

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE ARGILA SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DE ADOBES E PROPOSTA DE ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE

Obede Borges Faria; Victor José Tavares Leite Stanzione; Vitor Pinho Miller

Faculdade de Engenharia de Bauru / UNESP – Universidade Estadual Paulista
obede@feb.unesp.br; obede.faria@gmail.com Tel: +55 14 3103 6112

Palavras chave: materiais de construção, adobe, caracterização física e mecânica, módulo de elasticidade

RESUMO

O presente trabalho pretende contribuir com a proposta iberoamericana de padronização de ensaios para caracterização física e mecânica de adobes (blocos de terra, secos ao sol), denominada “Programa Interlaboratorial PROTERRA”. Os solos utilizados, provenientes de Americana-SP (52% argila, 21% silte, 27% areia) e de Bauru-SP (20% argila, 4% silte, 76% areia) e já caracterizados anteriormente, foram mesclados em várias proporções, de modo a obter misturas com 5 diferentes teores de argila, variando entre 20% e 52%. Com estas misturas foram produzidos adobes, de acordo com a metodologia aprovada no TerraBrasil2008 (VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil), e os mesmos caracterizados fisicamente, pela sua *massa específica aparente*, *retração linear*, *teor de umidade higroscópica* e *absorção de água* e, mecanicamente, por sua *resistência à compressão*, *módulo de ruptura na flexão* e *módulo de elasticidade*. Estes dois últimos parâmetros não constam da metodologia do PROTERRA, sendo uma contribuição do presente trabalho para as futuras propostas de ensaios interlaboratoriais. O módulo de ruptura na flexão já vem sendo determinado nos trabalhos mais recentes dos autores e, no presente trabalho, a principal contribuição é uma proposta de metodologia para determinação do módulo de elasticidade (*ou módulo de deformação tangente inicial*), parâmetro indispensável ao estudo de paredes pelo método dos elementos finitos, uma das próximas abordagens pretendidas pelos autores. O trabalho apresenta os resultados e discussões da influência do teor de argila sobre todos os parâmetros estudados, ou seja, características físicas e mecânicas dos adobes.

1. INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

As vantagens e desvantagens do uso da terra como material de construção, assim como as dificuldades de produção e aceitação deste material na atualidade, já foram amplamente estudadas, discutidas e apresentadas nos mais variados eventos técnico-científicos que antecederam o “VIII SIACOT – II SAACT”. O conhecimento produzido pode ser facilmente acessado, consultando-se os registros destes eventos (actas, anais e memórias), assim como o farto material já publicado pelo projeto PROTERRA/CYTED, ao longo de seus quatro anos de execução.

Os autores do presente trabalho têm focado suas pesquisas científicas, ao longo dos últimos anos, sobre o adobe, justificados pelo fato desta técnica de construção com terra ser de aspecto e uso muito parecidos com os dos tijolos cerâmicos convencionais, considerando-se sua região de atuação (interior do Estado de São Paulo, Brasil). Isto facilitaria a aceitação por parte do usuário, além de permitir a autoconstrução, em função do custo praticamente nulo e da facilidade de transferência da tecnologia.

Para a terra ser aceita como material de construção pelos órgãos governamentais, principalmente os responsáveis pelo financiamento de habitações de interesse social, é necessário que se tenha amplo conhecimento técnico-científico sobre ela. Embora em algumas universidades a terra esteja sendo pesquisada, sente-se a necessidade de um maior número de ensaios experimentais, para melhor embasar as possíveis normas técnicas sobre o material.

No Brasil, a investigação científica sobre os adobes, assim como a sistematização e metodologia de ensaios para sua caracterização física e mecânica iniciou-se, praticamente,

com a divulgação do trabalho de Faria (2002), baseado em trabalhos anteriores do mesmo autor, iniciados em 1997. No âmbito dos países ibero-americanos, existe uma norma peruana, *Norma técnica de edificación E.080 Adobe* (RNC, 2000), que estabelece o ensaio de adobes em corpos-de-prova com forma de cubo, cujo lado é igual à menor dimensão do adobe (o qual deve ser recortado).

Na literatura são encontrados outros trabalhos científicos, nos quais apresentam-se resultados de resistência à compressão de adobes, porém, as referências à metodologia de ensaio adotada são escassas ou, simplesmente, inexistentes. Dessa forma, não é possível a comparação entre os resultados obtidos pelos diversos pesquisadores, já que não é adotada uma metodologia única para sua determinação. Também, em grande parte dos textos publicados se faz referência à granulometria ideal do solo, para uso nas mais variadas técnicas de construção com terra sem, contudo, apresentarem-se resultados de estudos científicos que comprovem a relação entre este parâmetro e a qualidade do material produzido. Gomes e Gimeno (1997) encontraram resultados de máxima *resistência à compressão* em adobes para teor de argila de cerca de 30%. No entanto, estes resultados são muito questionáveis, já que a metodologia foi muito diferente da atual, inclusive a máquina de ensaios utilizada era muito precária, e os autores consideram o trabalho como uma “investigação preliminar”. Por estas razões, no presente trabalho é avaliada a influência do teor de argila sobre características físicas e mecânicas de adobes, obtidas de acordo com a metodologia de ensaios adotadas atualmente pela Rede Ibero-Americana PROTERRA.

Com a realização do presente trabalho, espera-se contribuir com o preenchimento desta lacuna, em conjunto com outros centros de pesquisa, dando continuidade e validando a proposta de padronização elaborada pela Eng^a Célia Maria Martins Neves (pesquisadora do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Bahia e coordenadora da Rede Ibero-Americana PROTERRA) juntamente com Obede Borges Faria (FEB/UNESP-Bauru), e apresentada à Rede PROTERRA, em julho de 2007. Tal proposta, denominada “Ensaio Interlaboratoriais”, consistiu na realização de ensaios com adobes, utilizando vários tipos de corpos-de-prova, em laboratórios de diversos países ibero-americanos, para comparação e avaliação dos resultados, na busca de uma metodologia única de caracterização física e mecânica do material, no âmbito destes países. Os resultados foram apresentados, com aprovação da metodologia, no TerraBrasil2008 (VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil), ocorrido em novembro de 2008, na cidade de São Luiz, Estado do Maranhão, no Brasil.

A caracterização mecânica dos adobes é complementada pelo *módulo de ruptura na flexão* e *módulo de elasticidade*. Estes parâmetros não constam da metodologia de PROTERRA, sendo uma contribuição do presente trabalho para futuras propostas de ensaios interlaboratoriais. O módulo de ruptura na flexão já vem sendo determinado nos trabalhos mais recentes dos autores. No presente trabalho, a principal contribuição é uma proposta de metodologia para determinação do módulo de elasticidade (*ou módulo de deformação tangente inicial*), parâmetro indispensável ao estudo de paredes pelo método dos elementos finitos, uma das próximas abordagens pretendidas pelos autores, possivelmente em cooperação com pesquisadores da Universidade de Aveiro (Portugal).

2. METODOLOGIA

Foi adotada a metodologia de produção dos adobes e de ensaios para sua caracterização física (*massa específica aparente, teor de umidade higroscópica e retração volumétrica*), assim como para determinação da *resistência à compressão*, aprovada por PROTERRA em 2008 e detalhadamente apresentada por Faria et al. (2008) e Neves e Faria (2008).

Foram adotados os resultados de caracterização física dos solos obtidos por Oliveira e Tahira (2007), utilizando-se um solo arenoso, proveniente de Bauru – SP (com 76% de areia), e um solo argiloso, de Americana – SP (com 52% de argila), os quais foram mesclados de forma a obter solos com 5 diferentes teores de argila, variando entre 20 % e 52 % (tabela 1).

Foram produzidos 8 adobes com o barro obtido de cada traço, num total de 40 unidades. Os

ensaios de caracterização física foram realizados com todos os adobes, já que são ensaios não destrutivos.

A seguir, de cada traço foram retirados, aleatoriamente, 3 adobes para obtenção dos 5 prismas (7,5 cm x 7,5 cm x 15,0 cm), para o ensaio de determinação do módulo de elasticidade, e os 10 cubos (7,5 cm de lado), para o ensaio de determinação da resistência à compressão. De cada traço, também foram retirados 5 adobes, para o ensaio de determinação do módulo de ruptura na flexão, realizado de acordo com metodologia proposta por McHenry Jr. (1989), já adotada anteriormente pelos autores.

Assim como para produção dos corpos-de-prova dos ensaios de determinação da resistência à compressão, os adobes foram cortados em cubos de 7,5 cm de lado, os corpos-de-prova para o ensaio de determinação do módulo de elasticidade foram obtidos cortando-se os adobes em prismas com seção de 7,5 cm de lado e altura de 15 cm. Os topos foram regularizados com a mesma argamassa de cimento e areia, utilizada nos cubos. Após a regularização dos topos dos corpos-de-prova, os mesmos foram devidamente identificados, pelo traço e por uma numeração seqüencial.

Como não existem normas brasileiras também para a determinação do *módulo de elasticidade* (ou *módulo de deformação tangente inicial* - E_{ci}) de adobes, nem de tijolos cerâmicos ou argamassas, foi adotada uma adaptação da norma brasileira para concreto, ou seja, a *NBR 8522 – Concreto: Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva de tensão-deformação* (ABNT, 2003).

De acordo com a NBR 8522 (ABNT, 2003), quando se trabalha com o material no regime elástico, o módulo de elasticidade pode ser considerado como um módulo de deformação, no caso, o tangente inicial (E_{ci} , na figura 1), considerando-se que também existe o módulo de deformação secante (E_{cs}).

Como os adobes têm resistência à compressão muito inferior à do concreto, o limite de tensão inferior (0,5MPa recomendado pela NBR 8522) foi adaptado para $0,1 f_{c,est}$, sendo $f_{c,est}$ (resistência à compressão estimada) determinado em função do valor médio de resistência à compressão, obtido dos ensaios de determinação deste parâmetro, com os cubos de 7,5 cm. Na figura 2 é apresentado um esquema do plano de carga para o ensaio de determinação de E_{ci} , tendo sido adotada a mesma taxa de incremento de carga do ensaio de resistência à compressão.

Para medição das deformações específicas nos corpos-de-prova, foi utilizado um par de extensômetros eletrônicos EMIC, com comprimento base de 50 mm e um sensor de deformação em cada um de duas faces opostas dos CPs, como mostrado na figura 3, na qual também podem ser observados outros aspectos do ensaio. Ao ser atingido $0,7 f_{c,est}$, os extensômetros foram retirados e o CP levado à ruptura.

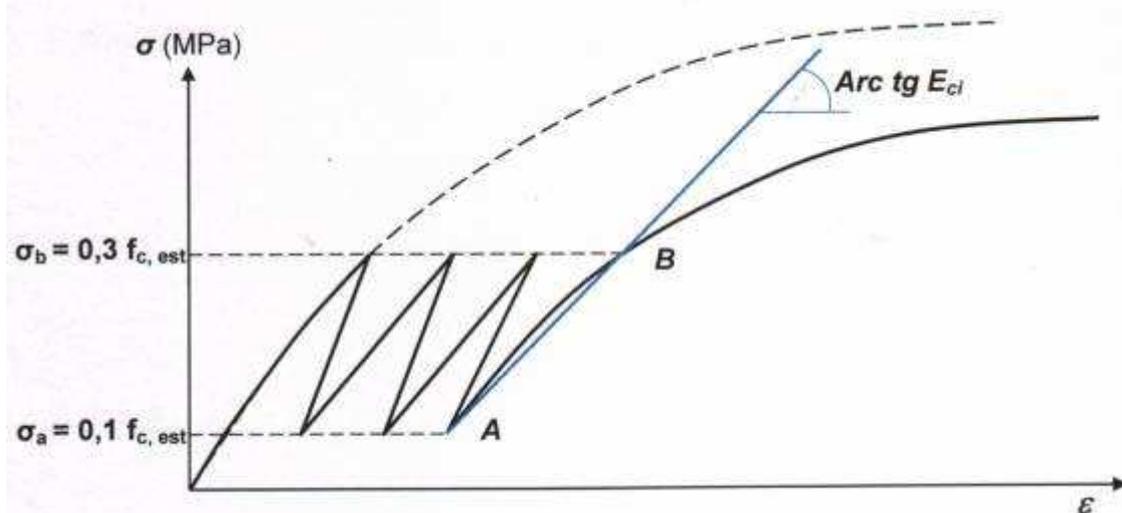


Figura 1. Representação esquemática do módulo de elasticidade, ou módulo de deformação tangente inicial (ABNT, 2003).

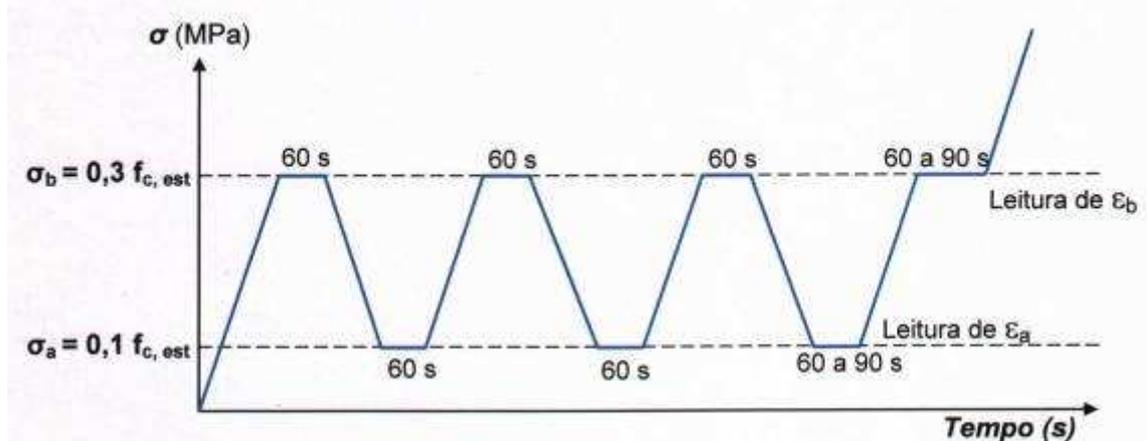


Figura 2. Representação esquemática do carregamento para a determinação do módulo de elasticidade (de ABNT, 2003).

Cabe lembrar que com a realização deste ensaio também foi determinada a resistência à compressão dos prismas de 7,5 cm x 15 cm. O módulo de elasticidade (E_{ci}) foi calculado pela equação 1.

$$E_{ci} = \frac{(\sigma_b - \sigma_a)}{(\varepsilon_b - \varepsilon_a)} \quad (1)$$

onde:

- E_{ci} : módulo de elasticidade (MPa)
- σ_b : tensão maior ($\sigma_b = 0,3 f_{c,est}$) (MPa)
- σ_a : tensão básica ($\sigma_a = 0,1 f_{c,est}$) (MPa)
- ε_b : deformação específica, para a tensão maior
- ε_a : deformação específica, para a tensão básica



Figura 3. Alguns aspectos dos ensaios de determinação do módulo de elasticidade, notando-se o dispositivo de medição de deformações (extensômetros eletrônicos EMIC) e o padrão de ruptura dos CPs.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, são apresentadas breve descrição das atividades desenvolvidas, assim como resumo dos principais resultados obtidos e sua discussão.

3.1. Caracterização física dos adobes

As curvas de distribuição granulométrica dos solos mostram a distribuição das partículas, quanto às suas dimensões. Pelo critério da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) foi possível concluir que os solos ensaiados possuem as seguintes composições:

- Americana (**A**): 52% de argila ($\phi < 0,002$ mm), 21% de silte ($0,002\text{mm} < \phi < 0,06$ mm) e 27% de areia ($0,06$ mm $< \phi < 2$ mm).
- Bauru (**B**): 20% de argila, 4% de silte e 76% de areia.

Como se desejava avaliar a influência do teor de argila sobre características dos adobes, os dois solos foram mesclados, de acordo com a metodologia proposta por PROTERRA, de forma a obter mesclas (traços) com 5 diferentes teores de argila, como mostrado na tabela 1, na qual também são apresentados os resultados médios de massa específica aparente (ρ_{ap}), teor de umidade higroscópica (U_{EA}) e retração volumétrica (R_V).

| n° dos traços | partes de cada solo | | granulometria (%) | | | ρ_{ap} (g/cm ³) | U_{EA} % | R_V % |
|----------------------------|---------------------|---|-------------------|-------|-------|-------------------------------------|---------------|------------|
| | A | B | argila | silte | areia | | | |
| 1 | 0 | 1 | 20,0 | 4,0 | 76,0 | 1,85 | 1,21 | 9,4 |
| 2 | 1 | 4 | 26,7 | 7,5 | 65,8 | 1,88 | 1,98 | 12,7 |
| 3 | 1 | 1 | 36,4 | 12,7 | 50,9 | 1,98 | 3,16 | 24,9 |
| 4 | 3 | 1 | 44,3 | 16,9 | 38,8 | 1,93 | 3,69 | 17,9 |
| 5 | 1 | 0 | 52,0 | 21,0 | 27,0 | 1,84 | 4,44 | 21,7 |
| <i>Faria et al. (2008)</i> | 2 | 5 | 29,5 | 9,0 | 61,5 | 1,86 | 2,15 | 19,5 |

Tabela 1. Proporção dos solos em cada traço, composição granulométrica obtida e características físicas dos adobes (massa específica aparente, umidade higroscópica e retração volumétrica).

Observando-se os resultados apresentados na tabela 1, nota-se que houve um acréscimo de cerca de 7 % na massa específica aparente, para aumento do teor de argila de 20 % para 36,4 %. Para o mesmo intervalo de variação do teor de argila, houve um acréscimo de cerca de 165 % na retração volumétrica, fato que confirma a relação entre altos teores de argila no solo e retrações excessivas dos adobes, causando fissuras prejudiciais a seu desempenho. Quanto ao teor de umidade higroscópica, nota-se que houve uma variação sempre crescente, atingindo um acréscimo de 267 %, com o aumento do teor de argila de 20 % para 52 %. Esse fato também comprova a necessidade de cuidados especiais quanto à presença de umidade nas construções com terra, principalmente quando realizadas com solos mais argilosos.

3.2. Determinação da resistência à compressão

Na tabela 2 são apresentados os resultados dos ensaios de determinação da *resistência à compressão*, dados pelo valor médio (f_c) e característicos (f_{ck}) superior e inferior, relacionando-os ao teor de argila de cada traço. Também são apresentados os resultados obtidos por Faria *et al.* (2008). Estes resultados, acrescidos dos encontrados por Gomes e Gimeno (1997), são apresentados graficamente na figura 4.

| Traços | Argila (%) | f_c (MPa) | | f_{ck} (MPa) | |
|----------------------------|------------|-------------|------|----------------|------|
| | | média | sd | inf. | sup. |
| 1 | 20,0 | 0,93 | 0,07 | 0,81 | 1,05 |
| 2 | 26,7 | 1,26 | 0,12 | 1,06 | 1,46 |
| 3 | 36,4 | 2,00 | 0,14 | 1,77 | 2,23 |
| 4 | 44,3 | 2,31 | 0,23 | 1,93 | 2,69 |
| 5 | 52,0 | 3,31 | 0,30 | 2,82 | 3,80 |
| <i>Faria et al. (2008)</i> | 29,5 | 1,24 | 0,10 | 1,08 | 1,40 |

Tabela 2. Resultados médios de resistência à compressão dos cubos de 7,5cm de lado.

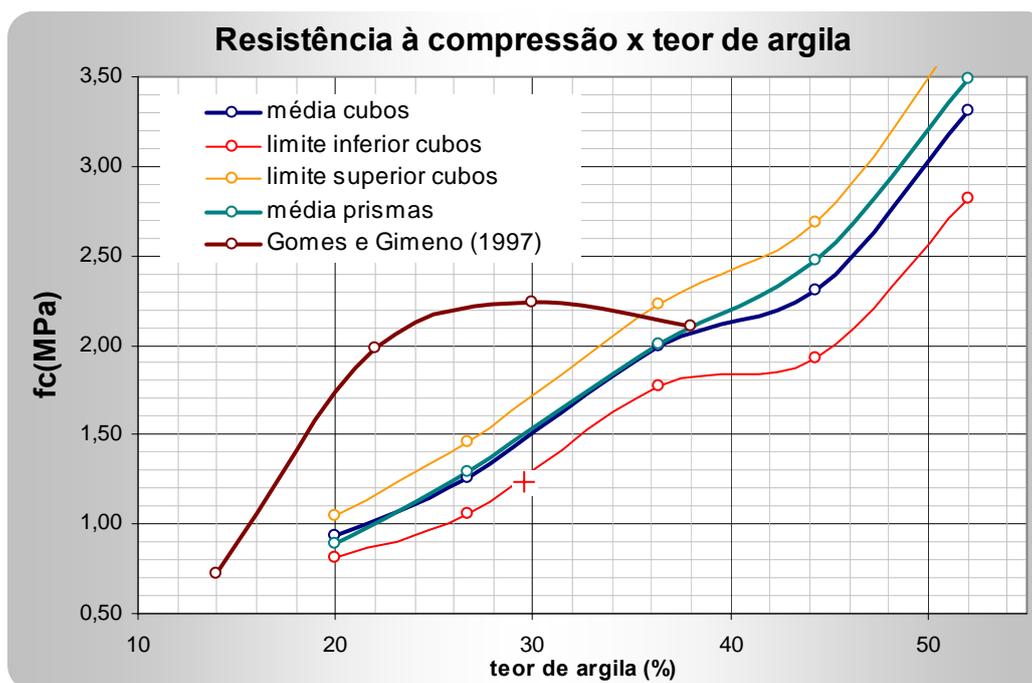


Figura 4. Resistência à compressão, com valores médios e característicos, em função do traço, obtidos com os corpos-de-prova cúbicos (7,5 cm de lado) e prismáticos (7,5 cm x 7,5 cm x 15 cm); acrescido dos resultados de Faria et al. (2008) e Gomes e Gimeno (1997).

Observando-se as curvas da figura 4, pode-se notar uma tendência bem definida de acréscimo da resistência à compressão com o acréscimo do teor de argila, tanto nos cubos quanto nos prismas. Observa-se, também, uma leve diferença entre os resultados encontrados por Faria et al. (2008), para a mesma mistura de solos e a mesma metodologia. Este fato, de alguma forma, comprova o fato já conhecido de que as características dos adobes são influenciadas também por fatores mais subjetivos, como a interferência do operador (o "adobeiro"), aquele que produz os adobes. Esta tendência de acréscimo, praticamente linear, da resistência com o aumento do teor de argila, contraria uma regra empírica dos velhos mestres adobeiros de que o teor de argila ideal no solo para produção de adobes é de cerca de 30%.

Esta regra tem sido aceita pelos pesquisadores, como um indicativo de teor de argila ideal, para a obtenção de máxima resistência sem, contudo, terem sido encontradas referências na bibliografia sobre estudos científicos sobre o tema. Nos únicos trabalhos encontrados, orientados pelo mesmo pesquisador do presente trabalho (FARIA, 1997; GOMES e GIMENO, 1997), a regra é aparentemente confirmada. Os autores encontraram resultados de máxima resistência à compressão para teor de argila de cerca de 30%. No entanto estes resultados são muito questionáveis, já que a metodologia foi muito diferente da atual, inclusive a máquina de ensaios utilizada na época era muito precária, e os autores consideram o trabalho como uma "investigação preliminar".

Na realidade, pode-se supor que o teor de argila de 30% seja o máximo aceitável para a produção de adobes, em termos de trabalhabilidade do barro e facilidade de condução do processo de secagem. No presente trabalho notou-se que com teores de argila superiores a este o amassamento do barro e a moldagem dos adobes eram muito mais difíceis. Além disso, a secagem dos adobes se deu em condições especiais, ou seja, lentamente e sempre à sombra, até o final do processo, situação esta bem diferente da prática dos adobeiros que, muitas vezes, põem os adobes a secar ao sol, logo após a desmoldagem. Com teores de argila mais elevados, esta prática é inviável, porque a retração expressiva provoca excesso de fissuras e conseqüente perda de qualidade e resistência.

3.3. Determinação do módulo de ruptura na flexão e do módulo de elasticidade

Na tabela 3 são apresentados os resultados dos ensaios de determinação do módulo de ruptura na flexão (**MOR**) e do módulo de elasticidade (**E_{ci}**), relacionando-os ao teor de argila de cada traço. Estes resultados são apresentados graficamente nas figuras 5 e 6, respectivamente.

| traços | Argila (%) | F _{rup cubo} (kgf) | Ensaio de módulo de elasticidade | | | | E _{ci} (MPa) | MOR (MPa) |
|--------|------------|-----------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|------|-----------------------|-----------|
| | | | F _{rup est} ⁽¹⁾ (kgf) | F _{rup efetiva} (kgf) | f _{c efetiva} (MPa) | | | |
| | | | | | média | sd | | |
| 1 | 20,0 | 490,6 | 426,8 | 451,8 | 0,89 | 0,06 | 1.074 | 0,14 |
| 2 | 26,7 | 632,5 | 550,3 | 673,9 | 1,29 | 0,08 | 1.767 | 0,36 |
| 3 | 36,4 | 957,4 | 832,9 | 960,0 | 2,01 | 0,08 | 2.261 | 0,83 |
| 4 | 44,3 | 1.081,0 | 940,5 | 1.246,0 | 2,47 | 0,23 | 2.772 | 0,66 |
| 5 | 52,0 | 1.561,0 | 1.358,1 | 1.653,0 | 3,49 | 0,20 | 2.840 | 0,47 |

⁽¹⁾ De acordo com Faria et al. (2008), $f_{c7,5 \times 15} = 0,87 f_{c \text{ cubo } 7,5}$

Tabela 3. Resultados médios dos ensaios de determinação do módulo de elasticidade dos prismas e do módulo de ruptura na flexão dos adobes.

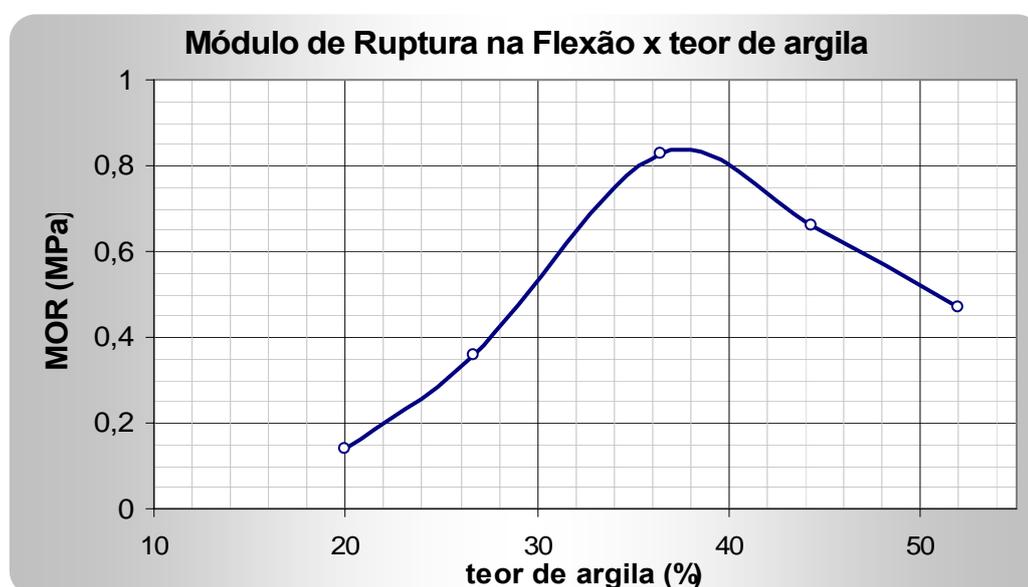


Figura 5. Gráfico da variação do módulo de ruptura na flexão com o teor de argila.

Observando-se a curva da figura 5, pode-se notar uma tendência de acréscimo de **MOR** com o acréscimo do teor de argila, até cerca de 38%, quando tende a decrescer, semelhante ao apontado por Garcia e Falavigna (2006). Entretanto, diferentemente do presente trabalho, estes autores acrescentaram fibras vegetais aos adobes, o que justifica satisfatoriamente este comportamento do material. Para uma avaliação mais científica e responsável destes resultados, seria necessário que outros laboratórios também fizessem esta análise, para verificação de um possível padrão de comportamento mais "universal".

Deve-se salientar que este ensaio não foi previsto na metodologia de PROTERRA, já citada, e que o presente trabalho pode vir a ser mais uma contribuição às futuras propostas do Programa Interlaboratorial PROTERRA.

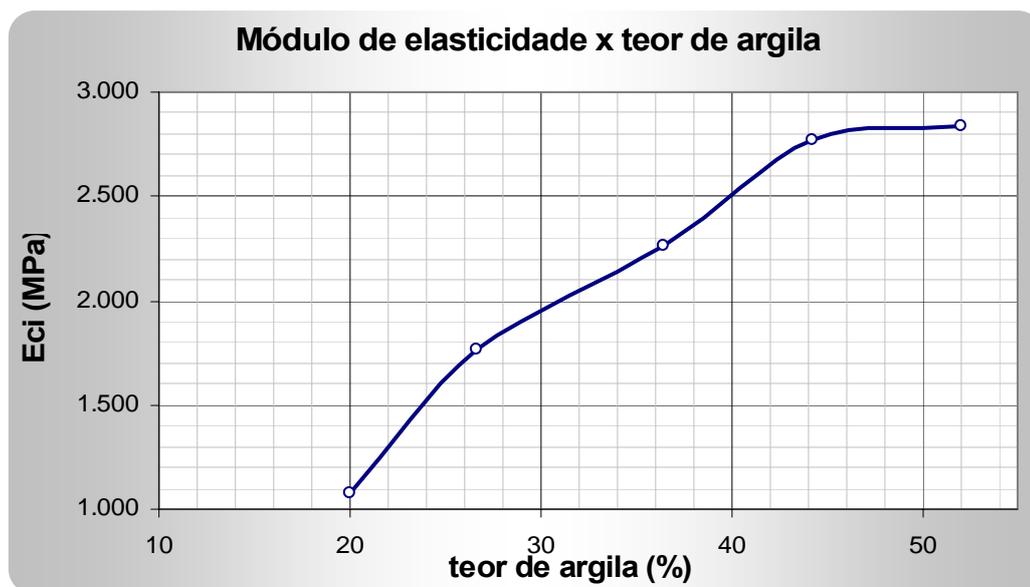


Figura 6. Gráfico da variação do módulo de elasticidade com o teor de argila.

Observando-se a curva da figura 6, pode-se notar uma tendência de acréscimo do módulo de elasticidade, tal como observado para a resistência à compressão, com o acréscimo do teor de argila. Assim como para ensaios anteriores, este ensaio é inédito (até onde se tem notícia, pela bibliografia consultada) e não é prudente elaborar conclusões precipitadas. Neste caso também seria necessário comparar o comportamento dos resultados com os obtidos por outros laboratórios, adotando-se a mesma metodologia.

Todavia, há que registrar a importância da determinação do módulo de elasticidade, com sólidas bases metodológicas, para que se possa trabalhar com modelagem matemática no estudo de paredes de adobe como, por exemplo, utilizando-se as ferramentas do método dos elementos finitos (MEF).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados aqui apresentados pode-se notar a dificuldade de repetição dos resultados, a grande influência do operador, a dificuldade de controle das variáveis intrínsecas dos solos (características físicas, mecânicas, químicas, etc...); fatos que explicam, em parte, a grande dificuldade de normalização, controle de qualidade e especificações técnicas dos materiais de construção produzidos com terra. Por exemplo, na figura 4, comparando-se as curvas de resistência à compressão dos cubos com a dos prismas, nota-se que os valores de resistência dos prismas são superiores aos dos cubos, para praticamente todos os teores de argila. Esse fato contraria a teoria da resistência dos materiais, segundo a qual o valor de resistência à compressão simples deveria decrescer com o acréscimo do índice de esbeltez (BEER e JOHNSTON JR, 1989). Já no trabalho de Faria et al. (2008), esta tendência se confirmou.

Estas constatações reforçam a necessidade do envolvimento de mais laboratórios da Rede Proterra em atividades de investigação científica experimental, baseadas em consistente estratégia metodológica.

Concluindo, pode-se afirmar que os objetivos propostos inicialmente foram plenamente atingidos, ou seja, o presente trabalho apresenta uma considerável contribuição à consolidação de metodologia de ensaios para caracterização física e mecânica de adobes, proposta e adotada pela Rede Iberoamericana Proterra, assim como aponta perspectiva para novos “ensaios interlaboratoriais”.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522 Concreto** – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva de tensão-deformação. Rio de Janeiro-RJ (Brasil): ABNT, 2003, 9p.
- BEER, F. P.; JOHNSTON JR., E. R. (trad. Paulo Prestes Castilho). (1989) **Resistência dos materiais**. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill. 653p.
- FARIA, O. B. **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. São Carlos-SP (Brasil): EESC-USP, 2002. 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FARIA, O. B.; OLIVEIRA, B. M.; TAHIRA, M.; BATTISTELLE, R. A. G. Realização dos ensaios interlaboratoriais Proterra em Bauru-SP (Brasil). In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 7. e CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2., 2008, São Luiz – MA (Brasil). **Anais...** São Luiz-MA (Brasil): UEMA/Proterra, 2008. 1 CD-ROM.
- GARCIA, A. R.; FALAVIGNA, J. P. T. (2006). **Caracterização física e mecânica de adobe produzido com sedimento e macrófitas aquáticas do Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. Bauru. 179p. (Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Engenheiro Civil, sob orientação do Prof. Dr. Obede Borges Faria).
- GOMES, R. L. B. de P.; GIMENO, R. M. **Caracterização de solos para produção de tijolos de adobe**. Bauru-SP (Brasil): FE-UNESP, 1997. 46p. (Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Engenheiro Civil, sob orientação do Prof. Dr. Obede Borges Faria).
- McHENRY JR., P. G. **Adobe and rammed earth buildings: design and construction**. Tucson (USA): The University of Arizona Press, 1989. reimpr. (publicação original: New York: Wiley, [1984]). 217 p., il.
- NEVES, C.; FARIA, O. B. Programa interlaboratorial Proterra: ensaios de adobe. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 7. e CONGRESSO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA NO BRASIL, 2., 2008, São Luiz-MA (Brasil). **Anais...** São Luiz – MA: UEMA/Proterra, 2008. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, B. M.; TAHIRA, M. **Estudo preliminar para proposta de ensaios de caracterização física e mecânica de adobes**. Bauru-SP (Brasil): FEB-UNESP, 2007. 71p. (Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Engenheiro Civil, sob orientação do Prof. Dr. Obede Borges Faria).
- REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES. **Norma técnica de edificación NTE E.80 Adobe**. Lima (Peru): 2000. 18p.

AGRADECIMENTOS

À **UNESP**, pelo oferecimento das condições necessárias à realização da pesquisa e pela autorização do afastamento da Instituição, para participação no evento. À **FUNDUNESP** (Fundação para o Desenvolvimento da UNESP), pela concessão de auxílio para apresentação do trabalho.

Obede Borges Faria: Engenheiro Civil (1981); Mestre em Arquitetura e Urbanismo (Tecnologia do Ambiente Construído) (1993); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (2002); Professor e Chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru; Membro da Rede Ibero-Americana Proterra (membro Projeto PROTERRA/CYTED, de 2003 ao final).

Vitor Pinho Miller: Engenheiro Civil; graduado pela Faculdade de Engenharia (UNESP-Bauru), em dezembro de 2008; orientado de Trabalho de Conclusão de Curso pelo Prof. Obede B. Faria.

Victor José Tavares Leite Stanzione: Estudante do Curso de Graduação em Engenharia Civil; pela Faculdade de Engenharia (UNESP-Bauru); orientado de Trabalho de Conclusão de Curso pelo Prof. Obede B. Faria.