CAPÍTULO 5

ANÁLISE DIMENSIONAL DE TIJOLOS DE ADOBE FABRICADOS COM APARAS TÊXTEIS

Ítalo Ronald Marques Torres Lopes[1];

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí

http://lattes.cnpq.br/3425100811566064

Érica Karine Alves de Lima[2];

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, São Paulo.

http://lattes.cnpq.br/8186490901865658

José Rosa de Souza Farias[3];

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

http://lattes.cnpq.br/9404467330103347

Aluska do Nascimento Simões Braga[4];

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba.

http://lattes.cnpq.br/2429557575387821

Valdeci Bosco dos Santos[5];

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

http://lattes.cnpq.br/2429557575387821

Luciana Barbosa Amâncio[6].

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

http://lattes.cnpq.br/6772113176588028

RESUMO: A crescente geração de resíduos sólidos, pelas indústrias têxtil e da construção civil, tem impulsionado a busca por materiais construtivos mais sustentáveis. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar as dimensões de tijolos de adobe produzidos com a adição de diferentes quantidades (em g) de aparas têxteis à matriz argilosa. O solo utilizado nesta pesquisa foi coletado em uma fábrica de materiais cerâmicos da cidade de Timon – MA, enquanto as aparas têxteis foram obtidas em uma fábrica de roupas femininas, localizada em Teresina – PI. A partir da caracterização do solo, constatou-se que a densidade dos grãos é igual a 2,59 g/cm³ e o índice de plasticidade é aproximadamente 28% (sendo considerado altamente plástico). Para a confecção dos adobes, corrigiu-se a granulometria do solo altamente plástico mediante a adição de 65% de areia bem graduada, atendendo às

exigências da NBR 16814 (2020). O solo corrigido foi homogeneizado com água, seguido da incorporação das aparas têxteis. A mistura apresentou boa trabalhabilidade, sem a necessidade de tratamentos prévios do resíduo têxtil. A moldagem dos tijolos de adobe foi realizada em fôrmas confeccionadas com placas de poliestireno expandido, contemplando três grupos experimentais: 100 g, 150 g e 200 g de apara têxtil. Após a cura dos tijolos de adobe, efetuou-se a análise dimensional e verificou-se que os critérios estabelecidos pela NBR 16814 (2020) não foram atendidos, pois ocorreu retração nos tijolos. Conclui-se que a utilização de fôrmas de poliestireno expandido influenciou os resultados obtidos, indicando que a análise da incorporação de aparas têxteis deve ser realizada com fôrmas de madeira ou metálicas, para garantir mais uniformidade nos tijolos. Ademais, recomenda-se a execução de ensaios de compressão e absorção de água para a validação estrutural dos tijolos.

PALAVRAS-CHAVE: Adobe. Resíduos Têxteis. Análise Dimensional.

DIMENSIONAL ANALYSIS OF ADOBE BRICKS MADE WITH TEXTILE SCRAPS

ABSTRACT: The growing volume of solid waste generated by the textile and construction industries has spurred the search for more sustainable building materials. In this context, the present study aims to investigate the dimensions of adobe bricks produced by adding different amounts (in grams) of textile scraps to the clay matrix. The soil used in this research was collected at a ceramic materials factory in the city of Timon, Maranhão, while the textile scraps were obtained from a women's clothing factory located in Teresina, Piauí. Based on the soil characterization, it was found that the grain density is 2.59 g/cm³ and the plasticity index is approximately 28% (considered highly plastic). To manufacture the adobe bricks, the particle size distribution of the highly plastic soil was adjusted by adding 65% of well-graded sand, in accordance with the requirements of NBR 16814 (2020). The adjusted soil was homogenized with water, followed by the incorporation of the textile scraps. The mixture exhibited good workability, without the need for prior treatment of the textile waste. The adobe bricks were molded in forms made from expanded polystyrene sheets, comprising three experimental groups: 100 g, 150 g, and 200 g of textile scraps. After the adobe bricks had cured, a dimensional analysis was performed, and it was found that the criteria established by NBR 16814 (2020) were not met, as shrinkage occurred in the bricks. It is concluded that the use of expanded polystyrene molds influenced the results obtained, indicating that the analysis of textile scrap incorporation should be performed using wooden or metal molds to ensure greater uniformity in the bricks. Furthermore, it is recommended that compression and water absorption tests be conducted for the structural validation of the bricks.

KEY-WORDS: Adobe. Textile Waste. Dimensional Analysis.

INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos sólidos tem se consolidado como um dos principais desafios ambientais contemporâneos. Dentre os setores que mais contribuem para esse cenário, destacam-se a indústria têxtil e a construção civil. A indústria da moda está entre as que mais impactam negativamente o meio ambiente, produzindo cerca de 175 mil toneladas de resíduos têxteis anualmente no Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Indústria Têxtil (ABIT) (BASTOS, 2024). Paralelamente, a crescente indústria da construção civil vem causando danos irreversíveis à biosfera, usufruindo do espaço e de recursos não renováveis utilizados na confecção dos materiais e pela intensa emissão de gases do efeito estufa. (ALVES *et al*., 2018).

Trazida pelos colonizadores portugueses, a técnica de construção com tijolos de adobe, ou terra crua, chegou a ser uma das mais utilizadas no país, tendo como suas características principais: fácil fabricação, dispensa mão de obra especializada, baixo custo, isolamento térmico e acústico, além de possuir mão de obra abundante (LOPES, DE ALEXANDRIA, 2006). Contudo, com o avanço da tecnologia, novos métodos foram desenvolvidos a partir de materiais industrializados. Assim, esta técnica que um dia já foi tão difundida teve sua utilização gradativamente reduzida tendo sua continuidade sendo reproduzida pelas populações mais carentes e marginalizadas.

A fim de se renovar os métodos construtivos, visando à diminuição da produção de resíduos, vários pesquisadores (BARROSO, *et al*., 2023; SOLER *et al*., 2021; SANTOS *et al*., 2018) apontam que a inserção de fibras de diferentes materiais pode aumentar a resistência e a impermeabilização de tijolos de adobe. Tais pesquisas estão alinhadas com o nono Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), “Indústria, inovação e infraestrutura” (ONU, 2025).

Contudo, ainda são limitados, no contexto brasileiro, estudos acerca da inserção de resíduos têxteis incorporados na argila de tijolos de adobe e seus efeitos sobre as propriedades físicas desses elementos construtivos. Portanto, este estudo tem como objetivo analisar os impactos da incorporação de aparas têxtil na argila dos tijolos de adobe, considerando diferentes proporções de tecido-solo e suas influências nas características físicas do tijolo.

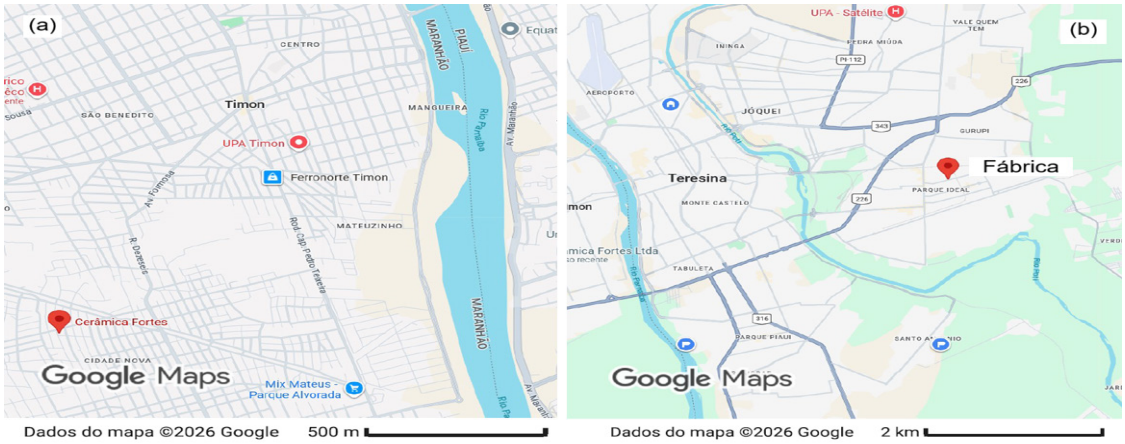
MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa classifica-se como aplicada, de abordagem quantitativa, com procedimentos experimentais e caráter descritivo. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Solos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina-PI.

Os materiais utilizados para a confecção dos tijolos de adobe foram: solo e resíduo têxtil composto 100% de poliéster. O solo foi coletado na fábrica de telhas cerâmicas, Cerâmicas Forte Ltda., localizada na zona rural de Timon - MA. Os resíduos têxteis,

totalizando aproximadamente 11,58 kg, foram oriundos de aparas de corte e costura doadas por uma empresa que fabrica roupas femininas, localizada na zona sudeste de Teresina - PI. Na Figura 1 estão apresentados os mapas situando os pontos de coletas desses materiais.

Figura 1. Localização dos pontos de coleta: (a) Cerâmica Forte e (b) Fábrica de roupas femininas.



Fonte: Google maps.

Caracterização dos solos

Para a caracterização dos solos, foram realizados os ensaios de preparação de amostras, densidade real dos grãos, limite de liquidez, limite de plasticidade e análise granulométrica, seguindo as normativas NBR 6457 (2024), DNER 093 (1994), NBR 6459 (2025), NBR 7180 (2025), NBR 7181 (2025) e, respectivamente.

Confecção dos tijolos de adobe

A norma NBR 16814 (2020) estabelece os requisitos para a produção de adobe e execução da alvenaria, além dos métodos de ensaio para sua caracterização física e mecânica. Para atingir o formato e dimensões exigidas pela norma, foram confeccionadas fôrmas com placas de poliestireno expandido de 20 mm de espessura, material escolhido pela fácil disponibilidade e por não reagir quimicamente com os materiais dos tijolos, no formato de um paralelepípedo retangular com altura de 7 cm, largura de 16 cm e comprimento de 34 cm.

Para atender aos critérios da NBR 16814 (2020) em relação aos percentuais de areia, silte e argila, foi necessária uma correção granulométrica com adição de 65% de areia a 35% de argila, sendo tais percentuais definidos a partir dos pesos dos tijolos.

Para a confecção dos tijolos de adobe, primeiramente a argila e a areia foram destorroadas, colocadas em um recipiente aberto, misturadas a seco e logo em seguida adicionou-se água aos poucos até atingir uma massa homogênea. Dando seguimento ao

processo, foram incorporadas as aparas de poliéster (Figura 2) e, por fim, a massa foi conformada (Figuras 3 e 4).

Figura 2. Incorporação das fibras de poliéster à massa do adobe



Figura 3. Moldagem dos tijolos em formas de isopor



Figura 4. Tijolo de adobe após a moldagem



Foram confeccionados 9 tijolos de adobe ao todo, divididos em 3 categorias: 3 com 200 g de aparas de poliéster (traço A), 3 com 150g de aparas de poliéster (traço B) e 3 com 100g de aparas de poliéster (traço C).

Análise dimensional

Após o período de cura dos tijolos, foram realizadas as medições das dimensões (altura, largura e comprimento), com auxílio de régua graduada. Os resultados foram comparados aos limites estabelecidos pela NBR 16814 (2020), considerando-se as tolerâncias dimensionais previstas na norma. Para análise dos dados, foram calculadas médias aritméticas simples das dimensões obtidas para cada traço experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização dos materiais

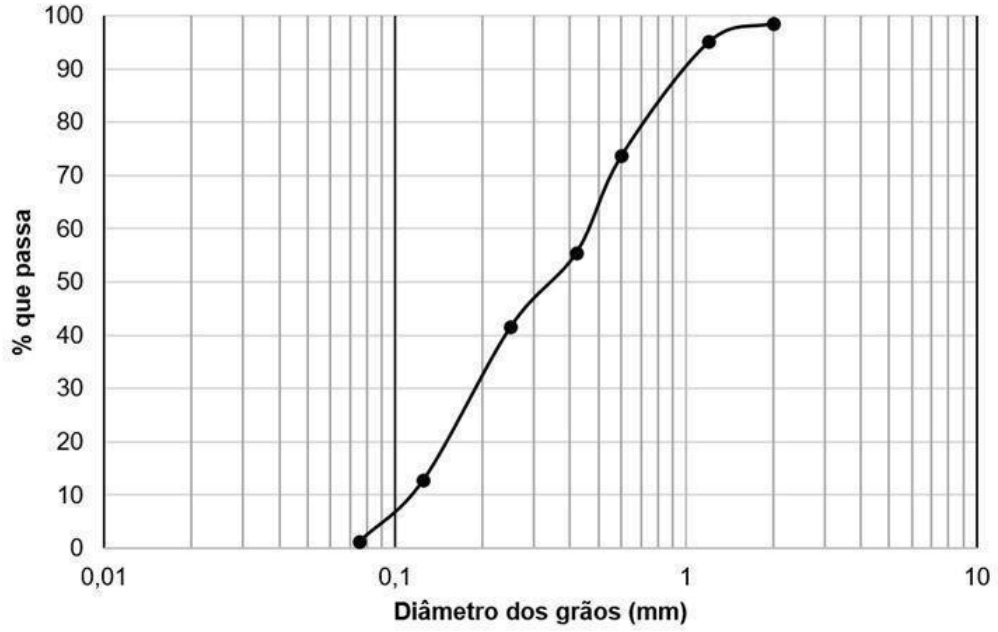
Na Tabela 1, encontram-se os resultados obtidos nos ensaios de caracterização física do solo coletado na fábrica de materiais cerâmicos. Observa-se que a densidade real dos grãos encontrada é compatível com os valores referenciados em Sánchez-Soto et al. (2022) para solos argilosos. De acordo com os critérios de Jenkins (CAPUTO; CAPUTO, 2022), o solo é altamente plástico, característica típica de solos com presença de argila em sua composição.

Tabela 1. Propriedades físicas do solo coletado na fábrica de materiais cerâmicos.

Propriedades Físicas	
Densidade real dos grãos (g/cm^3)	2,59
Limite de Liquidez	62,50%
Limite de Plasticidade	34,69%
Índice de plasticidade	27,81%

As características desse solo não atendem às exigências da NBR 16814 (2020) acerca da matéria-prima para tijolo de adobe, justificando a necessidade da correção granulométrica. A Figura 5 apresenta a curva granulométrica do solo utilizado para a correção granulométrica do solo altamente plástico (provavelmente argila). De acordo com o sistema unificado de classificação (SUCS) e com a NBR 6502 (2022), trata-se de uma areia bem graduada (SP). A predominância de um material arenoso, além de corrigir as proporções de areia e argila, pode amenizar a retração ocasionada pela argila nos tijolos de adobe e reduzirá a alta plasticidade da mistura.

Figura 5. Curva Granulométrica do solo utilizado para correção granulométrica



Quanto ao resíduo têxtil (100% poliéster), o material apresentou-se em formatos variados, desde tiras até fios soltos. Essa diversidade física facilitou significativamente sua incorporação e homogeneização à matriz de solo-areia, dispensando a necessidade de moagem, lavagem ou qualquer tratamento prévio.

Análise Dimensional

A massa média dos tijolos variou conforme o teor de aparas adicionadas, sendo de aproximadamente 5.000 g para o traço A, 5.300 g para o traço B e 5.600 g para o traço C. Observa-se que a redução do teor de aparas exigiu um aumento na massa total de solo para que os corpos de prova preenchessem as fôrmas adequadamente. Os resultados das médias aritméticas das dimensões finais de cada grupo experimental estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Dimensões dos tijolos de adobe

TRAÇO A		TRAÇO B		TRAÇO C	
H_m	6 cm	H_m	6,8 cm	H_m	6,3 cm
L_m	15,1 cm	L_m	15,1 cm	L_m	15,3 cm
C_m	32,6 cm	C_m	32,3 cm	C_m	32,6 cm

Nota-se uma redução generalizada nas dimensões finais em relação às fôrmas originais (7 x 16 x 34 cm). Essa variação dimensional é atribuída ao fenômeno de retração por secagem, causado pela perda de água de amassamento por evaporação. Esse resultado diverge da análise anterior, indicando que o percentual de areia (65%) ainda não suficiente para amezinhar esse efeito da retração da argila.

A NBR 16814 (2020) estabelece uma tolerância dimensional de ± 5 mm. A análise da Tabela 2 revela que todos os traços avaliados ultrapassaram esse limite normativo, configurando não conformidade em relação aos requisitos dimensionais estabelecidos pela norma. É provável que a fragilidade das fôrmas de poliestireno expandido tenha influenciado o processo de moldagem dos tijolos de adobe, assim como variabilidades nos formatos. Portanto, em pesquisas futuras recomenda-se o emprego de outros materiais como as madeiras ou os metais, para garantir mais uniformidade nas dimensões dos tijolos.

CONCLUSÃO

O solo coletado na fábrica de materiais cerâmicos apresentou a densidade dos grãos e a plasticidade dentro dos valores esperados, confirmando sua viabilidade deste solo para a produção de tijolos de adobe. No entanto, a alta plasticidade do solo exigiu uma correção granulométrica para que o material atendesse aos requisitos da NBR 16814 (2020).

O resíduo têxtil utilizado, composto 100% de poliéster, demonstrou boa compatibilidade com a massa, podendo ser incorporado sem necessidade de tratamento prévio. Essa característica reforça sua potencialidade como alternativa sustentável, pois alia o reaproveitamento de resíduos industriais a um material de baixo custo e ampla disponibilidade.

Quanto à análise dimensional, os tijolos apresentaram reduções em altura, largura e comprimento em relação às formas originais, ficando fora dos limites estabelecidos pela NBR 16814 (2020). Isso evidencia a necessidade de ajustes no processo de moldagem e secagem, bem como dos materiais empregados para a fabricação das fôrmas.

Dessa forma, conclui-se que, embora a utilização de aparas têxteis nas diferentes proporções avaliadas se mostre viável para a incorporação em tijolos de adobe, são necessários ajustes nas etapas de produção. Recomenda-se ainda a realização de ensaios complementares de absorção e compressão, indispensáveis para a validação do desempenho mecânico e da durabilidade dos tijolos.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Os autores do artigo declaram que não possuem conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, política, acadêmica e pessoal.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. A. et al. **Extração de sílica residual proveniente da casca de arroz e aplicação na produção de argamassa**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 13, n. 2, p. 127-136, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Solos e rochas - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solo - Análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16814: Adobe - Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2020.

BARROSO, Kamila Oliveira; NOVATO, Fernanda Gabriela Cardoso Alves; FERREIRA, Raul. **Tijolos de adobe de solo-cimento com adição de resíduo de serragem de madeira**. E&S Engineering and Science, v. 12, n. 3, p. 1-13, 2023.

BASTOS, Fernanda Maria de Assis; ALMEIDA, Andreia Alves de. **O impacto da indústria da moda no meio ambiente e a fragilidade das leis regulamentadoras**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 2908-2921, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i6.14588.

CAPUTO, Homero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros. **Mecânica dos solos: teoria e aplicações**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

DNER. **DNER-ME 093: Solos - Determinação da densidade real**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1994.

LOPES, W. G. R.; DE ALEXANDRIA, S. S. **A Sustentabilidade de Construções com Terra**: O Uso do Adobe no Município de Cristino Castro, Piauí, Brasil. In: Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 1; Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, 4. Memórias TerraBrasil 2006... Ouro Preto, Brasil: UFMG/ PUC Minas/ UFOP/ CdT/ ESG / PROTERRA, 2006. p. 299-306.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 25 fev. 2025.

SANTOS, I. B. et al. **Adobe soil-lime bricks reinforced with kraft paper fibers**. International Journal of Materials Engineering, v. 8, p. 128-133, 2018. DOI: https://doi.org/10.5923/j.ijme.20180805.07.

SOLER, R. J. L. R. et al. **Uso de resíduos plásticos para reforço de tijolos de adobe de**

solo-cimento. In: 4º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, CONRESOL, 2021, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, 2021.