

TIJOLO DE SOLO-CIMENTO COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE COCO COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA CONSTRUÇÃO

Franco Felix Caldas Silva⁽¹⁾, Gisela Azevedo Menezes Brasileiro⁽²⁾, Igor dos Santos Silva⁽³⁾, Vitor Fernandes Lima Feitosa⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Civil, Discente do Instituto Federal de Sergipe, francofcs92@hotmail.com; ⁽²⁾Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais, Docente do Instituto Federal de Sergipe, gisela.brasileiro@ifs.edu.br; ⁽³⁾Graduando em Engenharia Civil, Discente do Instituto Federal de Sergipe, igor125ed@gmail.com; ⁽⁴⁾Graduando em Engenharia Civil, Discente do Instituto Federal de Sergipe, vitor_fernandeslf@outlook.com.

Resumo: A intensa degradação à qual o meio ambiente foi submetido ao longo dos anos mostra suas consequências das mais diversas formas, seja por meio de drásticas alterações climáticas ou por grandes alterações na fauna e na flora de diferentes regiões. Abordada a problemática ambiental, outra esfera que chama atenção é o déficit habitacional. A cidade de Aracaju, como todas as capitais, em geral, apresenta um grande déficit habitacional. Para a engenharia civil, com esse alarmante quadro, a busca por alternativas sustentáveis de construção torna-se imprescindível a fim de promover um desenvolvimento consciente. Visando a adequação das anteriormente citadas instâncias, bem como o cumprimento de requisitos técnicos, os tijolos de solo-cimento, também conhecidos como tijolos ecológicos, apresentam-se como uma alternativa viável e cada vez mais difundida nos meios científicos. Sua disseminação frente à população caminha à medida que pesquisas ratificam seu bom desempenho. No âmbito dos tijolos de solo-cimento, a reutilização de materiais que seriam destinados ao descarte torna-se um caminho promissor, aliando atendimento de especificações à menor degradação ambiental. O presente artigo aborda a adição de fibras de coco ao tijolo ecológico, evidenciando, por meio da análise de estudos existentes, as vantagens da sua utilização frente aos tijolos convencionais, seja em requisitos técnicos seja em requisitos financeiros. O ganho de

resistência obtido com a adição da fibra de coco, bem como o aumento na sua ductilidade, faz com que o tijolo ecológico com adição de fibras de coco tenha sua utilização validada como elemento de vedação para residências populares.

Palavras-chave: Bloco ecológico. Materiais alternativos. Desenvolvimento sustentável.

Abstract: The intense degradation to which the environment has been submitted over the years, shows its consequences in several ways, either through drastic climatic changes or by major changes in fauna and flora of different regions. Approached environmental problem, another point that draws attention is the deficit housing. The Aracaju city, as well as all capitals in general, presents a large housing deficit. For civil engineering, with this alarming framework, the search for sustainable construction alternatives becomes essential in order to promote conscious development. Aiming at the adequacy of the instances cited above, as well as compliance with technical requirements, the soil-cement bricks, also known as ecological bricks, are presented as a viable and increasingly widespread alternative in scientific circles. Its spread to the population evolves as research ratifies its good performance. In the case of soil-cement bricks, the reuse of materials that would be destined for disposal becomes a promising route, combining specifications with the lowest environmental devastation. The present

article approach the addition of coconut fibers to the ecological brick, showing with the analysis of existing studies the advantages of its use against conventional bricks, whether in technical requirements or in financial requirements. The gain of resistance obtained with addition of coconut fiber, as well as the increase in its ductility, makes that the ecological brick with coconut fibers has its use validated as a sealing element for popular residences.

Keywords: Ecological block. Alternative materials. Sustainable development.

INTRODUÇÃO

A constante e progressiva deterioração ambiental seguida da limitação dos recursos naturais tornou-se ao longo das últimas décadas assunto de debates a nível mundial. A busca por materiais que degradem muito pouco, ou nada, apresenta-se como uma ferramenta de grande utilidade para conter ou minimizar o quadro de devastação ambiental enfrentado atualmente. Aliado a essa importante busca por uma construção mais sustentável, tem-se a busca pelo barateamento dos custos, que atendam principalmente a pessoas de baixo poder aquisitivo.

Nas cidades brasileiras a falta de moradia desenha-se como um gravíssimo problema de caráter social, e de difícil resolução. No que diz respeito ao estado de Sergipe, Martins e Cruz (2014) afirmam que os dados com relação ao déficit habitacional estão evoluindo ao longo dos anos.

A parcela da população que não possui condições financeiras suficientes para obter uma moradia seguindo os critérios mínimos para uma habitação, pode terminar fazendo de moradia locais inadequados, seja em ambientes públicos, praças, nas calçadas, em parques, ou em encostas. Além disso, por falta de alternativas para essa parcela da população, o que ocorre por vezes é a construção de moradias com materiais inadequados para tal fim e sem o acompanhamento de um profissional habilitado.

Tratando do problema da sustentabilidade, o setor da construção afeta significativamente o meio ambiente. Pelo setor citado é consumido a nível mundial 40% da produção total de energia, entre 12 e 16% de toda a água, 25% de toda a madeira, 32% de recursos não renováveis e renováveis, e emitido 35% de CO₂ de acordo com Darko et al. (2017). Os dados apresentados mostram como esse ramo contribui para a degradação ambiental, fazendo com que seja imprescindível que sejam repensadas as formas de utilização dos recursos disponíveis e o descarte dos mesmos.

É justamente nesse hiato entre problemas e soluções que os tijolos de solo-cimento se apresentam como uma das alternativas viáveis na busca por construções mais sustentáveis e menos custosas.

O solo-cimento, segundo a norma NBR 10833, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, é a mistura homogênea composta de solo, cimento Portland e água em proporções estabelecidas por norma, que é comprimida através de uma prensa e endurecida, sem a necessidade de queima. O processo de fabricação dos tijolos constitui-se basicamente de preparação do solo, preparo da mistura, moldagem, cura e armazenamento do mesmo (ABNT, 2013).

Segundo Brito (2018), o solo-cimento é uma mistura de fácil obtenção, com propriedades compatíveis para a sua utilização, além de apresentar um aspecto ecológico quando comparado às argamassas tradicionais de cimento e areia.

Por suas características, o tijolo de solo-cimento, que também é conhecido como tijolo ecológico, quando utilizado como alvenaria pode desprezar o chapisco e emboço, aplicando-se a pintura diretamente sobre sua superfície.

Os tijolos ecológicos são produzidos com matéria prima natural de alta disponibilidade e de baixo custo, uma vez que o solo é o componente que entra em maior quantidade na mistura e geralmente é empregado o solo do próprio local da construção da obra.

Para promover esse material construtivo e facilitar sua aceitação por parte dos consumidores, é imprescindível o desenvolvimento constante de

pesquisas com o intuito de aumentar o leque de conhecimento a respeito do tijolo de ecológico.

O tijolo de solo-cimento ainda pode receber adições a fim de melhorar suas propriedades. Há pesquisas que realizaram adição de cinza de casca de arroz e serragem como observado em Gonçalves et al. (2017).

Nesse trabalho, o foco é o tijolo de solo-cimento com adição de fibras de coco, por tratar-se de um resíduo abundante no estado de Sergipe.

No que diz respeito à cultura do coco no Brasil, de acordo com Martins e Jesus (2014), o aumento no cultivo e produção de coco é percebido em várias partes do mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais do fruto e Sergipe o segundo maior produtor de coco do país, com a Bahia ocupando a primeira colocação.

A grande produção de coco no Brasil não conta com um descarte adequado. Conforme relata a Agência Embrapa de Informações Tecnológicas - Embrapa, no ano de 2014, a região Nordeste foi responsável pela geração de 729 mil toneladas de resíduos na forma de casca de coco.

Lopes et al. (2018) relata que o desenvolvimento da produção do coco torna-se um problema no que diz respeito à destinação final desse produto, ou seja, onde descarta-lo após o consumo. O problema ocorre por esses resíduos não serem destinados para um local adequado, sendo descartados em lixões e aterros. Dessa forma, essa situação é preocupante uma vez que esse resíduo pode demorar cerca de dez anos para ser decomposto, segundo Souza et al. (2015). O acúmulo em local indevido, somado ao fato da lenta decomposição do coco cria a necessidade de espaços cada vez maiores para armazenar o descarte desse produto.

Com relação à utilização do coco, Lopes (2018) diz que há diversas vantagens inclusive sociais no seu uso, ressaltando também a importância de promover medidas visando diminuir os impactos ambientais e aumentar a reutilização de resíduos gerados.

No Instituto Federal de Sergipe - IFS, atualmente existem grupos de pesquisa promovendo

a investigação do comportamento dos tijolos de solo-cimento. Nosso grupo de pesquisa aborda o comportamento de tijolos de solo-cimento com adição de fibras e pó de coco, avaliando o seu desempenho físico e mecânico. O tijolo ecológico também é objeto de estudo de outros grupos de pesquisa na mesma instituição de ensino.

Por meio da análise de artigos já publicados constata-se que o tijolo de solo-cimento é um material promissor no que diz respeito à sua utilização prática, porém que ainda carece de investigação.

Dessa forma, faz-se evidente a necessidade da busca de métodos que visem uma construção mais sustentável, que tenham como premissas o uso consciente dos recursos naturais bem como a melhoria social que é possível ser realizada com o desenvolvimento de tais métodos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo baseou-se em uma revisão da literatura especializada, bem como em normas relacionadas e afins. As normas para embasamento traçam requisitos referentes aos ensaios necessários para a validação da utilização do tijolo de solo-cimento, abrangendo desde a caracterização da amostra de solo utilizada até os ensaios para verificação das propriedades mecânicas do produto final.

Como o presente estudo aborda como situações problema tanto a degradação ambiental causada pelo descarte indevido do coco quanto o problema do déficit habitacional, foi necessário à realização de pesquisa nesses dois campos. Assim, realizou-se levantamento de dados em bibliografia especializada.

Em seguida iniciou-se a pesquisa referente ao tijolo ecológico. Foram estudadas as normas da ABNT e boletins técnicos da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, que possui um vasto acervo que aborda diversas questões referentes ao solo-cimento, seja a utilização do solo cimento para fabricação de paredes monolíticas, seja para a fabricação de tijolos de solo-cimento.

Então o estudo voltou-se para artigos rela-

cionados, tanto nacionais quanto internacionais. O critério de seleção foi analisar artigos que apresentassem os resultados mecânicos de tijolos de solo-cimento com adição de fibras de coco. A busca nos meios digitais foi realizada utilizando as palavras-chave solo-cimento com adição de fibra de coco e tijolos ecológicos acrescidos de fibras de coco.

De posse de todo esse material buscou-se analisar e compreender os critérios que os autores utilizaram para nortear seus trabalhos, bem como quais foram os possíveis motivos que conduziram aos resultados encontrados.

A etapa seguinte foi formular as conclusões cabíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Borges et al. (2018) promovem um estudo comparativo entre os resultados obtidos com relação à viabilidade da fabricação de tijolos de solo-cimento com adição de fibra de coco, obtendo conclusões satisfatórias, observando o cumprimento de requisitos ambientais e técnicos.

Nascimento e Galvão (2016) verificaram que a utilização da fibra de coco no compósito contribuiu de forma significativa para o conforto térmico e a resistência, quando utilizada em alvenaria de vedação.

Conforme afirma Oliveira (2011), as fibras de coco apresentaram grande potencial para aplicações, funcionando como reforço em solo-cimento. Também foi observado que os corpos de prova de solo-cimento estudados atenderam às condições mínimas de resistência decorridos os 28 dias de idade. Uma observação pertinente feita por Oliveira (2011) é que se constatou que as fibras reagiram como obstáculos, impedindo a propagação de fissuras. Também foi relatado que, de posse dos resultados, foi possível concluir que o material à base de solo-cimento-fibra atende aos requisitos ambientais, bem como possui características que o promovem como material viável para utilização na construção civil, mais especificamente para produção de tijolos modulares destinados para habitações.

Abdullah (2011) diz que as fibras de coco podem ser utilizadas como elemento de reforço ou ainda ser utilizadas substituindo a areia. Afirma ainda que, até um limite ótimo, o aumento no teor de fibra aumentará o módulo de ruptura e a resistência à compressão. O mesmo ainda levanta a possibilidade de que pesquisas que não atingiram resultados satisfatórios tenham adicionado a porcentagem de fibra em substituição de certa quantidade de cimento, e não substituindo a areia pela fibra.

Raj (2017) também afirma que, com o aumento do teor de fibras, a resistência à compressão aumenta até um limite ótimo de acréscimo. Ainda observa que esse tipo de elemento pode ser positivo também para áreas suscetíveis à abalos sísmicos, uma vez que as propriedades do tijolo constituído de solo-cimento-fibra permitem que o material forneça sinais de ruptura que levem à percepção antes que o elemento alcance ruína.

Em concordância com Raj (2017), Ali (2011) acrescenta que as fibras de coco têm grande potencial para ser utilizadas em diferentes fins na engenharia civil, ressaltando que deve ser investigado o comportamento da fibra em componentes estruturais.

CONCLUSÕES

Em análise de todo o exposto, constata-se que é válido o aprofundamento nos estudos com relação à incorporação de fibras de coco nos tijolos de solo-cimento. A viabilidade ambiental da utilização desse material é afirmada por Borges et al. (2018). Em um estado com abundância desse recurso natural, e levando em conta seu descarte em sua grande maioria realizado de forma inadequada, a produção de tijolos de solo-cimento com adição de fibras de coco apresenta-se como uma alternativa viável para a redução desse problema socioambiental.

No que diz respeito às propriedades mecânicas, percebe-se que os tijolos de solo-cimento-fibra, sendo fabricados seguindo os requisitos normativos, apresentam desempenho equiparável ou superior aos tijolos convencionais. Observa-

-se que tanto Abdullah (2011) quanto Raj (2017) concordam quanto ao fato da incorporação das fibras de coco no tijolo de solo-cimento ser fator gerador de aumento da resistência à compressão.

Vê-se nas pesquisas a importante função cumprida pela fibra de coco no interior do tijolo ecológico, uma vez que o material funciona como elemento gerador de ductilidade na peça em questão.

Um fato levantado por Pires (2004) é que a construção com o tijolo de solo-cimento promove redução de custos construtivos, pois observou uma redução em 19,96% no custo da obra quando comparada com a mesma obra executada com blocos cerâmicos. Observando esse comparativo, a questão do déficit habitacional também é tratada, pois, como evidenciado, a construção com tijolos de solo-cimento apresenta redução nos custos de execução, o que conseqüentemente faz desse material alternativo uma solução próxima da população que não pode arcar com maiores custos para a construção de sua moradia.

Nogueira et al. (2016) confirma que a utilização de tijolos ecológicos acrescidos com fibras de coco garantem economia na construção, bem como ressalta seu excelente desempenho garantindo conforto térmico e acústico.

Nota-se que a preocupação em pesquisar os efeitos da utilização das fibras de coco na mistura solo-cimento não ocorre apenas no Brasil. Isso se comprova observando os trabalhos desenvolvidos por Raj (2017) na Índia, por Abdullah (2011) na Malásia e por Ali (2011) no Paquistão, o que mostra que se trata de um tema relevante. A quantidade de estudos recentes demonstra que a utilização das fibras de coco na produção de tijolos de solo-cimento é uma pauta atual, e que continuará sendo objeto de estudo e análise tanto no Brasil quanto em outros países.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, Alida; JAMALUDIN, Shamsul Baharin; NOOR, Mazlee Mohd; HUSSIN, Kamarudin. **Composite Cement Reinforced Coconut**

Fiber: Physical and Mechanical Properties and Fracture Behavior. 2011. School of Materials Engineering, Universiti Malaysia Perlis. Disponível na internet via: <https://www.researchgate.net/publication/250310862_Composite_Cement_Reinforced_Coconut_Fiber_Physical_and_Mechanical_Properties_and_Fracture_Behavior>. Acessado em 13 de agosto de 2018.

ALI, Majib. **Coconut fibre: A versatile material and its applications in engineering.** 2011. Structure Design Section, National Engineering Services Pakistan Islamabad Office, Pakistan. Disponível na internet via: <<http://www.academicjournals.org/journal/JCECT/article-full-text-pdf/D540A213064>>. Acessado em 20 de agosto de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10833: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento,** Rio de Janeiro, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.

BORGES, L. A. B.; VIANA, G. A. S.; LOBATO, M. F. **Estudo de viabilidade da produção de tijolos solo-cimento com resíduos da construção civil e a fibra do coco babaçu.** In: VI SEMANA DE ENGENHARIA DO MARANHÃO, 1, São Luís, 2018. Anais. São Luís, Universidade Federal do Maranhão, 2018. p.78-88. Disponível na internet via: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/SENGEMAANAIS.pdf>>. Acessado em 08 de fevereiro de 2019.

BRITO, Alícia Nayana dos Santos. **Desempenho do solo-cimento com incorporação de bentonita.** 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia. Disponível na internet via: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/12686/1/ANSLB18122018.pdf>>. Acessado em 19 de agosto de 2018.

DARKO, A.; CHAN, A. P.; OWUSU-MANU, D.

- G.; AMEYAW, E. E. **Drivers for implementing green building technologies: An international survey of experts.** 2017. Disponível na internet via: < <https://core.ac.uk/download/pdf/79607955.pdf>>. Acessado em 09 de fevereiro de 2019.
- GONÇALVES, José Eduardo; PAIXÃO, Rebeca Manesco; SILVA, Judson Ricardo Ribeiro da; AQUOTTI, Newton Cesar Feltrim; SILVA, Paulo Sérgio da; LIZAMA, Maria de los Angeles Perez; Andreatzi, Márcia Aparecida; FILHO, Armando Alberto de Moraes. **Caracterización física y mecánica de ladrillos de suelo cemento con la incorporación de diversos residuos.** 2017. Disponível na internet via: <<http://saber.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/17559/12489>>. Acessado em 10 de fevereiro de 2019.
- LOPES, Morgana Evair Nunes Mendes; PAULILLO, Luis Cesar Maffei Sartini. **O aproveitamento da biomassa da casca do coco verde para produção de briquetes e geração de energia.** 2018. Disponível na internet via: <http://periodicos.ftc.br/index.php/dialogos/article/view/51-76/pdf_33>. Acessado em 10 de fevereiro de 2019.
- MARTINS, Baruc; CRUZ, Geise. **Na contração do País, déficit habitacional em Sergipe cresce.** 2014. Disponível em: <<http://contextoufs.comunicacao-ufs.com.br/?p=1514>>. Acessado em 20 de julho de 2018.
- MARTINS, Carlos Roberto; JÚNIOR, Luciano Alves de Jesus. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: Panorama 2014.** 2014. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju. Disponível na internet via: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf>>. Acessado 09 de fevereiro de 2019.
- NASCIMENTO, C. M.; GALVÃO, A. P. **Compósito de solo-cimento reforçado com mesocampo do coco para alvenaria de vedação em habitação popular.** In: 22º CBECIMAT - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, Natal, 22, Natal, 2016. Disponível em: < <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/216-055.pdf>>. Acessado em 8 de fevereiro de 2019.
- NOGUEIRA, Francisca Rosiane; FARIAS, Moisés Rocha; PINHEIRO, Antonio Auriseu Nogueira. **Técnica adobe e adição da fibra de coco como alternativa de construção sustentável.** In: 7º CONGRESSO FLUMINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA, Campos dos Goytacazes, 7, Campos dos Goytacazes, 2016. Disponível em: < <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/confict/article/view/9168/6789>>. Acessado em 8 de fevereiro de 2019.
- OLIVEIRA, Clélia Ribeiro de. **Avaliação de solo-cimento reforçado com fibras do coco de babaçu para produção de tijolo modular ecológico.** 2011. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Pará, Marabá. Disponível na internet via: <<https://femat.unifesspa.edu.br/images/TCCs/2011/TCC-CLELIA-RIBEIRO-DE-OLIVEIRA-2011.pdf>> Acessado em 13 de agosto de 2018.
- PIRES, Ilma Bernadette Aquino. **A utilização do tijolo ecológico como solução para construção de habitações populares.** 2004. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Salvador, Salvador. Disponível na internet via: <<https://convallis.com.br/site/wp-content/uploads/2016/02/Fabricar-o-tijolo-ecologico.pdf>>. Acessado em 25 de julho de 2018.
- RAJ, Shabham. **Coconut fibre-reinforced cement-stabilized rammed earth blocks.** 2017. Department of Civil Engineering, National Institute of Technology Agartala, Índia. Disponível na internet via: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/WJE-10-2016-0101>>. Acessado em 15 de agosto de 2018.

SOUZA, Emilye Stephane de; BRITO, Rafael dos Anjos; CAMPOS, Nadine Lessa Figueredo; RAMOS, Dawerson da Paixão. **Aplicação da fibra de coco no processo de isolamento termo acústico**. 2015. Disponível na internet via: < http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uZbxEEblEn4J:www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/download/3350/2383+&cd=14&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acessado em 08 de fevereiro de 2019.