

APLICAÇÃO DE FIBRA DE COCO EM MATRIZES CIMENTÍCIAS APPLICATION OF COCONUT FIBER IN CEMENTITIOUS MATRIX

Everton Silva¹, Maria Marques², Celso Fornari Junior³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia: js_everton@yahoo.com.br,

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia: lidiane_marques@yahoo.com.br

³celso@uesc.br

<http://dx.doi.org/10.5902/223611706096>

RESUMO

Tendo em vista a grande variedade de fibras naturais com potencial para reforço de compósitos usados na produção de argamassas e concretos para construção civil, torna-se imprescindível o conhecimento das potencialidades desses materiais mediante sua caracterização para melhor aplicá-los. As fibras naturais existem em abundância e têm seu uso motivado por serem renováveis, biodegradáveis, pela sua disponibilidade a baixo custo, muitas vezes como resíduos, possibilitando a produção de compósitos também viáveis economicamente. O presente trabalho apresenta uma breve revisão sobre as atuais pesquisas que vêm sendo desenvolvidas em termos de reaproveitamento da fibra do coco na construção civil, mais especificamente em concretos e argamassas.

Palavras-chave: Fibra de coco. Construção civil. Impactos ambientais.

ABSTRACT

In view of the wide variety of natural fibers with potential for reinforcing composite materials used in the production of mortars and concretes for civil construction, it becomes essential to the knowledge of the potential of these materials through its characterization to best apply them. Natural fibers exist in abundance and have the use caused by being biodegradable, renewable, for its availability at low cost, often as waste, enabling the production of composites also economically viable. This paper presents a brief review about current searches that are being developed in terms of reuse of coconut fiber in construction, more specifically in concretes and mortars.

Key words: Coconut fiber. Building constructions. Environmental impacts.

INTRODUÇÃO

As matrizes cimentícias são compostas de aglomerantes minerais, podendo conter agregados, que dão origem a pastas, argamassas ou concretos. As matrizes mais utilizadas são aquelas à base de cimento Portland e, em menor escala, a cal e o gesso.

A adição de fibras nas matrizes pode melhorar as suas propriedades mecânicas, como a resistência à tração, à flexão e ao impacto. Além disso, altera seu comportamento após fissuração diminuindo os efeitos de uma ruptura brusca da matriz cimentícia (AGOPYAN & SAVASTANO JUNIOR, 2007).

Esse fato, associado à necessidade atual de descobrir novas fontes de energia e combustíveis renováveis, exige que o aproveitamento da matéria-prima cultivada seja mais

eficiente, pois os processos agroindustriais que são necessários para o desenvolvimento da sociedade, geram resíduos que acarretam problemas de ordem ambiental.

Cabe aos pesquisadores a responsabilidade de encontrar soluções viáveis do ponto de vista econômico, ecológico do ponto de vista ambiental e eficaz do ponto de vista tecnológico. Muitas vezes para isso ocorrer, é necessário um esforço multidisciplinar entre as grandes áreas do conhecimento para atingir os desafios lançados.

Faruk *et al.* (2012) escreveram em seu trabalho que nos últimos anos a produção de artigos e pesquisa referente à compósitos utilizando fibras vegetais aumentou consideravelmente. Entretanto, compósitos reforçados com fibras vegetais ainda estão na dependência de alguns fatores importantes, relacionando a sua aplicação e desempenho. É importante considerar que as fibras vegetais tem composição química diferente e depende do tipo de planta, da dimensão da célula cristalina, do ângulo helicoidal que a celulose faz em relação ao eixo central, defeitos superficiais, estrutura da macrofibra vegetal, propriedades físicas e mecânicas das fibras e a interação que a fibra pode fazer com a matriz do compósito.

A FIBRA DE COCO EM MATRIZES CIMENTÍCIAS

O revestimento exterior de material fibroso de um coco amadurecido, denominado casca de coco, é o rejeito da fruta coco. As fibras consistem principalmente de celulose, hemicelulose, lignina, pectina e outras substâncias solúveis em água além de ceras. O alto conteúdo de lignina permite que a degradação da fibra de coco ocorra muito mais lentamente que outras fibras vegetais (HEJAZI *et al.*, 2012).

De acordo com IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) através do LSPA (Levantamento sistemático da produção agrícola 2010) a produção de coco, em toneladas, no Brasil saltou de 1.300.000 no ano 2000 para quase 2.000.000 de toneladas em 2010.

Esta grande e crescente quantidade de coco propicia a utilização de suas fibras para diversas finalidades. Dentre elas, a incorporação (através de adição) em matrizes de cimento portland vem sendo bastante estudada, pois sua aplicação pode melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos cimentícios (SAVASTANO JUNIOR 2000).

Agopyan & Savastano Junior (2003) afirmam que matrizes frágeis reforçadas com fibras de baixo módulo de elasticidade, em que o arrancamento da fibra predomina sobre a ruptura, tem-se a aderência fibra-matriz como principal fator de influência sobre a tenacidade (energia total absorvida pelo compósito).

De acordo com Silva *et al.* (2008), as principais finalidades de se reforçar matrizes com fibras estão ligadas ao aumento da resistência a tração, flexão e ao impacto, prevenindo ou retardando o aparecimento de fissuras, o que diminui a abertura das mesmas, e pode conferir maior capacidade de absorção de energia antes da ruptura.

A rugosidade superficial das fibras de coco, particularmente as saliências dispostas como fileiras de pequenos nódulos, ajuda na adesão da matriz durante o processo de cura e assim melhora a tensão interfacial, acarretando melhor resistência mecânica do compósito (MONTEIRO *et al.*, 2006).

Escariz (2008) demonstra ser importante o traço de argamassa para se alcançar eficácia na utilização das fibras de coco. De acordo com a autora, a partir dos resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão, foi possível concluir que, para misturas com matriz de argamassa de traço 1:1, a adição de fibras reduziu a resistência à compressão. Já para no compósito com matriz de traço 1:2, a adição de fibras trouxe aumento da resistência à compressão.

Al-Oraimi & Seibi (1995) afirmam que o uso de uma baixa porcentagem de fibras de coco melhorou as propriedades mecânicas e resistência ao impacto do concreto. Além disso, o concreto também obteve desempenho semelhante quando comparado ao concreto com adição de fibra sintética.

Toledo Filho *et al.* (1997) verificaram que o reforço de compósitos cimentícios com fibras de coco conduz a um aumento na relação resistência à primeira fissura/resistência à compressão da argamassa. Segundo os autores, esses resultados mostram alguma similaridade com o efeito da inclusão de agregados graúdos no concreto ou com o aumento na quantidade de areia na argamassa.

Na mesma linha de raciocínio, Reis (2006) mostrou que a fibra de coco provou ser um eficiente reforço para concreto polimérico aumentando sua tenacidade e resistência à flexão.

Gunasekaran *et al.* (2011) constataram, através de diversos ensaios, que a incorporação da casca de coco no concreto cumpre os requisitos necessários para a sua utilização como agregado leve.

Quanto à condutibilidade térmica, Rodríguez *et al.* (2011) provaram que a intensidade da onda de calor através do concreto é significativamente reduzida com a utilização de fibra de coco como uma barreira térmica.

Ali *et al.* (2012) estudou propriedades dinâmicas e estáticas de concretos com teores de adição de fibra que variaram de 1 a 5% (em relação a massa do cimento) e os comprimentos foram: 2,5 5,0 e 7,5 centímetros. De acordo com os resultados obtidos, o comprimento de 5,0 cm com o teor de 5% obteve os melhores resultados em sua pesquisa.

A Figura 1 apresenta fibras de coco cortadas com tamanhos de 2,5 cm (lado esquerdo) e 5,0 cm (lado direito) antes de sua utilização para a produção de argamassas no laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Eunápolis.



Figura 1. Amostras de fibras de coco cortadas para a produção de argamassa.

Savastano Junior (2000) avaliou resíduos fibrosos através da produção de compósitos com matriz de argamassa de cimento Portland CP II F 32 e areia lavada de rio. O traço utilizado foi o 1:1,5 (cimento:areia), com relação água/cimento 0,4 para a matriz sem fibra, e 0,5 para as matrizes com fibras. O teor de fibra adicionado foi 2% do volume total da mistura.

Tabela 1: Propriedades físicas e mecânicas de matrizes cimentícias com fibras vegetais.

Fibra	Massa Específica recém misturada (Kg/m ³) ⁽¹⁾	Índice de consistência (mm) ⁽²⁾	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa) ⁽³⁾
Matriz cimentícia sem fibra	2148	316	37,3
Sisal	2024	220	19,8
Coco	2056	259	25,8
Polpa de eucalipto	2042	256	23,2
Malva	2067	182	16,1

Normas dos ensaios: (1) NBR-9833; (2) NBR-7215; (3) NBR-5739.

A Tabela 1 apresenta propriedades físicas e mecânicas de matrizes com a presença de fibras. De acordo com o autor, observa-se que massa específica das matrizes é afetada pela adição das fibras em virtude da reduzida massa específica aparente das fibras, além de agirem como agentes incorporadores de ar. Através do índice de consistência, verifica-se e que as fibras absorvem parte da água de amassamento, o que contribui para a diminuição a fluidez das matrizes.

Com relação à resistência à compressão, contata-se uma queda no desempenho para as matrizes incorporadas com fibras, no entanto, considerando o valor mínimo de 20 MPa para concretos estruturais (NBR-6118), observa-se que as matrizes com fibra de coco e polpa de eucalipto atingem o limite mínimo de resistência. O autor reforça que a maior relação água/cimento nas matrizes com fibra também contribui para a queda na resistência das mesmas.

Não há uma legislação específica, por parte do CONFEA (Conselho federal de engenharia e agronomia) que regulamente propostas neste sentido. De acordo com o observado na literatura, o que se busca é comparar o desempenho de matrizes com e sem a adição de resíduos para avaliar suas propriedades e, assim, verificar se o comportamento é adequado para aplicação em larga escala.

DURABILIDADE DAS MATRIZES COM FIBRA DE COCO

Uma pesquisa que observou a durabilidade de matrizes cimentícias com fibra de coco comparou fibras novas com fibras presentes em uma argamassa utilizada em uma parede construída 12 anos antes. Neste trabalho, Jhon *et al.* (2005) concluíram que as amostras a partir da parede continha um menor teor de unidades lignina do que as fibras novas. Além disso, também foi observado que a amostra da parede externa, exposta à ciclos de umedecimento e secagem, apresentou o menor teor de lignina que a amostra da parede interna, reforçando a idéia de que a lignina teria sido lixiviada.

Toledo Filho (1997) considera que pode ocorrer a fragilização da fibra pelo processo de mineralização, resultante da migração de produtos de hidratação, especialmente o hidróxido de cálcio, para a cavidade central, paredes e vazios da fibra, onde cristalizam. Isso pode provocar a ruptura sem alongamento considerável, não contribuindo conforme o esperado para o incremento da tenacidade na matriz cimentícia.

Agopyan & Savastano Junior (2003) alertam que a formação de grandes cristais de portlandita (hidróxido de cálcio) pode induzir a decomposição das fibras vegetais, em especial a sua fração de lignina, com a conseqüente perda de capacidade de reforço nas idades mais avançadas. Isso ocorre em virtude da elevada alcalinidade da água presente nos poros da matriz de cimento Portland.

Os autores sugerem algumas soluções para controlar esta degradação que ocorre em virtude do ataque alcalino às fibras:

- Emprego de matrizes de baixa alcalinidade (cimento com escória de auto forno, por exemplo);
- Redução da alcalinidade por carbonatação acelerada da matriz;
- Proteção das fibras com polímeros ou agentes bloqueadores da decomposição;
- Impregnar as fibras com agentes repelentes à água;
- Impermeabilização da matriz;
- Emprego de compósitos em locais permanentemente secos.

CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou, através de diversas pesquisas realizadas no Brasil e no mundo, que a incorporação de fibra de coco em matrizes cimentícias é uma alternativa para dar destinação adequada a este resíduo para torná-lo um subproduto. As pesquisas têm sinalizado que sua utilização melhora algumas propriedades de argamassa e concretos a serem utilizados na construção civil.

A importância da utilização da fibra vegetal para a construção civil, passa por caminhos de pesquisa e desenvolvimento, onde a durabilidade e as propriedades mecânicas conduzem a sua aplicação. As fibras vegetais podem contribuir consideravelmente no setor da construção civil, considerando-se os demais fatores de impactos. Por exemplo, países como a Índia e a Tailândia, têm desenvolvido inúmeros trabalhos relacionados à construção civil empregando fibras vegetais. Estes países, assim como os demais países das Américas, possuem um enorme potencial para a produção de fibras vegetais, o que por si só, oferecem um abundante caminho a ser explorado. Por outro lado, a aplicação desta tecnologia, poderia economizar recursos não renováveis, como termoplásticos expandidos, para construções com menores impactos à ruídos e variações climáticas.

Além disto, o custo da construção civil poderia ser alterado, dado a economia de matéria-prima, diminuição da densidade e transporte. A aplicação de fibras vegetais na construção civil pode proporcionar geração de emprego e renda na produção e confecção de fibras destinadas à fabricação de compósitos, contribuindo assim, não apenas na melhoria dos materiais como também na maior socialização do indivíduo.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V; SAVASTANO JUNIOR, H.. Cinzas e aglomerantes alternativos. In: FREIRE, W. J; BERALDO, A. L. (Coordenadores) **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Unicamp, 2003. 164 p.

AGOPYAN, V; SAVASTANO JUNIOR, H. Fibras vegetais como materiais de construção. In: ISAIA, G. C. (editor) **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. 2v. 1721 p.

AL ORAIMI S, SEIBI A. Mechanical characterization and impact behavior of concrete reinforced with natural fibres, **Compos Struct**, v. 32, p. 165-71, 1995.

ALI, MAJID; LIU, ANTHONY; SOU, HOU; CHOUW, NAWAWI. Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete, **Construction and Building Materials**, v. 30, p.814-825, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projetos de estruturas de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro, 2003. 225p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: cimento portland: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9833**: concreto fresco: determinação da massa específica e do teor de ar pelo método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1987. 5p.

ESCARIZ, R. C. **Desempenho à compressão de compósitos reforçados por fibras de coco**. Trabalho de conclusão de curso. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.

FARUK, O.; BLEDZKI, A. K.; FINK, H. P.; SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010, **Prog Polym Sci**, 2012.

GUNASEKARAN, K.; KUMAR, P. S.; LAKSHMIPATH, M. Mechanical and bond properties of coconut shell concrete, **Construction and Building Materials**, v. 25, p. 92-98, 2011.

HEJAZI, S. M.; SHEIKHZADEH, M., ABTAHI, S. M., ZADHOUSH, A. A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers, **Construction and Building Materials**, v. 30, p. 100-116, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro; IBGE, v. 23, p. 1-80, 2010.

JHON, V. M., CINCOTTO, M. A., SJOSTROM, C., AGOPYAN, V., OLIVEIRA, C. T. A. Durability of slag mortar reinforced with coconut fibre, **Cement & Concrete Composites**, v. 27, p. 565-574, 2005.

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.

REIS, J. M. L. Fracture and flexural characterization of natural fiber-reinforced polymer concrete, **Construction and Building Materials**, v. 20, p. 6733-678, 2006.

RODRÍGUEZ, N. J., LIMÓN, M. Y.; MICELI, F. A.; GUSMAN. O. G.; ORTIZ, T. P. M.; RIVERA, L. L.; FEIJOO, J. A. V. Assessment of coconut fibre insulation characteristics and its use to modulate temperatures in concrete slabs with the aid of a finite element methodology, **Energy and Buildings**, v. 43, p. 1264-1272, 2011.

SAVASTANO JUNIOR, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. Tese de livre-docencia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

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. 17p.

TOLEDO FILHO, R. D.; ENGLAND, G. L.; GHAVAMI, K. Comportamento em compressão de argamassas reforçadas com fibras naturais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. v. 01, p.79-88, 1997.

TOLEDO FILHO, R. D. **Materiais compósitos reforçados com fibras naturais: caracterização experimental**. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.