



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO ADOBE COM INCORPORAÇÃO DE “BABA DE CUPIM SINTÉTICA”

Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa¹, Raquel Maria de Souza², Matheus Pelossi Grillo³, Danilo Wisky Silva⁴, Thiago de Paula Protásio⁵, Lourival Marin Mendes⁶

¹ UFLA- Universidade Federal de Lavras Campus Universitário Caixa Postal 3037
CEP 37200-000 Lavras-MG Brasil

Tel: (+55) 35 3829-1436 UEPAM Fax (+55) 35 3821-4753

¹deiacor@uaigiga.com.br; ²rsouza@engambiental.ufla.br; ³mtsgrillo@engambiental.ufla.br;

⁴danilowisky@hotmail.com; ⁵depaulaprotasio@gmail.com; ⁶lourival@dcf.ufla.br

Palavras-chave: “baba de cupim sintética”, estabilização química, adobe.

Resumo

A alvenaria com adobe, muito utilizada no Brasil colônia, vem sendo revitalizada na atualidade devido principalmente às questões ambientais e de sustentabilidade. Fatores como conforto térmico, consumo mínimo de energia, e economia contribuem para esta escolha. Entretanto desafios como absorção de água e baixa resistência mecânica são parâmetros que merecem ser estudados para proporcionar uma edificação segura e sem patologias futuras.

O solo, componente essencial do adobe, deve ser investigado quanto às suas características mineralógicas, granulométricas e plásticas. Assim define-se a viabilidade como matriz do tijolo, e como será sua utilização ideal: “in natura”, com correção granulométrica, e/ou estabilização. É importante além de considerar o incremento de suas propriedades avaliar se a escolha não irá acarretar danos ambientais.

A natureza apresenta inúmeros exemplos a serem investigados. Entre eles destaca-se o cupim como experiente construtor. As paredes de seu ninho são constituídas de solo e saliva que misturados transformam-se num material resistente e impermeável. O ambiente tem temperatura, umidade e ventilação regulados com precisão. O solo do “cupinzeiro” utilizado em bases para pavimentação melhorou sua qualidade. Observando este fato empresas brasileiras pesquisaram a “baba do cupim” e criaram o estabilizante químico do solo correspondente. Existem poucos estudos com finalidade construtiva para este aditivo, são principalmente referentes ao solo compactado em paredes de taipa e BTC (bloco de terra comprimida).

O objetivo deste trabalho então foi investigar o comportamento do adobe de solo “in natura” corrigido granulometricamente com areia fina até atingir 50% (controle), e a incorporação da “baba de cupim sintética” em quatro soluções: 1:2.000; 1:1.500; 1:1.000 e 1:500 (não utilizada pelos fabricantes). O reagente escolhido foi o sulfato de alumínio 1:5.000, por tratar-se após a correção de um solo arenoso. Para a realização do experimento, o solo foi submetido a ensaios de laboratório e testes de campo de mineralogia, granulometria e consistência para sua caracterização, e classificado como Latossolo Vermelho cambissólico argiloso. As formas de madeira tiveram as dimensões 30x15x8cm. A relação entre concentração do estabilizante e quantidade de água foi inversamente proporcional. Os cinco tratamentos foram submetidos ao ensaio de contração. Após o período de cura os adobes foram avaliados quanto às propriedades mecânicas (resistência a compressão e flexão) e físicas (densidade, contração, capilaridade e absorção de água). Os dados do experimento foram analisados pela análise de variância e do teste de Tukey, ambos a 5% de significância. O delineamento foi inteiramente casualizado utilizando o software SISVAR 4.2. Os resultados demonstraram que a incorporação da “baba de cupim sintética” foi eficiente para ambas as propriedades, destacando-se o tratamento 1:500 e 1:1500 para as parâmetros físicos e mecânicos respectivamente.

1. INTRODUÇÃO

O setor de construção é uma das atividades mais impactantes ao ambiente. A descoberta do cimento contribuiu de forma vertiginosa para a evolução do setor, mas em contrapartida desencadeou uma série de problemas. Diante desta constatação pesquisadores investigam materiais não convencionais já certificados pela história aprimorando suas propriedades e

ampliando suas aplicações. O interesse pela pesquisa e utilização do solo como material construtivo evolui em diversos países. No Brasil não é diferente, aliando a investigação científica com a "sabedoria popular" cada vez mais escassa, surgem novas tecnologias e produtos que valorizam o uso da terra na construção.

O ambiente construído com adobe tem excelente conforto térmico, mas características como a baixa resistência mecânica dos tijolos e a absorção de água merecem especial atenção dos pesquisadores. Esta tecnologia aparentemente simples envolve diversos fatores para obter bons resultados. Quanto ao solo, elemento principal da composição, é importante conhecer suas características mineralógicas, granulométricas e plásticas. Outros parâmetros como quantidade de água na mistura, processos de produção e cura são também importantes. Com este conhecimento é possível avaliar a viabilidade ou não do solo e quais as possibilidades de melhorar suas propriedades. A estabilização pode ser feita com diversos produtos e procedimentos como cimentação, armação, impermeabilização e tratamentos químicos.

A natureza aponta várias soluções. Entre elas está o "cupinzeiro" que fica exposto ao tempo e resiste às intempéries. A saliva do cupim misturada ao solo melhora significativamente suas propriedades coesivas e de impermeabilização aumentando sua resistência. Observando este fenômeno empresas brasileiras desenvolveram a "*baba de cupim sintética*" que tem aplicação na estabilização do solo como base em rodovia. Existem poucos estudos com finalidade construtiva para este aditivo, são principalmente referentes ao solo compactado em paredes de taipa e BTC (bloco de terra comprimida). O produto escolhido denominado *Dynasolo DS-328®* é um aditivo químico à base de óleos vegetais, líquido e solúvel em água, não tóxico, com propriedades hidrofóbicas e coesivas. Com estas características e ampla utilização em solo compactado despertou interesse para utilização no adobe. Portanto, este trabalho teve como objetivo comparar o adobe produzido sem e com incorporação da "*baba de cupim sintética*" em quatro concentrações diferentes: 1:2000; 1:1500; 1:1000 e 1:500 para avaliar suas propriedades físicas e mecânicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Construções feitas com adobe apresentam, entre outras qualidades, excelente conforto térmico. Segundo Holman (1989) e Karlekar (1990) apud Piñón et al (2007), sua condutividade térmica está entre 0,5 W/m°C e 0,7 W/m°C, enquanto o bloco de concreto tem de 1,4 W/m°C a 1.6 W/m°C. O consumo de energia é menor que 0,2 MJ/kg (Gupta, 2000).

A baixa resistência e absorção de água (AA), além da falta de normas técnicas brasileiras que padronizem procedimentos e parâmetros para propriedades físicas e mecânicas, são desafio para pesquisadores. A NBR 8492 (ABNT, 1984) recomenda $AA \leq 18\%$ para tijolos de solo-cimento. A absorção de água em adobes foi estudada por Varum et al (2007) e Faria (2002). O primeiro pesquisador comparou dois tipos de adobes utilizados em construções de Angola e encontrou aumento de peso de 17% e 26% após seis horas de imersão. O segundo em investigação sobre a utilização de macrófitas aquáticas em diferentes quantidades obteve variação entre 24,88% e 31,76%.

A resistência à compressão dos adobes é um dos principais parâmetros pesquisados. Existe uma grande variação nos resultados obtidos devido a diversos fatores: características do solo; quantidade de água adicionada; tipo de estabilização; cuidados na produção; e método de cura. Em média entre 0,6 MPa à 2,0 MPa (Barbosa; Ghavami, 2007). Em pesquisa realizada por Piñón et al (2007) a resistência à compressão aumentou de 1,2 MPa para 2,2 MPa quando os adobes foram estabilizados com adição de dodecilamina e emulsão de asfalto. Já a resistência à flexão é um parâmetro que tem sido pouco investigado e apresenta resultados inferiores à compressão. Em adobes com dimensões 29 cm x14 cm x10 cm em latossolo vermelho amarelo distrófico médio, argiloso e muito argiloso os resultados médios foram 0,11 MPa, 0,14 MPa e 0,16 MPa (Corrêa et al, 2006).

A "*baba de cupim sintética*" (DS-328®), segundo seus fabricantes, atua como um catalizador, promovendo e facilitando a troca iônica e permitindo maior coesão entre as

partículas finas dos solos, impermeabilizando-as. Sua forte ação aglutinante é devido ao fenômeno da troca de base, ocorrendo uma atração maior entre as superfícies das partículas das argilas, com a consequente floculação e decantação das mesmas, não permitindo sua lixiviação da composição estrutural do solo tratado. Quando se introduz, pequenas quantidades do produto em água, ativam-se os íons H^+ e $(OH)^-$ da água que provocam um intercâmbio de suas cargas elétricas com as partículas de solo, provocando na água absorvida um rompimento do enlace eletroquímico, desprendendo-as e convertendo-as em água livre, a qual drena por gravidade, evaporação e compactação. Esta reação eletroquímica de troca iônica provoca a aproximação das partículas, é estável e permanente. O DS-328® foi estudado em BTCs na concentração 0,1% (1:1000) em peso de solo seco com cimento CP V-ARI (cimento Portland de alta resistência inicial) como reagente. A composição granulométrica do solo era de 18,2% de argila, 5,3% de silte e 76,5% de areia (Faria et al., 2012). Analisando os resultados, os autores inferiram que houve um aumento considerável na resistência a compressão com o uso deste aditivo. Com 1% e 3% de cimento como reagente obtiveram acréscimo de 125% e 35% respectivamente.

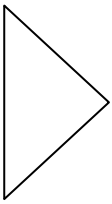
3. METODOLOGIA

A amostra de solo foi coletada no horizonte BC no município de Lavras, estado de Minas Gerais, Brasil. Os ensaios foram realizados nos laboratórios dos departamentos de Ciência do Solo, Fitopatologia e Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A caracterização foi feita por testes de campo: identificação visual e tátil (Enteich, 1963), contração linear (Ruiz; Luna, 1983), lavagem do solo (Milanez, 1958) e ensaios de laboratório: difração de raios-X (Resende et al., 2005), análise granulométrica (Day, 1965), limites de consistência (EMBRAPA, 1997) e metodologia modificada para limite de contração (Dias Jr.; Miranda, 1998). Os resultados para densidade do solo, densidade de partículas e volume total de poros foram: $D_s=1,42 \text{ kg/dm}^3$, $D_p=2,62 \text{ kg/dm}^3$ e $VTP = 45,8\%$. A classificação do solo foi Latossolo Vermelho cambissólico argiloso (EMBRAPA, 1997) com caulinita que é argila pouco expansiva (estrutura 1:1). Para produção de adobes o ideal é utilizar solo arenoso, portanto foi feita correção granulométrica em peso seco com areia fina até atingir 50%. A quantidade de areia foi determinada por cálculo matemático: para cada kilo de solo “in natura” seco foram adicionados 412 gramas de areia seca. Na tabela 1 estão os resultados da composição granulométrica e limites de consistência antes e após a correção.

Tabela 1. Granulometria e limites de consistência inicial do solo e após a correção com areia

		inicial (%)	final (%)
Granulometria	argila	40	23
	silte	45	27
	areia	15	50
Limites de Consistência	LL	56,76	55,44
	LP	42,58	34,58
	LC	26,64	21,67

A “baba de cupim sintética” é um produto com densidade de $1,035\text{g/cm}^3$ à 25°C , pH (solução a 1%) de 10,5, coloração verde e vida útil de 15 anos desde que devidamente acondicionada. Para o cálculo das concentrações seguiu-se a orientação dos fabricantes do estabilizante acrescentando o tratamento 1:500. A quantidade de solo seco estimada para cada tratamento foi calculada considerando em média a produção de 25 adobes. As concentrações foram então: 1:2.000; 1:1.500; 1:1.000 e 1:500 que correspondem à 0,05; 0,07; 0,10, e 0,20% de aditivo. O reagente utilizado foi o sulfato de alumínio a 1:5000 para todas as proporções de acordo com as instruções de fabricante. Como o cálculo da dosagem foi feito considerando a massa de solo seco, foi determinada a umidade higroscópica inicialmente. O adobe produzido sem aditivo (controle) foi comparado com os outros tratamentos quanto às propriedades físicas e mecânicas de acordo com o plano experimental apresentado na figura 1.

TRATAMENTOS		ENSAIOS	
T1S	solo corrigido (controle)		compressão (NTE.080, 2000)
T2A	solo corrigido + <i>DS-328</i> [®] 1: 2000*		flexão (ASTM D-790 adaptada)
T2B	solo corrigido + <i>DS-328</i> [®] 1: 1500*		absorção de água (Varum et al, 2007)
T2C	solo corrigido + <i>DS-328</i> [®] 1: 1000*		capilaridade (Varum et al, 2007)
T2D	solo corrigido + <i>DS-328</i> [®] 1: 500*		contração (Ruiz; Luna, 1983)

* reagente sulfato de alumínio 1:5000

Figura 1. Plano experimental

Os adobes foram produzidos nas dimensões 30 cm x15 cm x8 cm nas proporções determinadas pela NTE.080 (2000), em formas duplas de madeira. Estas foram imersas em água e em caixa de areia para facilitar o desmolde. Para cada tratamento os procedimentos para produção foram: pesagem do solo; colocação em estrado de madeira; adição da solução de “*baba de cupim sintética*” e reagente separadamente com quantidade de água complementar até a umidade próxima da ideal, dividida entre as duas soluções; homogeneização com os pés e “maromba”. A “cura” foi em superfície plana com uma fina camada de areia em local coberto até completa secagem. Os dados do experimento foram analisados pela análise de variância e teste de Tukey, ambos a 5% de significância. O delineamento foi inteiramente casualizado utilizando o software SISVAR 4.2 (Ferreira, 2011).

A umidade inicial para a mistura foi correspondente ao LP. Os testes de campo da Queda da bola (Barbosa et al, 2005) e “teste da varilla” (Ruiz; Luna, 1983) foram executados até atingir a quantidade ideal de água na mistura. Definida esta quantidade, amostras foram retiradas e aferidas pela estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ com três repetições.

Para o teste de contração, foram utilizadas amostras da “maseira de adobe” na umidade ideal em cada tratamento. Estas foram colocadas em formas de madeira com fundo nas dimensões 10 cm x2 cm x2 cm com cinco repetições. Após sete dias foi medida a contração longitudinal, lateral e na espessura, observando-se também a presença de fissuras.

O teste de absorção de água (AA) seguiu metodologia modificada (Varum et al, 2007). Os adobes foram serrados ao meio em seis repetições. As amostras foram pesadas antes do teste e seis horas após imersão em água. Para o cálculo da massa total após seis horas de imersão, acrescentou-se a perda de massa seca (estufa $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) que ficou depositada no fundo das bandejas (47 cm x32 cm x 9 cm). A absorção de água (AA) e a perda de massa (pm) foram determinadas pelas equações:

$$AA(\%) = \frac{[(\text{massa}_{6h} + \text{perda de massa}) - \text{massa}_{\text{inicial}}]}{(\text{massa}_{6h} + \text{perda de massa})} * 100$$

$$pm(\%) = \frac{(\text{perda de massa})}{\text{massa inicial}} * 100$$

O teste de capilaridade seguiu metodologia modificada com tres repetições (Varum et al, 2007). A quantidade de água foi de 400 ml/bandeja (47 cm x32 cm x9 cm) correspondeu a 0,6 cm de altura sem a presença das amostras (adobes). Estas foram colocadas na bandeja e a água foi derramada na superfície em seguida. Após uma hora, a altura atingida pela água foi medida em quatro repetições de cada amostra (duas larguras e dois comprimentos). O material que ficou depositado no fundo da bandeja foi retirado e seco em estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para cálculo da perda de massa seca. A densidade do adobe foi calculada com dez repetições, medindo-se o comprimento, largura e altura dos tijolos antes dos ensaios de compressão e flexão.

Os ensaios de resistência mecânica foram realizados na máquina universal EMIC do Depto. de Ciências Florestais da UFLA após 40 dias de “cura”. A resistência à compressão foi determinada com seis repetições. Os adobes foram serrados ao meio, pesados e medidos

antes do ensaio. As metades foram unidas utilizando-se argamassa para assentamento em traço solo:cal 1:4. Após secagem da primeira camada de regularização foram aplicadas outras duas demãos com traço mais forte solo:cal 1:2 para acabamento da superfície de contato. A célula de carga utilizada foi de 2 kN com velocidade constante de 1,2 mm/min. Foram avaliados os seguintes parâmetros: tensão no colapso; tensão na força máxima; força máxima; módulo de elasticidade; energia; energia de colapso; e limite de proporcionalidade. O ensaio de flexão em tres pontos foi realizado com quatro repetições. Os adobes foram pesados e medidos antes do ensaio. A distância entre dois pontos foi de 240 mm. A célula de carga utilizada foi de 1 kN com velocidade constante de 1,2 mm/min. Foram avaliados os seguintes parâmetros: tensão no colapso; tensão na força máxima; força máxima; e módulo de elasticidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abordagem a seguir destaca os principais resultados das propriedades físicas e mecânicas, avaliando o comportamento do estabilizante químico nos tratamentos propostos.

4.1. Propriedades físicas

As medidas das dimensões dos adobes demonstram que houve redução na contração quando a concentração do produto aumentou. O aumento de massa e volume foi proporcional ao acréscimo do DS-328®. Entretanto nos resultados do cálculo de densidade apenas o tratamento T2D apresentou aumento representativo (3%).

Tabela 2. Resultados médios de densidade

Resultados médios de densidade (g/cm ³)						
Tratamentos	comprimento (cm)	largura (cm)	altura (cm)	volume (cm)	massa (g)	densidade (g/cm ³)
T1S	27,2	13,6	7,4	2741	4826	1,763
T2A	27,8	13,9	7,5	2892	4991	1,729
T2B	27,6	13,9	7,7	2955	5121	1,734
T2C	27,5	13,9	7,7	2958	5238	1,772
T2D	27,6	14,2	7,5	2940	5337	1,817

No teste de contração, os resultados foram semelhantes às medidas nos adobes após a “cura”. O tratamento T1S (controle) quando comparados aos outros tratamentos teve contração um pouco superior. O aparecimento de 1 fissura em 3 repetições do tratamento T2D não comprometeu a qualidade dos adobes produzidos, que tiveram os melhores aspectos visuais. Os resultados de contração (%) para os tratamentos T1S, T2A, T2B, T2C e T2D foram respectivamente 7; 6,4; 6,3; 6,5; e 6,4.

No teste de absorção de água observou-se que a massa inicial dos ½ adobes aumentou com o a maior concentração de aditivo. Esta característica pode representar maior coesão entre as partículas. Não foi possível pesar as amostras do T1S porque desmancharam quando foram imersas na água. Os resultados de perda de massa quando comparados entre os tratamentos reduziram. A maior concentração de aditivo (T2D) obteve menor absorção de água (figura 2) além de maior massa. Todos os tratamentos atenderam a NBR 8492 (ABNT, 1984) para tijolos de solo-cimento (AA% ≤ 18%).

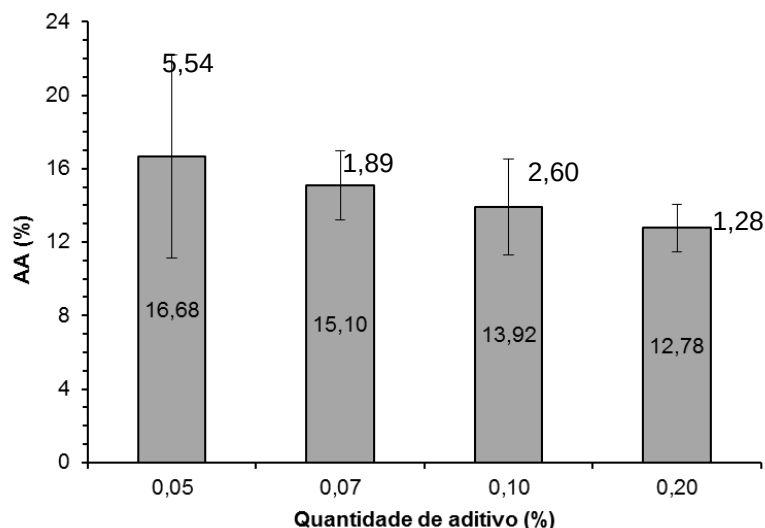


Figura 2. Resultados de AA(%) nos tratamentos T2A(0,05), T2B(0,07), T2C(0,10), T2D(0,20).

A altura de capilaridade após uma hora na superfície úmida foi maior para o T1S. A porcentagem da perda de massa decresceu com o aumento do aditivo (tabela 3).

Tabela 3. Resultados do teste de capilaridade

Resultados	Tratamentos				
	T1S	T2A	T2B	T2C	T2D
	-	1:2000	1:1500	1:1000	1:500
Massa inicial do adobe* (g)	15.311	15.549	15.156	15.869	15.990
Altura (cm)	1,68	1,38	1,43	1,23	1,09
Perda de massa seca (g)	76,09	93,60	66,99	59,29	61,92
Perda de massa seca (%)	0,50	0,60	0,44	0,37	0,39

* soma da massa seca das três amostras.

4.2. Propriedades mecânicas

No ensaio de resistência à compressão foram significativos os resultados da massa, carga máxima, e tensão máxima no nível de 10%. Entre os parâmetros avaliados para resistência à flexão apresentaram resultados significativos a massa e o módulo de elasticidade. Tanto a carga máxima como a tensão máxima para o ensaio de compressão tiveram resultados melhores em relação à flexão. Estes resultados comparados entre tratamentos foram superiores ao T1S (controle) para resistência à compressão (tabela 4).

Tabela 4. Resultados médios dos ensaios de resistência à compressão e flexão

Parâmetros	Resistência à compressão				
	T1S (controle)	T2A 1:2000	T2B 1:1500	T2C 1:1000	T2D 1:500
MOE (MPa)	43,42	37,30	58,06	37,41	52,93
Tensão máx. (MPa)	0,60	0,70	0,72	0,64	0,67
Carga máx. (N)	117,05	135,32	135,23	124,71	127,52
Massa (kg)	4,778	5,056	5,127	5,285	5,429
Parâmetros	Resistência à flexão				
	T1S (controle)	T2A 1:2000	T2B 1:1500	T2C 1:1000	T2D 1:500
MOE (MPa)	111,89	133,74	148,13	150,39	164,25
Tensão máx. (MPa)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,45
Carga máx. (N)	10,16	9,89	10,75	10,79	10,23
Massa (kg)	4,898	4,893	5,112	5,168	5,201

A correlação entre a tensão máxima de flexão e compressão variou de 67% a 78%, resultado muito superior ao estabelecido pela NZS: 4298 (1998) apud Silveira et al (2012), que determina 10% a 20% com maioria dos resultados abaixo de 30% para adobes.

A NTE E.080 (2000) estabelece resistência à compressão $\geq 0,7$ MPa, portanto os tratamentos T2B e T2C atenderam às especificações. O módulo de elasticidade (MOE) para flexão foi muito superior ao de compressão com variação de 112 MPa à 164 MPa e 43 MPa à 53 MPa respectivamente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo concluiu que a estabilização química com a incorporação da “baba de cupim sintética” melhorou as propriedades mecânicas e físicas do adobe e reduziu sua perda de massa. O tratamento T2B foi escolhido por apresentar o melhor resultado para resistência à compressão (0,72 MPa) e MOE (58,06 MPa). Quanto às propriedades físicas, o tratamento T2D apresentou melhor resultado para os testes de absorção de água (12,78%) e capilaridade (1,09 cm).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). *NBR 8492- Tijolo maciço de solo cimento:determinação da resistência à compressão e da absorção de água – método de ensaio*. Rio de Janeiro. 6p.

American Society for Testing and Materials (2007). *ASTM D790 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. Pennsylvania.

Barbosa, N. P.; Ghavami, K. (2007). Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Terra crua. In: G.C. Isaia. (Org.). São Paulo: Ibracon, vol 2, p. 1505-1557.

Barbosa, N. P.; Ghavami, K.; Gonçalves, J. S. (2005). Proposta de norma brasileira de adobe. Lima. In: *SismoAdobe. Anais*. Peru: Pontificia Universidade Católica del Perú.

Corrêa, A. A. R.; Teixeira, V.H.; Lopes, S. P.; Oliveira, M. S. (2006). Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua). In: *Ciência e Agrotecnologia V.3 no. 3*. Lavras: Editora UFLA p.503-515.

Day, P. R. (1965.) Particle fractionation and particle size analysis.1965). In: Black, C.A. ed. *Methods of soils analysis; physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling*. Madison American society of agronomy. p. 546-67.

Dias Jr., M. S.; Miranda, E. E. V. (1998). Metodologia para determinação do limite de contração modificada. In: *Ciência e Agrotecnologia V.22 no. 3*. Lavras: Editora UFLA p.503-515.

EMBRAPA (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. 2ed. 212 p.

Enteich G.; Augusto A. (1963). *Suelo-cemento. Su aplicación en la edificación*. Bogotá: Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento. 99 p.

Faria O. B., Battistelle R. A. G., Neves C. (2012). Avaliação preliminar da influência da adição de “baba de cupim” em características físicas e mecânicas de solo-cimento compactado. In: *TerraBrasil2012*. IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Fortaleza: Rede TerraBrasil; UFCE.

Faria O. B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: Um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande* (Americana-SP). Tese (doutorado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

- Ferreira D. F. (2011). Sisvar: um sistema de computador de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, vol.35, n° 6. Lavras: Editora UFLA.
- Gupta T.N. (2000). Materials for the human habitat.(2000) In: *21st century Materials Challenges*, MRS Bulletin.
- Holman, J. P. (1989). *Heat transfer*. New York: Mc Graw Hill.
- Karlekar B. V. (1990). *Heat transfer*. New York: Mc Graw Hill.
- Milanez, A. (1958). *Casa de terra: as técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo*. Santa Catarina, SESP. 122p.
- NTE E.080 - Norma Técnica de Edificación.(2000). Reglamento Nacional construcciones. Lima. Peru. p.17.
- NZS 4298:1998. Materials and workmanship for earth buildings.(1988). *Standards New Zealand*. Wellington.
- Piñón, J. P.; Durán, J. T. V.; Ramírez, A. M.; J. F. P., Robles, H. B.; Ramírez, Landaverde, M. A. H. (2007). Melhoramento das propriedades mecânicas e hidrofóbicas de adobes para indústria de edifício através da adição de agentes poliméricos. *Construção e Meio Ambiente* 42 pp.877-883.
- Resende, M.; Curi, N.; Ker, J. C; Rezende, S. B. (2005). *Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações*. Lavras: Editora UFLA. 192p.
- Ruiz L. E. H.; Luna J. A. M. (1983). *Cartilla de pruebas de campo*. Conescal, México. p.72.
- Silveira, S.; Varum, H. ; Costa, A.; Martins, T.; Pereira, H.; Almeida, J. (2012). Mechanical properties of adobe bricks in ancient constructions. In: *Construction and Building Materials*. 28. p. 36–44.
- Varum H.; Costa, A.; Silveira, D.; Carvalho, G.; Silva, L. (2007). Caracterização dos solos e adobes usados na construção los Camabatela, Angola. *Terra em Seminário 2007*, p. 94-96, Lisboa: Argumentum.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências brasileiras de fomento à pesquisa CAPES, FAPEMIG, CNPq, à rede de pesquisas RELIGAR, e à Universidade Federal de Lavras.

Currículos

Andréa Ap. Ribeiro Corrêa é Eng. Civil (PUC-MINAS,1982), especialista CNPq- Aperfeiçoamento B (UFLA,1987-90), Mestre em Construções Rurais e Ambiente (UFLA, 2003), Profa. “Lato Sensu” (GTC-UFLA/FAEPE,2002/09), Profa. Substituta (DEG-UFLA,2011) e Doutoranda bolsista CAPES em C&TM (UFLA,2009/13). Tem experiência em materiais e técnicas não-convencionais com ênfase em: construção com terra crua em adobe, resíduos lignocelulósicos e painéis em geral.

Raquel Maria de Souza é graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA e estagiária da Unidade Experimental de Painéis de Madeira- UEPAM.

Matheus Pelossi Grillo é graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA e estagiário da Unidade Experimental de Painéis de Madeira- UEPAM.

Thiago de Paula Protásio é Eng. Florestal (UFLA, 2012). Mestrando em Ciência e Tecnologia da Madeira (UFLA, 2013).Tem experiência em Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em energia e tratamento térmico de biomassa vegetal, aproveitamento de resíduos lignocelulósicos, densificação de materiais lignocelulósicos residuais, análises de regressão e correlação, análise multivariada e modelagem aplicadas.

Danillo Wisky Silva é graduando em Eng. Florestal, foi aluno de iniciação científica no programa PIBID/FAPEMIG, e coordenador de imprensa e divulgação no Núcleo de Estudos em Painéis de Madeira – NEPAM/UFLA.

Lourival Marin Mendes é Eng. Florestal (UFLA,1990). Mestre em Ciência Florestal (UFV,1993), Doutor em Eng. Florestal (UFP, 2001) e atualmente é Prof. Associado Nível 1 do DCF- UFLA. Tem experiência em Recursos Florestais e Eng. Florestal, com ênfase em tecnologia de chapas, atuando nos seguintes temas: madeira, eucalipto, painéis de madeira, chapas de partículas, OSB, resíduos lignocelulósicos, e materiais não-convencionais.