

RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRA DE BURITI TRATADA COM NaOH

MARIA FERNANDA DE OLIVEIRA BORGES DE CASTRO¹, GIOVANNA SILVA M. XAVIER², CAROLINE BARBOSA DIAS³, KERCIA DE SOUZA DOS SANTOS⁴ e ROSINEIDE MIRANDA LEÃO⁵

¹Estudante de Engenharia Civil UNIP, Brasília-DF, mariafernanda.borges15@gmail.com

²Estudante de Engenharia Civil UNIP, Brasília-DF, silva.mgiovana@gmail.com;

³Estudante de Engenharia Civil UNIP, Brasília-DF, carolinebarbosadias.eng@gmail.com

⁴Engenheira Civil, UNIP, Brasília-DF, eng.kercia@gmail.com

⁵Dr.^a em Ciências Mecânicas, Msc. Em Ciências Mecânicas, UNB, Brasília-DF, rosemirandaleao@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Tem sido crescente a utilização de fibras naturais para o reforço de argamassa nas construções civis, resultando em vantagens ao meio ambiente. O uso de fibras também se deve à sua alta rigidez, baixa densidade, reciclabilidade e baixo consumo de energia na preparação. Este estudo tem como objetivo analisar a resistência à flexão da argamassa com adição de fibra de buriti (*Mauritia flexuosa L*) tratada com NaOH. Primeiramente, as fibras de buriti foram cortadas em 4 e 8 cm, em seguida, realizou-se o tratamento com hidróxido de sódio em banho Maria. Cerca de 100 g de fibras, foram tratadas com 1 L de solução de NaOH 2% (w/v). Em seguida, os compósitos de argamassa reforçados com as fibras tratadas foram obtidos pela mistura, utilizando o traço 1:2:0,5 na produção da argamassa, e adicionado 2% (m/m) de fibras em relação a massa da argamassa. Logo após a obtenção dos corpos de prova (CP), os mesmos ficaram 28 dias submersos em água, para o tempo de cura. Após a cura foram realizados os testes de flexão em três pontos. Os compósitos reforçados com fibra de 4 cm apresentaram um aumento em torno de 90-96% e os compósitos reforçados com as fibras com 8 cm o aumento foi em torno de 87-96% em relação argamassa pura.

PALAVRAS-CHAVE: Argamassa; *Mauritia flexuosa L*; Fibra de Buriti; NaOH; Resistência à Flexão.

FLEXION RESISTANCE OF REINFORCED COMPOSITES WITH BURITI FIBER TREATED WITH NaOH

ABSTRACT: There has been a growing use of natural fibers to reinforce mortar in civil construction, resulting in advantages for the environment. The use of fibers is also due to their high rigidity, low density, recyclability and low energy consumption in the preparation. This study aims to analyze the flexural strength of mortar with addition of buriti fiber (*Mauritia flexuosa L*) treated with NaOH. First, the buriti fibers were cut to 4 and 8 cm. treatment with sodium hydroxide was carried out in a water bath. About 100 g of fibers were treated with 1 L of 2% NaOH solution (w/v). Then, the mortar composites reinforced with the treated fibers were obtained by mixing, using the 1: 2: 0.5 line in the production of the mortar, and added 2% (w/w) of fibers in relation to the mortar mass. Soon after obtaining the specimens (CP), they were immersed in water for 28 days, for the mortar curing time. After curing, flexion tests were performed at three points. Composites reinforced with 4 cm fiber showed an increase of around 90-96% and composites reinforced with fibers with 8 cm the increase was around 87-96% in relation to pure mortar.

KEYWORDS: Mortar; *Mauritia flexuosa L*; Buriti fiber; NaOH; Flexural strength.

INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade a população mundial tem se preocupado com a forma em que a construção afeta no acúmulo de resíduos e impacta no uso de matérias primas, já que a construção civil em média se utiliza 50% dos elementos naturais. Visando isto, a ECO-92 (Conferência sobre o meio ambiente do planeta) chegou-se à conclusão de que países desenvolvidos precisam aceitar as responsabilidades pela preservação do meio ambiente na construção para um convívio equilibrado com o planeta (MACHADO, 2006). Com base nesse contexto procurando a sustentabilidade foram realizados vários estudos com uso de fibras em sua composição, entre elas estão: sintéticas (polímeros), minerais (carbono ou vidro) ou naturais (FIGUEIREDO, 2005a). O Brasil já conta com a norma de especificação para adição de fibras no concreto ABNT NBR 15530 (2007).

A abrangência deste trabalho tem como propósito o estudo de fibras orgânicas de buriti na composição da argamassa para o ganho de resistência a flexão. Este material é feito com matriz cimentícia, agregados e fibras misturadas e distribuídas aleatoriamente pelo compósito. Tendo em vista que as fibras naturais possuem uma grande variedade e abundância, tem seu uso motivado por serem biodegradáveis, renováveis e baixos custos. Estudos recentes mostram vantagens na utilização das fibras naturais do ponto de vista econômico, ecológico, ambiental e tecnológico (BARBOSA, 2011).

Apesar do desempenho de compostos sintéticos muitas vezes superar os naturais, se tem como amplitude a proteção do meio ambiente frente a agressões causadas pelos processos industriais, minimizar a dependência de recursos não renováveis como por exemplo o petróleo, promovendo o desenvolvimento de forma sustentável (LEVY NETO; PARDINI, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

A fibra de Buriti foi retirada na fazenda Sucupira, localizada em Morro Aguda de Goiás e o seu manuseio foi realizada de forma manual. A metodologia do estudo dessa pesquisa pode ser resumida em três tópicos: o processo inicial do tratamento da fibra, produção dos compósitos e o ensaio dos corpos de prova (CP). O Cimento utilizado no estudo é da marca Tocantins CP III. A água potável usada para lavagem e tratamento da fibra e a areia foi adquirida no comércio local. Os ensaios foram realizados no Laboratório interdisciplinar de Engenharias da Universidade de Brasília (UNB), Campus Gama, Brasília-DF.

A mistura (fibra + solução de NaOH) foi aquecida à 80°C e a partir dessa temperatura a reação se processou por mais 1 h, conforme a Figura 1. Logo depois, as fibras foram lavadas com água para retirar o excesso de hidróxido de sódio (a verificação foi feita com papel de pH até chegar no pH neutro) e secas em temperatura ambiente.

Figura 1: Processo do tratamento das fibras de buriti e a secagem das fibras em temperatura ambiente



Os materiais foram pesados individualmente e separados utilizando o traço 1:2:0,5 (cimento/areia/água). Para o componente de reforço, foi determinado o percentual de 2% (m/m) em peso de fibras, em relação a massa total do corpo de prova. A soma de todos os constituintes do compósito foi de 2.100 g. Foi realizada a homogeneização das fibras com o cimento e areia, logo após foi adicionado água. No decorrer do processo de moldagem procurou-se obter o preenchimento completo dos moldes visando a total retirada de possíveis bolhas de ar, pressionando o mesmo sobre uma superfície lisa. Após esse processo, foram confeccionados 9 corpos de prova, sendo 3 para a argamassa convencional e 6 compósitos com fibra tratada (de 4 cm e de 8 cm), conforme a Figura 2

Figura 2: Produção dos compósitos reforçados com fibra de buriti tratada com NaOH



Compósitos foram inseridos nos moldes (17 comprimento, 10 cm de largura e 2,5 cm de espessura), de acordo com a NBR-13276/2016. O processo de cura iniciou 24 horas após a fabricação dos corpos de prova (CPs). Os corpos de prova foram totalmente submersos em água durante 28 dias.

Os ensaios de flexão de 3 pontos foram realizados sob a velocidade de 4 mm/min^{-1} , o dispositivo possui a marca EMIC, modelo DL-30000 (Figura 3A). Foram analisados 9 corpos de prova com dimensões de acordo com a norma ASTM C 293. Os corpos de prova foram posicionados no equipamento e a carga foi aplicada no centro dos mesmos, com a distância entre os apoios de 200 mm, conforme a Figura 3B.

Figura 3: Ensaio de flexão dos materiais A) Dispositivo de ensaio à flexão; B) Compósito no dispositivo de ensaio à flexão.



As propriedades mecânicas de resistência à flexão foram determinadas. Após a inserção do compósito no dispositivo, realizou-se o ensaio até a sua ruptura, observando a força aplicada e a resistência do material.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Tratamento das fibras

Primeiramente, iniciou-se o estudo realizando o tratamento químico das fibras naturais de buriti com o NaOH. Um dos impasses quanto a utilização das fibras de buriti junto ao concreto é em relação ao compósito no qual poderá ter decomposição das fibras. A elevada alcalinidade da água contida nos poros da matriz do cimento é capaz de induzir a decomposição das fibras vegetais em especial a sua fração de lignina através da formação de grandes cristais de portlandita no cimento, segundo Agopyan; Savastano Junior (2003). De acordo com Barbosa (2011), o tratamento com hidróxido de sódio teve o intuito da retirada da lignina e a hemicelulose. Segundo Leão (2012), os

tratamentos químicos provocam alteração na coloração das fibras, assim confirma remoção das impurezas, como extrativos, lignina e hemicelulose. O tratamento das fibras com NaOH é chamado de mercerização e funcionará como pré-tratamento das fibras, o qual gerará a quebra das ligações de hidrogênio que unem as cadeias de celulose, o que resulta em uma superfície mais rugosa, contribuindo para o aumento de adesão entre a matriz e a fibra.

Após o tratamento superficial das fibras de buriti utilizando o NaOH 2% (m/v), houve uma perda de massa em torno de 40,46%, corroborando com Barbosa (2011), esta perda, pode ser explicado por Benini (2011), que afirma ao realizar esse tipo de tratamento parte da lignina e hemicelulose contidas nas fibras poderão ser removidas. conforme a Figura 4.

Figura 4: Fibras secas modificadas com o tratamento de NaOH: (A) Fibras *in natura* de 4 cm; (B) Fibras tratadas com NaOH DE 4cm

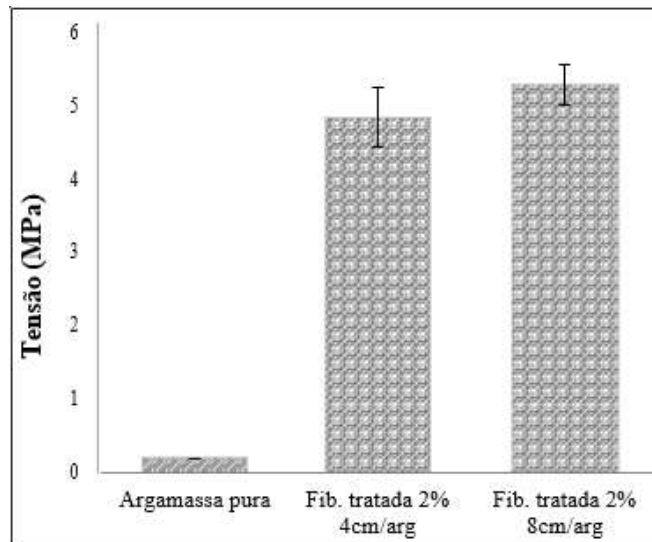


2. Caracterização mecânicas do compósito reforçado com fibra de buriti

As tensões de rupturas obtidas para os compósitos de argamassa pura e a argamassa contendo a fibra de buriti tratada foram semelhantes, porém, nota-se que os compósitos com a fibras tratadas mostraram maior resistência, o que pode ser explicado devido a maior aderência entre a fibra-matriz que interferira na tenacidade do composto (SAVASTANO, 2000). Logo, observa-se que houve maior resistência dos compósitos contendo as fibras de buriti tratada em comparação com a argamassa pura, no qual as fibras tratadas de 8 cm atingiram em torno de $5,29 \pm 0,27$ MPa e as de 4 cm alcançou $4,85 \pm 0,007$ MPa. Já a argamassa pura atingiu em de $0,19 \pm 0,00$ MPa, o qual mostra que ao incorporar na argamassa fibras tratadas quimicamente obtém-se melhor resistência à flexão dos compósitos.

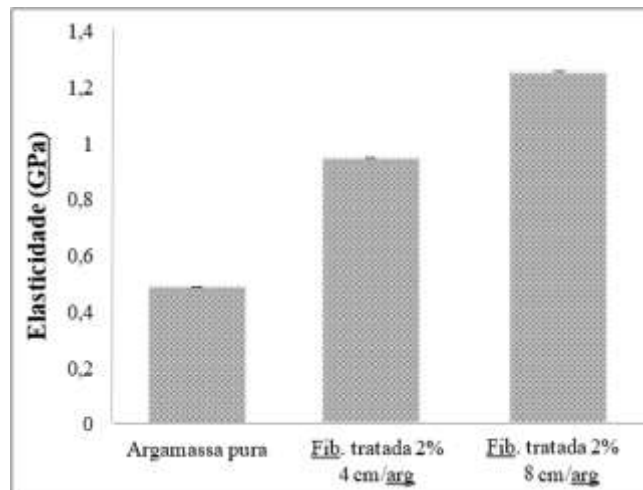
Constatou-se que os corpos de provas contendo as fibras de buriti tratadas obtiveram um aumento de aproximadamente 87-96% em relação a argamassa pura. Deste modo, Figueiredo (2011) afirma que ao adicionar fibras em um compósito, o qual deixa de ter caráter frágil, pois as fibras irão servir como ponte de transferência de tensões. Os resultados obtidos de resistência a flexão dos compósitos de argamassa pura e contendo as fibras tratadas pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: Resultados de resistência à flexão da média dos compósitos.



Observa-se que no compósito tratado de 8 cm com 2% (m/v) de NaOH obteve melhor resultado, ou seja, teve o valor do módulo de elasticidade superior, atingindo em torno de $1,24 \pm 0,00$ GPa e com 4 cm atingiu $0,94 \pm 0,00$ GPa. Já a argamassa pura apresentou o menor resultado atingindo em torno de $0,48 \pm 0,00$ GPa, conforme a Figura 6. Considerando que o modo de elasticidade é a razão entre uma tensão aplicada sobre um corpo de prova e a deformação específica imediata nele verificada, logo verificou-se que novamente os compósitos contendo fibras tratadas obtiveram melhores resultados comparados aos da argamassa pura e dentre deles constatou-se que compósitos contendo fibra tratada de 8 cm obtiveram maior módulo de elasticidade, portanto, a diferença entre os resultados obtidos para o módulo de elasticidade pode ser explicada devido a diversos fatores como o método de ensaio, tensões limites de elasticidade e a geometria dos corpos de provas, o que justifica a dispersão entre os resultados (PACHECO, 2014).

Figura 6: Resultados do módulo de elasticidade dos materiais



CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, nota-se que o acréscimo de fibras de buriti tratadas quimicamente utilizando o NaOH 2% (m/v) produz significativas melhoras à algumas propriedades do compósito. Após ensaios constatou-se que houve aumento de resistência à flexão para os compósitos contendo fibras tratadas de 4 cm e 8 cm em relação a argamassa pura. Além disso, os corpos de provas com as fibras tratadas alcançaram valores superiores ao da argamassa pura, o que proporciona menor deformação elástica quando essas fibras forem utilizadas como reforço da argamassa. Considerando os

resultados apresentados, mostra-se vantajoso a utilização das fibras com 8 cm de comprimento, visto que estas apresentaram resultados mais satisfatórios nos ensaios realizados.

Logo, os resultados comprovam a adição de fibra de buriti tratada é uma ótima solução para aumento de adesão entre fibra/argamassa podendo ser um novo componente de reforço à argamassa, por ser um material de fonte renovável e biodegradável de fácil acesso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Paulista de Brasília (UNIP) e ao CONTECC pelo auxílio no desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, VAHAN - EP; SAVASTANO JUNIOR, HOLMER - FZEA A experiência brasileira com as fibras vegetais. Artigo. n. 32, p. 38-43, jan./fev., 1998. Artigo de periódico Técnica. São Paulo 1998.

BARBOSA, Anderson de Pula. Características estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de buriti. 2011. 141 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Campos dos Goyatacazes, 2011.

NETO, F. L.; PARDINI, L. C. Compósitos Estruturais, Ciência e Tecnologia. Ed. Edgard Blücher, 2006.

BENINI, Kelly Cristina Coelho de Carvalho. Desenvolvimento e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras lignocelulósicas: HIPS/fibras da casca de coco verde e bagaço de cana de açúcar. 2011. 125f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista - Guaratinguetá, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

FIGUEIREDO, Antônio Domingues, Concreto reforçado com fibras/ A.D. de Figueiredo. São Paulo, 2011. Tese Livre docência- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2011.

LEÃO, Rosineide Miranda. Tratamento Superficial da Fibra de Coco e Aplicação em Materiais Compósitos como Reforço de Polipropileno, Distrito Federal, 2012 Dissertação de Mestrado- Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília, 2012.

PACHECO-Torgal e JALALI S., 2011; Fibra naturais. Pesquisado em 25 de novembro de 2018.

SAVASTANO JUNIOR. Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para construção de baixo custo. 2000, 52 f. Tese (livre docência) - Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil.