLER, P.E.; ROOF, H.C.; SUPER, D.W.; WINFORD, J.M.; WISSA ANWAR, E.Z. State-of-the-art report on soil cement, *ACI Materials Journal*, Detroit, v.87, n.4, p.395-417, 1990.
- FERREIRA, R.C.; GOBO, J.C.C; CUNHA, A.H.N. Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.28, n.1, p.1-11, jan./mar., 2008.
- MILANI, A.P.S; FREIRE, W.J. Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.1-10, jan./abr., 2006.
- RAO, K.V.M.; REDDY, B.V.V.; JAGADISH, K.S. Flexural bond strength of masonry using various blocks and mortars. *Materials and Structures*, London, v.29, n.2, p.119-124, 1996.
- REDDY, B.V.V.; AJAY, G. Tensile bond strength of soil-cement block masonry couplets using cement-soil mortars. *Journal of Materials in Civil Engineering*, New York, v.18, n.1, p.36-45, 2006.
- REDDY, B.V.V.; GUPTA, A. Strength and elastic properties of stabilized mud block masonry using cement-soil mortars. *Journal of Materials in Civil Engineering*, New York, v.18, n.3, p.472-475, 2006.
- REDDY, B.V.V.; VYAS, CH.V.U. Influence of shear bond strength on compressive strength and stress-strain characteristics of masonry. *Materials and Structures*, London, v.41, n.10, p.1.697-1.712, 2008.

SARANGAPANI, G.; REDDY, B.V.V., JAGADISH, K.S. Structural characteristics of bricks, mortars and masonry. *Journal of Structural Engineering*, Madras, v.29, n.2, p.101-107, 2002.

SINHA, B.P. Factors Affecting the Brick/Mortar Interface Bond Strength. *International Journal of Masonry Construction*, v.3, n.1, 1983.

SOUZA, I.B.M.; SEGANTINI, A.A.S.; PEREIRA, A.J. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.2, p.205-212, 2008.

TAVEIRA, E.S.N. *O solo-cimento no campo e na cidade: construir, morar, habitar*. 2.ed. São Paulo: Ícone Editora, 1987. 183 p. (Coleção Brasil Agrícola).

THOMAZ, E. *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.