

# ANÁLISE DOS TIJOLOS DE ADOBE COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE COCOS *NUCIFERA* L.

ANALYSIS OF ADOBE BRICKS WITH ADDITION OF COCOS *NUCIFERA* L. FIBERS

**ROSÂNGELA MARIA DE OLIVEIRA**

rmo2@discente.ifpe.edu.br

**YURI BARROS LIMA DE MORAES**

yurimoraes@recife.ifpe.edu.br

---

## RESUMO

A construção civil é uma das atividades antrópicas que mais impacta o meio ambiente, desde a extração de matéria-prima até o alto consumo energético. Como alternativa sustentável, destaca-se o uso da terra crua, especialmente na técnica do adobe — tijolo moldado sem cozimento, não gasta nenhuma energia e não requer mão de obra especializada. No entanto, sua principal limitação é a baixa resistência mecânica, exigindo estabilização com outros materiais. Este estudo analisou o uso de fibras de coco verde (*Cocos nucifera* L.) como aditivo estabilizante para melhorar as propriedades dos tijolos de adobe. Foram produzidas amostras com diferentes proporções de fibras: 0%, 10%, 20%, 30% e 40%, chamadas de famílias F0 a F4, respectivamente. As fibras foram obtidas por maceração dos cocos verdes, e os tijolos foram submetidos a ensaios de compressão com prensa EMIC 2000 kN. Visualmente, F0 apresentou muitas fissuras em maiores espessuras, enquanto os tijolos com fibras mostraram melhor coesão e menos fissuras. A família F2 (20% de fibras) teve o melhor desempenho visual e mecânico, indicando que essa proporção melhora a resistência à compressão. Em contrapartida, os grupos com 30% e 40% de fibras tiveram redução de resistência, sugerindo que o excesso de fibra compromete a integridade estrutural dos tijolos. Assim, conclui-se que a adição de 20% de fibras de coco verde é uma proporção eficaz para estabilizar o adobe, melhorando sua coesão e desempenho mecânico, enquanto teores superiores resultam em perda de resistência.

**Palavras chaves:** Adobe; Coco verde; Fibra vegetal; Sustentabilidade; Terra crua.

## ABSTRACT

Civil construction is one of the anthropogenic activities that most impacts the environment, from the extraction of raw materials to high energy consumption. As a sustainable alternative, the use of raw earth stands out, especially in the adobe technique — brick molded without cooking, does not use any energy and does not require specialized labor. However, its main limitation is its low mechanical resistance, requiring stabilization with other materials. This study analyzed the use of green coconut fibers (*Cocos nucifera* L.) as a stabilizing additive to improve the properties of adobe bricks. Samples with different proportions of fibers were produced: 0%, 10%, 20%, 30% and 40%, called F0 to F4 families, respectively. The fibers were obtained by maceration of the green coconuts, and the bricks were subjected to compression tests with an EMIC 2000 kN press. Visually, F0 showed many cracks at greater thicknesses, while bricks with fibers showed better cohesion and fewer cracks. The F2

family (20% fibers) had the best visual and mechanical performance, indicating that this proportion improves compressive strength. On the other hand, the groups with 30% and 40% of fibers had reduced strength, suggesting that the excess of fiber compromises the structural integrity of the bricks. Thus, it is concluded that the addition of 20% of green coconut fibers is an effective proportion to stabilize the adobe, improving its cohesion and mechanical performance, while higher contents result in loss of strength.

**Key-words:** Adobe; Green coconut; Vegetal fiber; Sustainability; Raw earth.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil se configura como uma das práticas que mais agridem o meio ambiente atualmente, causando grandes impactos ambientais em função, principalmente, do consumo de recursos naturais, da demanda por energia para a sua transformação e da má destinação dos resíduos gerados (Mattes, 2019). Faria (2002) assegura que a extração de argila dos barreiros – de uma forma predatória para a produção de tijolos cerâmicos – e o descarte inadequado dos resíduos de tijolos queimados gera, dentre outros impactos, grandes alterações da paisagem. Dessa forma, surge a necessidade de novos estudos e técnicas mais naturais que conciliam as atividades socioeconômicas com o meio ambiente, diminuindo as consequências dessas atividades antrópicas.

Nesse contexto, uma das formas construtivas mais adequadas é a de terra crua, apontada como uma das primeiras formas de construção que a humanidade conheceu e que se utiliza de um material abundante em todo planeta: a terra (Barroso, 2016). Ainda hoje, são várias as técnicas construtivas que fazem uso desse material, como por exemplo: taipa de pilão, taipa de mão (ou pau-a-pique), terra ensacada e adobe.

Verticalizando essas abordagens, interessa-nos discutir sobre esta última, uma técnica tradicional de alvenaria, na qual o processo de fabricação do bloco consiste em amassar a terra, deixando-a descansar por alguns dias e, ainda úmido, colocá-la em fôrmas para, em seguida, secar à sombra (Araújo, 2009).

Nesse sentido, a técnica do adobe apresenta importantes vantagens para as edificações de baixo custo, cujo objetivo é mitigar os impactos ambientais causados pela construção, haja vista que a matéria prima pode ser retirada no próprio local da obra, reduzindo os custos de transporte; não demanda mão de

obra especializada; utiliza baixo consumo de água para sua fabricação; não faz uso de nenhuma energia para sua produção e proporciona ainda um excelente conforto térmico (Pereira, 2019). Em contrapartida, em contato com as intempéries, essa técnica sofre desgaste e erosão, tornando-se necessário medidas para um melhor desempenho construtivo, como, inclusive, a utilização de outros recursos além da terra crua.

Segundo Gusmão (2020), as características da terra podem ser melhoradas por meio de um processo de estabilização, através do qual o solo recebe a adição de certos materiais para potencializar suas propriedades. Dentre os métodos mais utilizados está a adição de fibras, que permite a diminuição das fissuras durante o processo de secagem do adobe, melhorando o seu comportamento acústico e aumentando a sua resistência mecânica (Pereira, 2019). As fibras podem ser de vidro, aço ou de origem vegetal, sendo as últimas mais adequadas quando se busca um caráter mais sustentável. Neste cenário, pode-se citar a fibra proveniente dos *cocos nucifera* L., mais especificamente do seu mesocarpo (casca).

São inúmeras as vantagens da adição de fibra de coco como estabilizante natural nas construções de terra crua. O baixo custo do coco verde e sua grande facilidade de comercialização acabam gerando um aumento do seu consumo e, também, provocando impactos ambientais acarretados pelo seu descarte, geralmente inadequado. Em função do volume e do longo tempo de decomposição, cerca de 12 anos, o coco verde traz dificuldades logísticas para as cidades, como por exemplo, a diminuição do tempo de vida útil dos aterros sanitários e lixões (Gonçalves, 2019).

A casca do coco é responsável por cerca de 85% do peso do fruto. Contém alto teor de lignina, e, por isso, sua degradação ocorre mais lentamente em relação às outras fibras vegetais. Além da celulose e do lenho, que lhes confere rigidez e dureza, ela possui também rugosidade superficial, que aumenta a aderência entre a matriz, solo que constitui o adobe e a fibra (Monteiro et al, 2006; Senhoras, 2003).

Bonato *et al.* (2014), afirmam que as principais características dos compósitos reforçados com fibras de cocos são: baixa densidade, grande percentual de alongamento e baixos valores para a resistência à tração e módulo de elasticidade. A sua utilização tende a diminuir a densidade do material com um

bom potencial de alongamento e média capacidade de reforço, porém com possibilidades de melhorar o desempenho da interação fibra matriz devido à ação aglutinante da lignina. As fibras naturais existem em abundância e têm seu uso motivado por serem renováveis, biodegradáveis, disponíveis e de baixo custo. No entanto, acabam sendo um problema de ordem ambiental, se não forem tratadas com devida relevância. Logo, é de responsabilidade dos pesquisadores explorar soluções possíveis do ponto de vista econômico, ecológico, ambiental e tecnológico. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar a resistência do tijolo de adobe com adição de fibras de cocos verdes descartados e a possibilidade de reciclagem para construção civil.

## **2 METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos adotados para atender aos objetivos postulados para esse trabalho, ou seja, os ensaios e a produção dos tijolos de adobe com adição de fibras de *cocos nucifera* L. foram executados no Laboratório de Tecnologia das Construções do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Recife (IFPE).

### **2.1 Coleta e preparo do solo**

A coleta do solo foi realizada no município de Moreno – PE. O critério adotado foi a possibilidade de estudos futuros no local. Com auxílio de uma pá e chibanca, removeu-se, no primeiro momento, a camada superficial de 30 a 40 cm, a qual retém a maior concentração de matéria orgânica (Barroso, 2016). Os solos utilizados na produção do adobe devem ser livres de matéria orgânica, por isso, geralmente são coletados no subsolo, também chamado de horizonte B. Foram coletados 365,10 kg de solo e transportados para o Laboratório do IFPE. O material foi estocado em balde, a fim de manter sua umidade natural, dessa forma permite que a argila absorva e perca água gradualmente, e depois foram realizados os ensaios de caracterização: preparação das amostras do solo (ABNT NBR 6457:2016); análise granulométrica (ABNT NBR 7181:2016); determinação limites de plasticidade (LP) (ABNT NBR 7180:2016) e determinação limites de liquidez (LL) (ABNT NBR 6459:2016).

## 2.2 Coleta e preparo das fibras de cocos *nucifera* L

Inicialmente, foram coletados 6 cocos verdes, que seriam descartados, em uma barraca de lanches em frente do IFPE. Em sua preparação, os cocos foram quebrados com auxílio de marretas, luvas de borracha, óculos de proteção e batas. Após a maceração, ocorreu o processo de desfiação manual (figura 1), quando as fibras foram separadas das demais matérias orgânicas e deixadas expostas ao sol. Passado 24 horas (figura 2), foi realizada a lavagem mecânica das fibras, separadamente de acordo com o fruto de origem, por meio de uma betoneira CSM de 180 litros. Para cada lavagem, foram utilizados 36 litros de água. Em seguida, as fibras passaram por outro processo manual de separação, com um intuito de deixá-las mais espaçadas, facilitando o processo de secagem. Por fim, foram colocadas em bandejas metálicas e expostas ao sol até secarem por completo (figura 3), totalizando 8 dias nesse processo. Durante a secagem, uma vez ao dia, elas eram reviradas para uma secagem melhor e mais rápida. Depois de secas, foi possível pesá-las, obtendo a média de 76,36 g por fruto e um total de 350g.

Figura 1 - Processo manual de maceração e desfiação das fibras de *cocos nucifera* L.



Fonte: Autor (2019)

Figura 2 – Fibras separadas das demais matérias orgânicas e deixadas expostas ao sol



Fonte: Autor (2019).

Figura 3 – Secagem das fibras ao sol



Fonte: Autor (2019).

### **2.3. Moldagem dos tijolos de adobes com adição de fibras de cocos *nucifera L***

Para a produção dos tijolos de adobe com adição de fibras de cocos *nucifera L.*, adotaram-se 5 famílias (tabela 1), sendo uma delas sem adição de fibras (F0 - família de referência). Cada família utilizou 72 kg de solos, equivalente a 3 baldes de 18 litros para produzir, a princípio, 12 tijolos.

Tabela 1 - Quantidade de materiais utilizados no processo de moldagem de 60 tijolos de adobe

Família N°	Porcentagem de fibras (%)	Peso do solo (Kg)	Quantidade de água para moldagem (L)
F0	0%	72	14
F1	10%	72	12
F2	20%	72	12
F3	30%	72	13
F4	40%	72	13

Fonte: Autor (2019)

Definido os percentuais de fibras em relação ao volume total de solo utilizado para cada percentual, o próximo passo foi espalhar o solo em uma lona plástica, a fim de facilitar o manuseio e a limpeza futura do local, dando início ao processo de destorroamento e molhagem, sem atingir a consistência plástica e, em seguida, o repouso por 48 horas. O objetivo foi hidratar as argilas, dissolver os torrões e misturar os constituintes do solo, resultando em uma melhor homogeneização (Neves e Faria, 2011). Após este processo, o solo foi amassado intensamente com os pés, com o auxílio de uma enxada, o método mais tradicional, além de não requer nenhum equipamento industrial (Araujo, 2009). Isso também evita que as lâminas de argila se agrupem, o que provocaria a redução da resistência mecânica (Minke, 2022). Em seguida, o solo foi misturado aos diferentes percentuais de fibra de cocos *nucifera* L., com o auxílio de uma pá.

Estando bem homogeneizado, acrescentou-se a água, medida com o auxílio de um béquer de 1L, cuja quantidade foi definida na medida em que a mistura se apresentou com uma consistência plástica, ou seja, formando uma massa capaz de ser moldada com as mãos (Pereira, 2019). Depois de amassado, o solo foi posto em fôrmas de madeiras (figura 4), então, molhou-se a forma para facilitar a desforma. Aplicou-se a mistura com as mãos, na forma de madeira, com dimensões de 10x12x25 cm, atentando para que ela preenchesse todos os espaços. Logo após o preenchimento total, utilizou-se uma régua de alumínio para retirar o excesso de solo, a fim de nivelar a superfície, desformando em seguida no ângulo de 90°. As formas podem ser de madeiras ou metálicas, com vários tamanhos e modelos, retangulares e quadradas são as mais comuns, sempre com apoios laterais para as mãos, o que facilita a produção e desforma do tijolo de adobe.

Por fim, os tijolos foram postos para secagem em uma placa de madeira à sombra, por 20 dias (figura 5). O local ideal da cura do adobe deve ser coberto, para que a perda da umidade seja de forma gradual e a secagem seja uniforme, o que evita o fenômeno de contração e o aparecimento de trincas (Corrêa *et al.* 2006). Após alguns dias, quando já é possível a manipulação do tijolo sem que ocorra a deformação, o bloco foi girado para que ocorresse a secagem uniformes em todas as faces (Achenza *et al.*, 2008). Para verificar se os tijolos de adobe estavam completamente secos, um objeto perfurante foi usado, para inspecionar seu interior e visualizar se estava totalmente seco (Araújo 2009). Após a secagem, foi utilizado o equipamento calibrador de folga de 20 lâminas com espessuras entre 0,05 e 1,00 mm, para quantificar o número de fissuras, bem como suas espessuras. Em seguida foram armazenados no Laboratório de Tecnologia das Construções do IFPE, organizados conforme cada família, sendo a estocagem dos blocos de adobe em local protegido das intempéries, para posteriormente realizar o ensaio de compressão mecânica.

Figura 4 - Moldagem manual dos blocos de adobe



Fonte: Autor (2019).

Figura 5 - Corpos de prova após moldagem e secagem à sombra



Fonte: Autor (2019).

## 2.4 Ensaios de resistência à compressão

Avaliação da resistência à compressão simples foi executada segundo a norma ABNT NBR 10836:2013 - Bloco de solo-cimento sem função estrutural, utilizando a prensa servo controlada EMIC 2000 kN (figura 6). As duas faces dos corpos de prova foram regularizadas (capeamento) em gesso para melhor distribuição da carga. Após a secagem do gesso, que ocorreu no mesmo dia, as amostras foram levadas para determinar a resistência à compressão em Mpa.

Figura 6 - Ensaio de resistência a compressão em uma prensa controlada EMIC 2000 kN



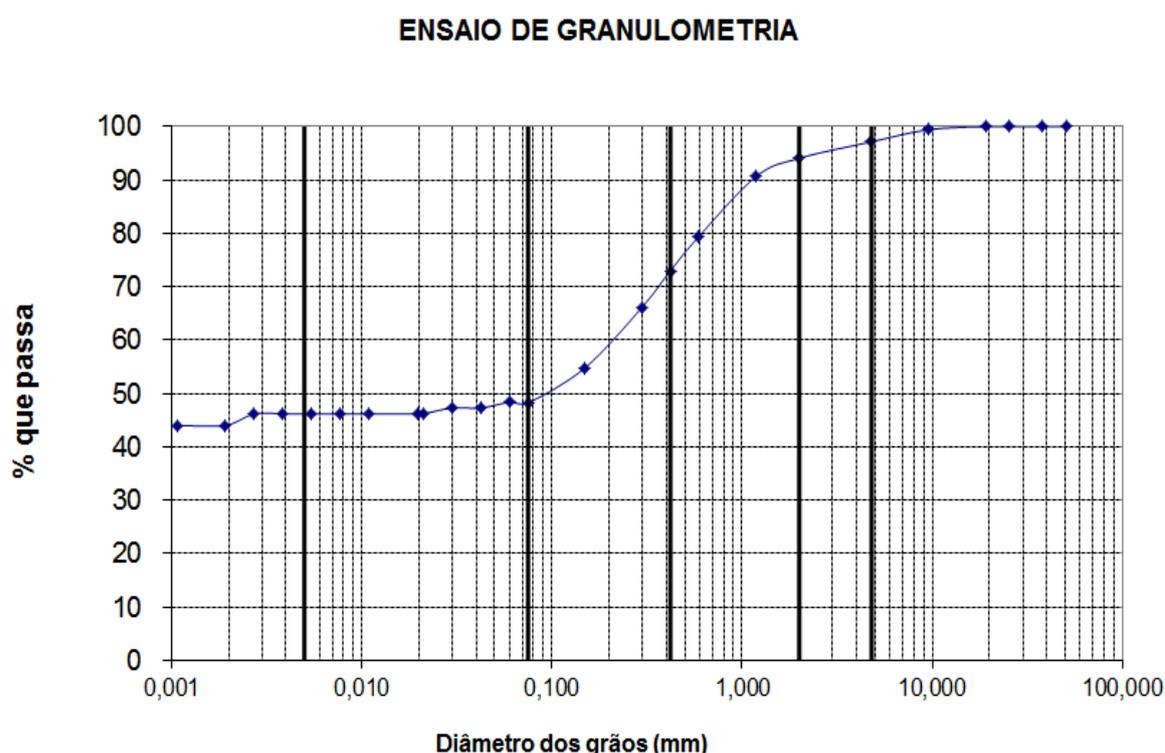
Fonte: Autor (2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise e caracterização do solo utilizado para a produção de adobe

Através da análise granulométrica, realizada conforme NBR 7181:2016, pode-se observar que o solo contém grande percentual de argila (Figura 7), distanciando-o do ideal indicado pela literatura, que recomenda para a fabricação de tijolos de barro o solo franco-arenoso com pouco silte (textura granular, mas com argila e silte suficientes para gerar coesão, predominam as características da areia) (Neves E Faria, 2011). Se o solo selecionado tiver muita argila em contato com a umidade, ocorre o processo de expansão do material. Quando fica seco, acontece o encolhimento, aumentando o risco de aparecimento de rachaduras no adobe. Se houver muita areia ou silte, pode faltar coesão interna, já na falta de argila, o adobe fica suscetível a se desintegrar, além de diminuir a resistência à compressão. Cada solo requer uma análise específica. Alguns autores, como Doat et al (1979) e Bouth (2025), indicam a composição ideal para produzir os tijolos de adobe. Eles estabelecem que o solo mais adequado para a produção de tijolos deve ter entre 55 e 75% de areia, 10 e 28% de silte e 15 a 18% de argila. Sua mistura ideal é de aproximadamente 20% de argila e 80% de areia.

Figura 7: Curva granulométrica



Fonte: Autor (2019).

Tabela 2 - Resultados obtidos pela determinação do valor de Atterberg associado à granulometria

Limite de Liquidez (LL)	Limite de Plasticidade (PL)	Índice de plasticidade (PI)	umidade média	Densidad e Real Média
39%	20%	19%	1,64%	2,69g/m <sup>3</sup>

Fonte: Autor (2019).

De acordo com a curva, a composição granulométrica do solo contém proporções de: 46,20 % de argila, 2,06 % de silte, 48,88% de areia e 2,86% de brita. A partir dos testes, também foi possível verificar o índice de plasticidade (IP) equivalente a 19%, obtido a partir da diferença entre o limite de liquidez (LL) 39% e o limite de plasticidade (PL) 20%. Solo com IP superior a 15% é classificado como sendo altamente plástico (Caputo,2022).

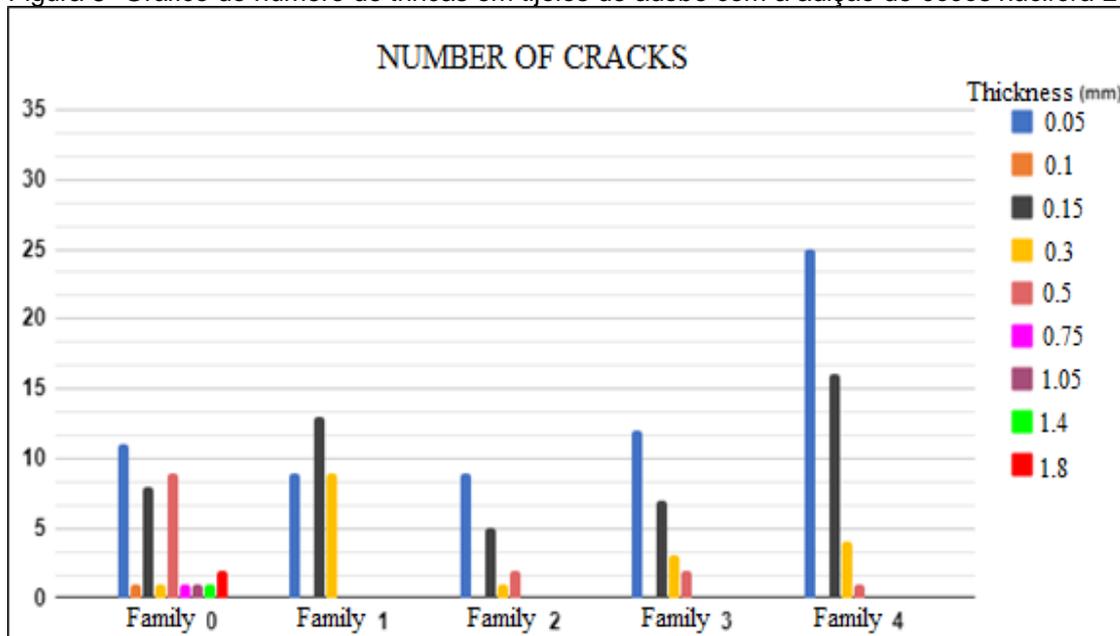
A plasticidade consiste na maior ou menor capacidade dos solos de serem moldados sob determinadas condições de umidade, sem variação de volume. O sistema de classificação do H.R.B (Highway Research Board) utilizado indica que o solo em estudo compreende os do grupo A-6, ou seja, fino e argiloso, classificado como material argiloso arenoso com ou sem brita (Caputo ,2022).

Conhecendo-se os valores do Limite de Liquidez, do Índice de Plasticidade e da Umidade Média do solo, foi possível calcular o índice de consistência (IC), o solo em estudo apresentou o IC igual a 1,97, de acordo com a classificação da literatura utilizada (Caputo, 2022). Esse tipo de solo possui consistência dura, uma vez que seu IC é maior que 1,00. O índice de consistência é um indicativo da capacidade do solo em resistir a tensões de compressão em seu estado natural (Almeida, 2005).

Embora o solo tenha apresentado resultados diferentes do ideal para a produção de tijolos de adobe, a literatura discute que exceto os solos com matéria orgânica, não há um único critério no ambiente técnico que relacione característica do solo com as técnicas construtivas, pois, em geral, os fatores decisivos estão diretamente ligados à cultura e tradição no processo construtivo, em vez do tipo de solo disponível (Neves e Faria, 2009). O solo também pode ter suas características melhoradas através do processo de estabilização, recebendo a adição de materiais como a fibra de *cocos nucifera* L., objeto de estudo desta pesquisa.

### 3.2. Análise visual de tijolos de adobe com adição de fibras de *cocos nucifera* L

Figura 8- Gráfico do número de trincas em tijolos de adobe com a adição de *cocos nucifera* L



Fonte: Autor (2019).

Na análise visual apresentada na Figura 8, a família F0 foi a única que apresentou fissuras cujas espessuras foram de com 0,75 mm, 1,05 mm, 1,4 mm e 1,8 mm (Figura 9). Por outro lado, as famílias que tiveram fibras adicionadas evidenciaram menores quantidades e espessuras em relação à F0 quanto ao grau de fissuras; dado que, na família F1, elas tiveram, predominantemente, espessuras de 0,15 mm e, nas famílias F2 e F3, 0,05 mm. Por sua vez, na família F4, com maior percentual de fibras, observou-se maior número de fissuras quando comparada às demais famílias, inclusive sem adição. A maior ocorrência de fissuras foi de 0,05 mm e 0,15 mm de espessuras. No entanto, em relação à F0, as fissuras da família F4 ainda são insignificantes, pois, na análise visual, verifica-se que as fissuras da família F0 são mais propensas a influenciar as características físicas do tijolo abobe. Por terem uma espessura maior, facilitam a penetração de água, acelerando o processo de degradação, interferindo também no isolamento térmico, além de poderem reduzir a resistência a compressão.

Figura 9- Tijolo com 0% de adição de fibra com fissuras até 1,8mm



Fonte: Autor (2019).

Figura 10 – Tijolo com adição de 20% de fibras



Fonte: Autor (2019).

As principais finalidades das matrizes de reforço com fibras estão relacionadas ao aumento da resistência à tração, à flexão e ao impacto, prevenindo ou retardando o aparecimento de fissuras, o que reduz sua abertura, podendo proporcionar maior capacidade de absorção de energia antes da ruptura (Silva *et al.*, 2008). A rugosidade superficial das fibras de coco, particularmente as saliências dispostas como fileiras de pequenos nódulos, auxilia na adesão da matriz durante o processo de cura e, assim, melhora a tensão interfacial, levando a uma melhor resistência mecânica do compósito (Senhoras, 2004). Quanto ao uso de reforço fibroso, elas formam uma armadura que distribuem de maneira uniforme as tensões sofridas pela estrutura de terra (ZAPATA,2017; Ponte, 2012; Pinto 2008).

### **3.3. Análise da resistência à compressão de tijolos de adobe com adição de fibras de *cocos nucifera* L**

A Tabela 4 detalha os resultados médios do ensaio de resistência à compressão dos adobes com fibras de *cocos nucifera* L. Verificou-se que a tensão admissível na família com 20% (F2) foi compatível com a família referencia (F0). As famílias com os percentuais de 30% e 40%, apresentaram redução na força. Oliveira (2016) ressalta que o excesso de fibras no tijolo de adobe pode comprometer a resistência do material, pois interfere na compactação adequada da mistura e prejudica a coesão entre os seus componentes.

Tabela 4 - Resistência média à compressão dos tijolos

Nº de Família	Porcentagem de fibras (%)	Médias da tensão (Mpa)
<b>F0</b>	0%	4,316
<b>F1</b>	10%	3,966
<b>F2</b>	20%	4,314
<b>F3</b>	30%	3,634
<b>F4</b>	40%	3,525

Fonte: Autor (2019).

#### 4. CONCLUSÃO

A família 20% (F2) apresentou maior coesão visual. Assim, conclui-se que houveram resultados positivos na retração e expansão do tijolo de adobe com esse percentual de fibras e para essas características de solo. Os resultados médios do ensaio de resistência à compressão mostraram que a tensão admissível da família com 20% (F2) foi compatível com a família de referencia (F0). As famílias com os percentuais de 30% e 40%, apresentaram redução na tensão admissível. Todavia, verificou-se também que a adição de maiores porcentagens de fibra aos tijolos resultou em perda de resistência em relação aos tijolos testados com menores porcentagens. Como sugestão para estudos futuros, é possível considerar a realização de testes com novas porcentagens de fibras e solos com diferentes características, além de caracterização química das fibras de coco.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6457**: Solos — Preparação de amostras para ensaios de compactação, caracterização e determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6459**: Solo — Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7180**: Solo — Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181**: Solo — Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10836**: Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ACHENZA, M.; SANNA, U. **I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna**: il manuale tematico della terra cruda. Sardegna: Itaca, 2008.

ALMEIDA, G. C. P. **Caracterização física e classificação dos solos**. 2005. Disponível em: [http://ufrj.br/institutos/it/deng/rosane/downloads/material%20de%20apoio/APOS\\_TILA\\_SOLOS.pdf](http://ufrj.br/institutos/it/deng/rosane/downloads/material%20de%20apoio/APOS_TILA_SOLOS.pdf). Acesso em: 22 out. 2024.

ARAUJO, H. G. **Manualização de construções em adobe**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BARROSO, P. R. **Recuperação de Construções em Terra Crua**. Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2016.

BOUTH, J. A. C. **Estudo da potencialidade da produção de tijolos de adobe misturado com outros materiais**: uma alternativa de baixo custo para a construção civil. 2005. 82 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15542>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BONATO, M. M.; BRAGANÇA, M. O.; Portella, K. F.; Vieira, M. E.; Bronholo, J. L.; dos Santos, J. C. M.; Cerqueira, D. P. **Argamassas fotocatalíticas e concretos com adição de fibras de coco e sisal para a redução de impactos ambientais de gases poluentes**, Rel. Técnico de Pesquisa UFPR/LACTEC/COELBA, Curitiba, PR, 2014.

CAPUTO, H. P.; CAPUTO, A. N. **Mecânica dos Solos: Teoria e Aplicações**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2022.

CORRÊA, A. A. R.; Teixeira, V. H.; Lopes, S. P.; Oliveira, M. S. D. **Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua)**. Ciência e agrotecnologia, 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000300017&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000300017&script=sci_arttext). Acesso em: 20 dez. 2024.

DOAT, P.; HAYS, A.; HOUBEN, H.; MATEK, S.; VITOUX, F. **Construire en terre**. França: GAMMA; CRATerre, 1979. 670 p.

FARIA, O. B. **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, 2002.

GONÇALVES, Max Filipe Silva *et al.* Logística reversa do resíduo de coco verde. **Revista LOGS: Logística e Operações Globais Sustentáveis**, v. 1, n. 1, 2019.

GUSMÃO, Luciana Regina Cajaseiras de. **Influência de ciclos secagem-molhagem no comportamento hidráulico-mecânico de misturas compactadas de solo argiloso com fibras de coco verde**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

MATTES, Wilmar. **A construção civil e o desenvolvimento sustentável**. 2019. Documento eletrônico. Disponível em: <https://vivagreen.com.br/greenarq/construcao-civil-e-odesenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 10 abr 2024.

MINKE, G. **Manual de Construção com Terra: a Terra Como Material de Construção e seu uso na Arquitetura**. Solisluna Editora; 1ª edição, Volume 1, 2022.

MONTEIRO, S. N., TERRONES, L. A. H., CARVALHO, E. A., ALMEIDA, J. R. M. Efeito da interface fibra/matriz sobre a resistência de compósitos poliméricos reforçados com fibras de coco. **Revista Matéria**, v. 11, p. 395-402, 2006.

NEVES, C. M. M; FARIA, O. B; ROTONDARO, R.; CEVALLOS, P. S.; HOFFMANN, M. V. **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra**: práticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA, 2009.

NEVES, C. M. M; FARIA, O. B. **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP / PROTERRA, 2011. 79 p. Disponível em: <https://redproterra.org/pt/publicacoes-proterra/>. Acesso em: 04 out. 2024.

OLIVEIRA, Priscila Fernanda Silva de. **Resistência mecânica de tijolos de terra crua com adição de diferentes níveis de fibras de coco**. 2016. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO. Disponível em: <https://repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/4850>. Acesso em: 24 abr. 2025.

PEREIRA, L. H. M. **Edificações sustentáveis**: construções com tijolo de adobe. Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído), Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

PINTO, A.R.A.G., 2008. **Fibras de Carauá e Sisal como Reforço em Matrizes de Solo**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, PUC-Rio, Brasil, 103p.

PONTE, M. M. C. C. **Arquitetura de terra**: o desenho para a durabilidade das construções. Tese de Doutorado. Dissertação de M. Sc, Universidade de Coimbra, Portugal, 2012.

SENHORAS, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco**: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco-eficientes. Monografia. Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SENHORAS, E. M. Oportunidades da Cadeia Agroindustrial do Coco Verde: do coco verde nada se perde, tudo se desfruta. **Revista Urutágua**, Maringá, n. 5, p. 08-11, 2004.

SILVA, I. I. S. A.; LAGO, L. B.; SOARES, J. P.; SOUZA, P. S. L. **Avaliação do uso de fibra de coco em compósitos cimentícios**. In: **Congresso brasileiro do concreto**, 50, 2008, Salvador. Anais. Salvador: IBRACON, 2008, p. 17.

ZAPATA, V. B. B. **Adobe estabilizado con extracto de cabuya**. Tese de Doutorado. Tesis para optar el Título de ingeniería civil, Universidad Nacional de Piura, Piura, 2017. Disponível em:[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI\\_237.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1). Acesso em: 15 jul. 2024.