

# Análise técnica para o reaproveitamento da fibra de coco na construção civil

## Technical analysis for the reuse of coconut fiber in construction industry

Everton Silva<sup>1(\*)</sup>  
Maria Lidiane Marques<sup>2</sup>  
Celso Fornari Junior<sup>3</sup>  
Fermin Velasco<sup>4</sup>

### Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica do uso de resíduos de fibra de coco na produção de argamassa e concreto. Esta alternativa apresenta como vantagem o fato de ser um material renovável e de alta disponibilidade, tendo, assim, uma produção de baixo custo. Foram estudadas as propriedades mecânicas de quatro tipos de misturas de argamassa e de dois tipos de concreto. Para avaliação do comportamento da argamassa, foram efetuados ensaios de consistência no estado fresco e compressão axial no estado endurecido. Para o concreto, realizaram-se os ensaios de abatimento do tronco de cone no estado fresco, e no estado endurecido, resistência à compressão axial e absorção de água por imersão. Foi observado que, para o teor de adição estudado, a variação do comprimento da fibra de coco provocou pequenas variações na consistência e resistência à compressão de argamassas. Já em relação aos concretos, considerando o mesmo comprimento da fibra, porém em idades diferentes, verificou-se um acréscimo na resistência à compressão do concreto com a presença da fibra de coco em relação ao concreto de referência. Esse aumento de resistência se mostrou associado à diminuição da absorção de água por imersão do concreto com a adição de fibra de coco. Os resultados obtidos apontam para a viabilidade técnica na utilização da fibra de coco em argamassas e concretos nas condições avaliadas.

- 
- 1 MSc.; Engenheiro Civil; Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IFBA; Endereço: Avenida David Jons Fadini, S/Nº, Rosa Neto, CEP: 45823-431, Eunápolis, Bahia, Brasil; E-mail: js\_everton@yahoo.com.br (\*) Autor para correspondência.
  - 2 MSc.; Engenheira Civil; Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IFBA; Endereço: Avenida David Jons Fadini, S/Nº, Rosa Neto, CEP: 45823-431, Eunápolis, Bahia, Brasil; E-mail: lidiane\_marques@yahoo.com.br
  - 3 Dr.; Engenheiro Químico; Professor da Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, *Campus* Soane Nazaré de Andrade; Endereço: Rodovia Jorge Amado, km-16, Bairro Salobrinho, CEP: 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil; E-mail: celso@uesc.br
  - 4 Dr.; Físico; Professor da Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, *Campus* Soane Nazaré de Andrade; Endereço: Rodovia Jorge Amado, km-16, Bairro Salobrinho, CEP: 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil; E-mail: fermingv@gmail.com

---

Recebido para publicação em 11/09/2013 e aceito em 30/06/2015

Além disso, a sua utilização em compósitos cimentícios diminui a extração de recursos naturais, destina adequadamente o resíduo agroindustrial produzido e diminui a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera causada pela produção do concreto.

**Palavras-chave:** fibra vegetal; resistência à compressão; absorção.

## Abstract

This paper aims to examine the technical feasibility of using coconut fiber waste in the production of mortar and concrete. This alternative has as advantage the fact that it is a renewable material and its high availability, thus having a low-cost production. The mechanical properties of four types of mortar mixtures and two types of concrete were studied. For the performance evaluation of mortar, consistency tests were carried out in the fresh state and axial compressive strength in the hardened state. For concrete, slump tests were conducted in fresh state, and in the hardened state, axial compressive strength and water absorption by immersion. It was observed that, for the addition content studied, the variation of the length of coconut fiber caused slight variants in the consistency and resistance to the compression strength of mortars. Regarding the concrete, considering the same fiber length, but at different ages, there was an increase in the resistance to the compression of concrete in the presence of coconut fiber in relation to the reference concrete. The resistance in increase was associated to the decrease of the water absorption by immersing the concrete with the addition of coconut fiber. The results pointed to the technical feasibility in the use of coconut fiber in mortar and concrete in the evaluated conditions. Moreover, the use of coconut fiber in cementitious composites decreases the extraction of natural resources, allocates the produced agroindustrial waste properly and decreases the CO<sub>2</sub> emissions to the atmosphere caused by the production of concrete.

**Key words:** vegetable fiber; resistance to compression; absorption.

## Introdução

A atividade da construção civil é um setor importante nos aspectos sociais e econômicos, o que se manifesta em todas as peculiaridades de sua cadeia produtiva. Dentro do panorama geral da economia brasileira, o setor construtivo representou 5,7% do Produto Interno Bruto em 2012 (DIEESE, 2013). Em 2011, o setor possuía cerca de 7,8 milhões de trabalhadores empregados, representando 8,4% de toda a

população ocupada do país, contribuindo, assim, para importantes indicadores macroeconômicos e de desenvolvimento social. Por outro lado, a construção civil é considerada uma grande geradora de impactos ambientais em função do alto consumo de recursos naturais e, também, pela elevada quantidade de resíduos gerada (SINDUSCON, 2005). Um dos grandes desafios atuais do setor é implementar, na prática, um programa de ações efetivas direcionadas ao desenvolvimento sustentável.

Entendendo-se como desenvolvimento sustentável aquele que supre as necessidades de recursos naturais das presentes gerações, sem comprometer a capacidade de atender às necessidades de recursos naturais das futuras gerações, o setor construtivo tem muito a contribuir, principalmente no que concerne ao aproveitamento de resíduos, transformando-os em subprodutos. Nesse sentido, será importante, para o setor da Construção Civil, estimular as soluções tecnológicas inovadoras com dupla finalidade: primeiro, a diminuição da utilização de matéria-prima não renovável e, simultaneamente, o reaproveitamento de resíduos.

Cabe aos pesquisadores a responsabilidade de encontrar soluções viáveis do ponto de vista econômico e ambiental, e que se mostrem eficazes do ponto de vista tecnológico. Muitas vezes, para isso ocorrer, é necessário um esforço multidisciplinar entre as grandes áreas do conhecimento para resolver os problemas citados. No estado da Bahia, um desses desafios consiste em encontrar uma destinação adequada para o resíduo de coco, com grande volume gerado, e do qual apenas uma pequena parte consegue ter aplicação específica de reaproveitamento.

A utilização de fibras naturais em elementos construtivos pode contribuir para diminuir a extração de recursos naturais necessários para a produção dos compósitos cimentícios. De acordo com DNPM (2014), a produção de brita e cascalho no Brasil, em 2013, registrou 293.527 milhões de toneladas, valor 2,3% maior que em 2012. Em relação à areia, o aumento no período foi de 2,2%, atingindo 377.248 milhões de toneladas. Dessa forma, em 2013 foram extraídos da natureza aproximadamente 670 milhões de toneladas de materiais para serem utilizados como agregados na construção

civil. Em relação à comercialização de cimento Portland, aproximadamente 70 milhões de toneladas foram fabricadas em 2013 (SNIC, 2014). Além da utilização da extração de argila e calcário para a produção de cimento Portland, a fabricação de uma tonelada de clínquer, sua matéria-prima, lança aproximadamente uma tonelada de CO<sub>2</sub> na atmosfera (METHA; MONTEIRO, 2008).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2015 (LSPA), a produção de coco no Brasil alcançará 1.909.705 toneladas na safra 2015. Considerando que aproximadamente 10% da massa do fruto é constituída por fibras, o volume gerado em 2015 será de aproximadamente 960 mil m<sup>3</sup> de fibra de coco. Esta grande e crescente quantidade de coco propicia a oferta e 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 diversas pesquisas recentes, como as de Jhon et al. (2005), Silva et al. (2008), Brígida et al. (2010), Abdullah et al. (2011), Claramunt et al. (2011), Ali et al. (2012), Ramires et al. (2012), Palheta et al. (2012), Silva et al. (2012), Ali et al. (2013), Ramli et al. (2013) e Pereira et al. (2013), apontam que sua aplicação em determinadas condições pode melhorar algumas das propriedades mecânicas de compósitos cimentícios.

Savastano Júnior e Pimentel (2000, p. 108) afirmam que as fibras de coco mostram capacidade suplementar de absorção de energia, em lugar do colapso instantâneo observado para os compósitos e matriz sem reforço. Em relação ao módulo de elasticidade, observa-se que, em virtude da melhor deformabilidade decorrente da presença das fibras no compósito, há um

ganho de desempenho nessa propriedade (SIVARAJA et al., 2010, p. 725).

Al-Oraimi e Seibi (1995, p. 170) afirmam que o uso de uma baixa porcentagem (entre 0,05 a 0,15% em relação ao peso total da mistura) de fibras vegetais melhorou as propriedades mecânicas e a resistência ao impacto do concreto. Além disso, também obtiveram desempenho semelhante quando comparado ao concreto com adição de fibra sintética. Na mesma linha de raciocínio, Reis (2006, p. 1735) 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, p. 97) trabalharam com misturas de concreto utilizando cascas de coco e obtiveram compósitos com menores densidades que apresentaram potencial para utilização como agregado leve.

Quanto à condutibilidade térmica, Rodríguez et al. (2011, p. 1271) 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, p. 824) estudaram propriedades dinâmicas e estáticas de concretos com teores de adição de fibra que variaram de 1 a 5% (em relação à 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 cm, com o teor de 5%, representou os melhores resultados em sua pesquisa.

A partir dos trabalhos publicados, deduz-se que é possível a aplicação de fibra de coco para a produção de argamassas e concretos, no entanto, verificam-se questões em aberto relacionadas à incorporação da fibra de coco à matriz cimentícia, como a quantidade e o tamanho das fibras que otimizam a mistura. Diante disso, no presente

trabalho, objetiva-se estudar a utilização de fibras de coco incorporadas em argamassas, verificando a influência do comprimento em concreto com o foco no teor adicionado.

## **Material e Métodos**

Para o trabalho experimental, procurou-se avaliar a influência da fibra de coco na argamassa e no concreto, buscando analisar a real interatividade entre a fibra e a matriz. Para esse procedimento, foi necessário conhecer as características dos materiais empregados.

Todos os ensaios deste trabalho foram realizados no Laboratório Interdisciplinar de Mecânica dos Solos e Materiais de Construção – LISMAC, do IFBA/BA, Campus Eunápolis. A fibra de coco foi fornecida pelo Laboratório de Polímeros e Sistemas – LAPOS – UESC/BA.

## **Materiais**

O cimento portland, utilizado nesta pesquisa, foi o CP V ARI em virtude da sua maior velocidade de hidratação e menor teor de adições minerais que poderiam influenciar no desempenho da fibra de coco.

A água potável usada para confecção dos compósitos foi obtida da rede pública de distribuição da cidade de Eunápolis (Ba).

Os agregados, miúdo e graúdo utilizados, procedentes da cidade de Eunápolis (Ba), foram caracterizados pelo ensaios de granulometria, massa específica real e massa específica aparente, conforme as normas NBR NM 248 (ABNT, 2003) e NBR NM 52 (ABNT, 2003). Os resultados são apresentados na tabela 1.

Observa-se, na literatura, que predomina um tamanho médio da fibra de coco de 25 mm para uso em compósitos cimentícios. Visando facilitar a comparação com outros trabalhos, foram utilizadas

Tabela 1 – Resultados dos ensaios realizados na caracterização dos agregados

Agregado	Diâmetro máximo (mm)	Módulo de finura	Massa específica real (Kg/m <sup>3</sup> )	Massa específica aparente (Kg/m <sup>3</sup> )
Miúdo	1,18	2,49	2650	1670
Graúdo	25,0	4,75	2860	1410

Fonte: Silva, E. et al. (2013).

fibras com três padrões de tamanhos para a argamassa: 25 mm, 50 mm e STD (Sem Tamanho Definido, com variação de 10 a 100 mm). Para o concreto, utilizou-se apenas o padrão STD.

## Ensaio

### Argamassa

Para a avaliação do comportamento da argamassa, foram efetuados ensaios de consistência no estado fresco, através do seu abatimento na mesa de consistência e compressão axial no estado endurecido, seguindo a NBR-7215 (ABNT, 1996).

### Concreto

Para o concreto, no estado fresco, ao final de cada mistura, fez-se a avaliação da consistência pelo abatimento do tronco. Foram definidas as idades de 07, 14 e 28 dias para os ensaios de resistência à compressão axial, seguindo a NBR-5739 (ABNT, 1994). A idade de 28 dias foi adotada para o ensaio de absorção de água por imersão, de acordo com a NBR-9778 (ABNT, 1987).

### Dosagem dos compósitos

Com base nas recomendações da literatura, adicionou-se ao concreto uma quantidade de 2,4 kg de fibra de coco para cada m<sup>3</sup> e, no caso da argamassa, 2,0 kg de fibra para cada m<sup>3</sup>.

No processo de dosagem do concreto utilizado no presente trabalho, definiu-se o abatimento do tronco de cone em 100 mm, e o valor de resistência à compressão adotado foi de 30 MPa, ou seja, um concreto com finalidade estrutural para avaliar a influência da adição da fibra de coco em seu desempenho. Para essa resistência, fizeram-se dois tipos de misturas: uma sem adição de fibra (definida como referência) e outra com fibras de coco (sem tamanho definido).

Dessa forma, com base nas características dos materiais utilizados, e utilizando o método de dosagem de concreto da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) proposto por Rodrigues (1998), chegaram-se aos índices de consumo, cujos valores são apresentados na tabela 2.

Na dosagem da argamassa, foi utilizado o traço 1:2,3 (cimento x areia) com relação à água/aglomerante 0,55. Estudaram-se 4 tipos de misturas: sem adição de fibras (referência) e com adição das fibras nos diferentes padrões de tamanho acima descrito, conforme figura 1.

Definição do número de corpos de prova (cp's)

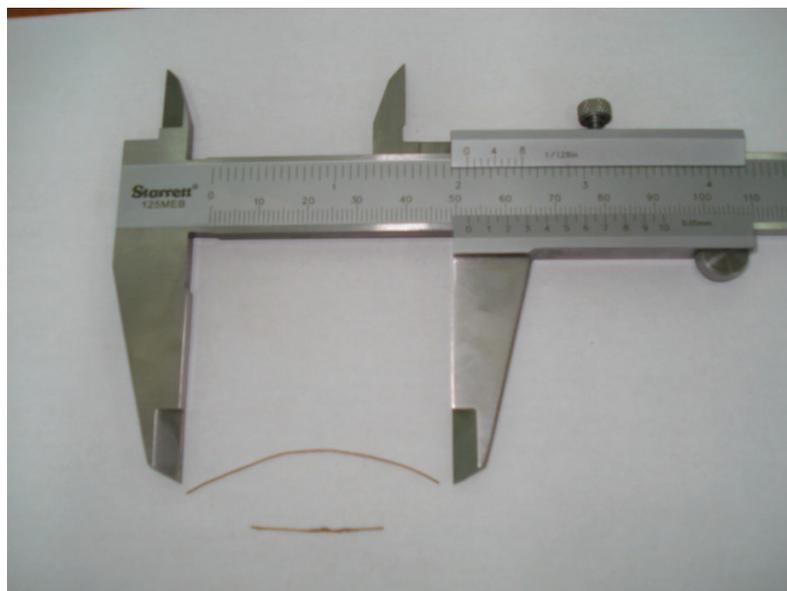
Na definição dos números de cp's, fez-se a opção de 04 (quatro) cp's para cada idade de cada ensaio para os concretos; e 03 (três) cp's para cada idade de cada ensaio para as argamassas. Conforme as normas NBR-7215 (ABNT, 1996) e NBR-5739 (ABNT, 1994), foi utilizado um desvio relativo máximo de 6% tanto para o concreto como

Tabela 2 - Dosagem dos compósitos

Mistura	Traço	Consumo (kg/m <sup>3</sup> )				Fibra de coco (kg)
		Cimento	Areia	Brita	Água	
Concreto de Referência	1:2,3:2,9:0,63	341,68	771,98	990,60	205	-
Concreto com adição de fibra de coco STD	1:2,3:2,9:0,63	341,68	771,98	990,60	205	2,4
Argamassa de referência	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	-
Argamassa com fibra de coco 25 mm	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	2,0
Argamassa com fibra de coco 50 mm	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	2,0
Argamassa com fibra de coco STD	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	2,0

Fonte: Silva, E. et al. (2013).

Figura 1 - Fibras de coco com comprimentos 25,0 e 50,0 mm



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

para a argamassa. A figura 2 mostra os cp's de argamassa (5x10cm) e concreto (10x20cm).

### Preparação dos cp's

Para a mistura da argamassa, foi utilizada uma argamassadeira eletromecânica, marca Contenco, modelo I 3010. A sequência dos materiais se deu conforme a NBR-7215 (ABNT, 1996). Após a moldagem, os cp's foram cobertos com um material plástico. Com 24 horas de cura ao ar livre, realizou-se a desforma e a colocação dos cp's na câmara úmida até o momento da realização dos ensaios especificados.

No processo de mistura do concreto, foi utilizada uma betoneira de eixo inclinado, marca Motomil, capacidade para 150 l. Efetuou-se a colocação dos materiais na seguinte sequência: agregado graúdo; 50% do volume de água; cimento; areia; e, por fim, as fibras. Com a mistura de todos os materiais, realizou-se o ensaio de abatimento do tronco de cone (Figura 3) e, posteriormente, a moldagem dos cp's.

Para a execução da moldagem, foi realizado o encobrimento com material

plástico de todos os cp's, visando, com isso, impedir a perda inicial de água por parte do concreto. Com 24 horas de cura ao ar livre, realizou-se a desmoldagem e a colocação dos cp's na câmara úmida, até o momento da realização dos ensaios especificados. Depois da moldagem, os cp's foram cobertos com um material plástico. Com 24 horas de cura ao ar livre, realizou-se a desforma e a colocação dos cp's na câmara úmida até o momento do ensaio de resistência à compressão axial no estado endurecido, realizado na prensa eletrohidráulica, marca Contenco, modelo I 3025 B, de acordo com a NBR-7215 (ABNT, 1996), conforme figura 4.

## Resultados e Discussão

### Argamassa

A figura 5 apresenta os resultados da influência que o comprimento das fibras dentro do intervalo estudado exerce na consistência da argamassa. Pode-se observar que os comprimentos de fibras estudados não influenciaram significativamente na

Figura 2 - Corpos de prova com fibra de coco



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

Figura 3 - Ensaio de Abatimento do tronco de cone



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

Figura 4 - Ensaio de Resistência à compressão



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

consistência da argamassa determinada a partir do ensaio na mesa de consistência. Para a argamassa com fibra de comprimento 25

mm, o diâmetro médio ficou 0,87% maior do que para a argamassa sem fibra (referência); já para a argamassa com fibra de 50 mm de

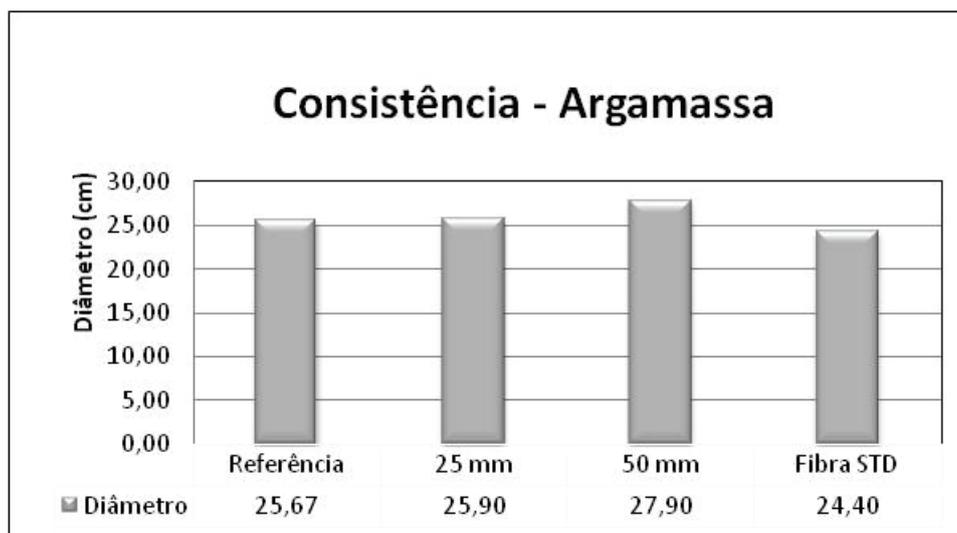
comprimento, o resultado foi 8,68% maior; e para a STD, por sua vez, o valor foi 4,95% menor do que para a argamassa de referência.

Contudo, vale lembrar que o aumento da quantidade de fibras vegetais pode acarretar a redução da trabalhabilidade da mistura, principalmente com teores mais elevados de fibra, devido à absorção de água pela mesma.

É importante ressaltar que, quanto maior o diâmetro da argamassa obtida na mesa de consistência, mais fluida é sua consistência.

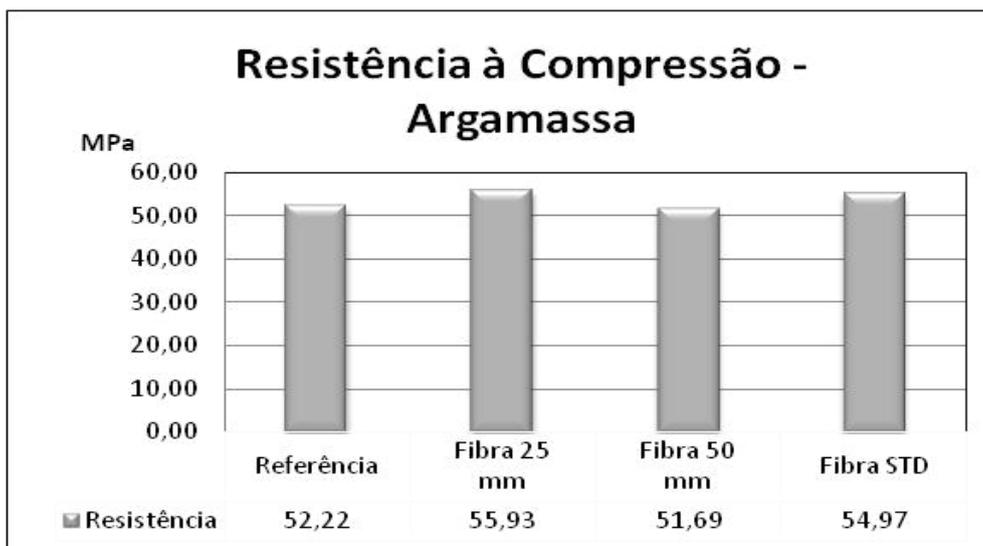
Os resultados da figura 6 mostram uma comparação de resistência à compressão entre as argamassas produzidas com adição de fibra de coco em relação à argamassa de referência. Cabe ressaltar que o ensaio foi

Figura 5- Ensaio de consistência da argamassa (cm)



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

Figura 6 - Resistência à compressão das argamassas (MPa)



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

realizado com 28 dias de cura para todos os comprimentos de fibra.

A argamassa com fibra de comprimento 25 mm ficou com sua resistência à compressão 7,10% maior do que a argamassa sem fibra (referência); a de 50 mm comprimento, 1,01% menor; e a STD, por sua vez, 5,27% maior que a argamassa de referência. Ali et al. (2013, p. 604), em busca de avaliar a força de ligação entre a fibra de coco e a argamassa, testaram o efeito do comprimento das fibras de coco, seus diâmetros, condições de pré-tratamento e proporções de mistura para o concreto. Em relação ao comprimento, chegaram à conclusão de que a força de adesão aumenta quando o comprimento da fibra é de 30 milímetros. Resultado semelhante foi obtido neste trabalho.

### Concreto

Em relação à consistência do concreto, não foi constatada variação em virtude da

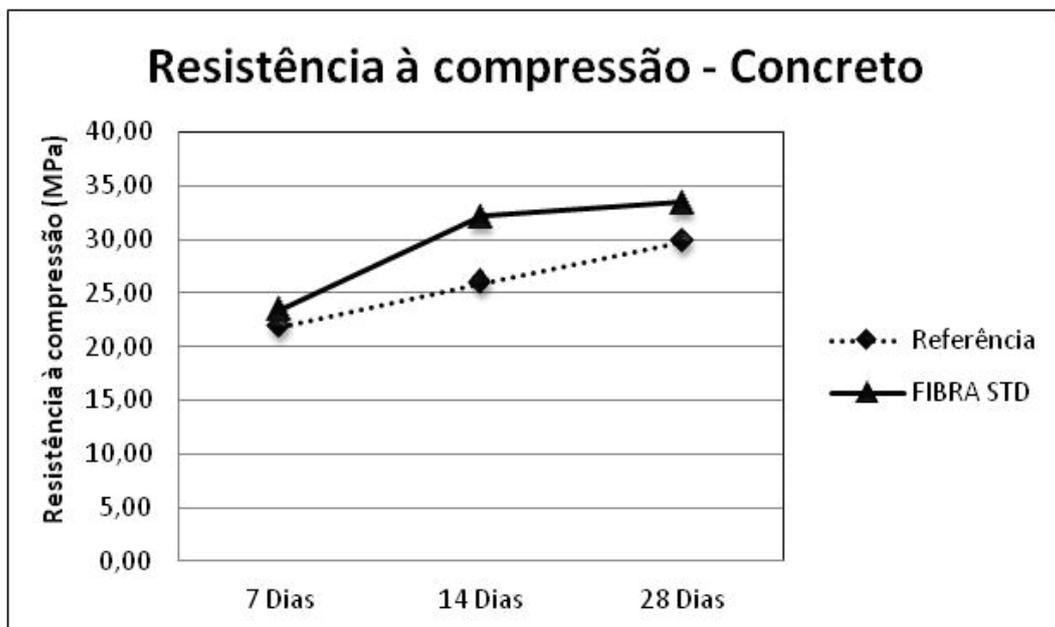
adição de fibra de coco. Tanto o traço de referência quanto o caso com fibra STD obtiveram o resultado de 100 mm no ensaio do abatimento do tronco de cone (Figura 3).

Verifica-se, na figura 7, a evolução da resistência à compressão do concreto com e sem a presença de fibra de coco (STD), ao longo das idades de 7, 14 e 28 dias de idade.

Embora Savastano et al. (1999, p. 433) comentem a respeito da possível degradação da fibra de coco em virtude do meio alcalino à qual está inserida, constata-se que, no concreto avaliado, a presença da fibra de coco provocou uma ligeira melhora nessa propriedade nas três idades estudadas. Além de melhorar a resistência à compressão, também foi observada uma redução no número de fissuras geradas nos cp's com a presença da fibra em relação aos cp's sem adição de fibra de coco.

É possível que a presença da fibra esteja contribuindo para melhorar a maneira como a energia seja descarregada ao longo

Figura 7 - Resistência à compressão dos concretos (MPa)



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

do concreto. Além disso, a água absorvida pela fibra, pode diminuir a relação água/aglomerante disponível para a mistura e, posteriormente, fornecê-la para a continuação das reações de hidratação do cimento (ROSSI, 2001, p. 51).

Assim como verificado por Tolêdo Filho et al. (1997), o corpo de prova (com fibra de coco) rompido indica que o modo de propagação da fissura foi por tração vertical. Nota-se que o aumento na resistência cisalhante, causado pela presença das fibras, modificou o modo de ruptura da matriz. Os cp's reforçados com fibras não romperam em vários pedaços depois que a carga máxima foi atingida, como observado na argamassa de referência, sem a presença da fibra de coco.

Outra possibilidade que pode justificar o melhor desempenho é a rugosidade superficial das fibras de coco; particularmente,

as saliências dispostas como fileiras de pequenos nódulos, que ajudam na adesão da matriz durante o processo de cura e, assim, melhoram a tensão interfacial, acarretando melhor resistência mecânica do composto (MONTEIRO et al., 2006).

Em relação ao ensaio de absorção de água por imersão, realizado na idade de 28 dias, observou-se (Figura 8) uma pequena diminuição da porcentagem de absorção de água no concreto quando adicionada a fibra de coco. Isso está coerente com o ligeiro aumento da resistência à compressão na mesma idade de ensaio, visto que ambas as propriedades estão ligadas à coesão e à porosidade do concreto.

A partir desses resultados, constata-se que a utilização da fibra de coco nessas condições, para a produção de argamassas e concretos, pode atender a resolução nº 307, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio

Figura 8 - Absorção de água por imersão



Fonte: Silva, E. et al. (2013).

Ambiente). Essa resolução define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos de construção e demolição, atribuindo responsabilidades para o poder municipal e, também, para os geradores de resíduos no que se refere a sua destinação.

Aos benefícios técnicos apresentados, destinação adequada e redução da extração dos recursos minerais, soma-se outro aspecto positivo da incorporação de fibras vegetais em compósitos cimentícios: a redução de emissão de CO<sub>2</sub>.

Lima (2010) afirma que a emissão de CO<sub>2</sub> no Brasil, causada pela produção de concreto, é da ordem de 225+/-43 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Ainda segundo o autor, considerando a produção (anual) de aproximadamente 30 milhões de m<sup>3</sup> de concreto no Brasil, podem ser gerados cerca de 8 bilhões kg de CO<sub>2</sub> ao ano devido à produção de concreto. A partir dessas informações, pode-se inferir que, se todo o concreto produzido no país utilizasse o teor de adição apresentado no presente trabalho (2,4 kg/m<sup>3</sup>), levaria a uma redução de aproximadamente 7 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> lançado na atmosfera ao ano.

Assim sendo, a utilização de fibras vegetais na produção de argamassas e concretos poderá contribuir significativamente com o uso e reuso racional de recursos naturais, reciclagem, eficiência energética e diminuição tanto da geração de resíduos quanto de gases do efeito estufa. Isso, por sua vez, implicará em aumento da qualidade de vida/bem-estar, aumento da formalidade dos empregos, qualificação e competitividade do setor construtivo nacional.

## Conclusões

A incorporação de fibras de coco, tanto em argamassas quanto concretos, contribuiu para a redução de fissuras nos corpos de prova quando submetidos ao ensaio de resistência à compressão, demonstrando a capacidade do material em melhorar a tenacidade do compósito cimentício.

Foram observadas, para os diferentes comprimentos da fibra de coco, pequenas variações na consistência e resistência à compressão de argamassas para o teor de adição e comprimentos de fibras testados. Já em relação aos concretos, considerando o mesmo comprimento da fibra, porém em idades diferentes, verificou-se um acréscimo visível na resistência à compressão do concreto com a presença da fibra de coco em relação ao concreto de referência. Esse aumento de resistência se mostrou associado à diminuição da absorção de água por imersão do concreto com a adição de fibra de coco.

Os resultados apontam que a utilização da fibra natural de coco em compósitos cimentícios é viável do ponto de vista técnico, atendendo as propriedades físicas de resistência exigidas pelas normas. Isso reforça a viabilidade de se reaproveitar esses resíduos na construção civil, diminuindo, assim, a extração de recursos naturais, o que possibilitaria destinar adequadamente o resíduo agroindustrial produzido e diminuir a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, causada pela produção do concreto.

## Referências

ABDULLAH, A.; JAMALUDIN, S. B.; ANWAR, M. I.; NOOR, M. M.; HUSSIN, K. Assessment of Physical and Mechanical Properties of Cement Panel Influenced by Treated and Untreated Coconut Fiber Addition. **Physics Procedia**, v. 22, p. 263-269, 2011.

AL ORAIMI S, S. Mechanical characterization and impact behavior of concrete reinforced with natural fibres, **Compos Struct**, v.32,p. 165-171, 1995.

ALI, M.; LIU, A.; SOU, H.; CHOUW, N. Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete. **Construction and Building Materials**, v.30, p.814-825, 2012.

ALI, M.; LI, X.; CHOUW, N. Experimental investigations on bond strength between coconut fibre and concrete, **Materials and Design**, v. 44, p. 596-605, 2013.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5739**: Concreto: Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994. 9p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7215**: cimento portland: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996. 5p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9778** - Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987. 4p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da Composição Granulométrica Rio de Janeiro, 2003. 8p.

BRÍGIDA, A. I. S.; CALADO, V. M. A.; GONÇALVES, L. R. B.; Coelho, M. A. Z. Effect of chemical treatments on properties of green coconut fiber. **Carbohydrate Polymers**, v. 79, p. 832-838, 2010.

CLARAMUNT, J.; ARDANUY, M.; HOTAL, J. A. G.; TOLEDO FILHO, R. D. The hornification of vegetable fibers to improve the durability of cement mortar composites. **Cement & Concrete Composites**, v. 33, p. 586-595, 2011.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Estudos e Pesquisas**: estudo Setorial da Construção 2012, n. 65. 2013. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2014**. Brasil. DNPM, Ministério de Minas e Energia, Governo Federal. 2014. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. v.29, p.1-83.

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.

LIMA, J. A. R. **Avaliação das consequências da produção de concreto no Brasil para as mudanças climáticas**. 2010. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

METHA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008. 307p.

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.

PALHETA, E. R. S.; PORTELA, C. S. A.; CARVALHO, A. B. L.; CABRA, A. E. B. Avaliação experimental da adição de fibras naturais da Casca do coco babaçu como reforço de matriz cimentícia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 54., 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: IBRACON, 2012. 13p.

PEREIRA, C.L.; SAVASTANO JUNIOR, H.; PAYÁ, J.; SANTOS, S. F.; BORRACHERO, M. V.; MONZÓ, J.; SORIANO, L. Use of highly reactive rice husk ash in the production of cement matrix reinforced with green coconut fiber. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 88-96, 2013.

RAMIRES, A. R.; CASTILHO, F. C.; DOMINGUES, V. J. M.; GUSMAN, M. O. Thermal conductivity of coconut fibre filled ferrocement sandwich panels. **Construction and Building Materials**, v. 37, p. 425-431, 2012.

RAMLI, M.; KWAN, W. H.; ABAS, N. F. Strength and durability of coconut-fiber-reinforced concrete in aggressive environments. **Construction and Building Materials**, v. 38, p. 554-566, 2013.

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.

RODRIGUES, P. P. F. **Parâmetros de dosagem do concreto**. 3. e.d. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.

ROSSI, P. Ultra-High-Performance Fiber Reinforced Concretes. **Concrete Institute**, v. 33, n. 12, p. 46-52, 2001.

SAVASTANO JUNIOR, H.; AGOPYAN, V.; NOLASCO, A. M. E.; PIMENTEL, L. Plant fibre reinforced cement components for roofing. **Construction and Building Materials**, v. 13, p. 433-438, 1999.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; PIMENTEL, L. L. Viabilidade do aproveitamento de resíduos de Fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.4, p.103-110, 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.

SILVA, E. J.; MARQUES, M. L.; FORNARI JUNIOR, C. Aplicação de fibra de coco em matrizes cimentícias. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, p. 1555-1561, 2012.

SINDUSCON. Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**. São Paulo: SINDUCONS-SP, 2005. 48 p.

SIVARAJA, M.; KANDASAMY; VELMANI, N.; SUDHAKARAN PILLAI, M. Study on durability of natural fibre concrete composites using mechanical strength and microstructural properties. **Bulletin of Materials Science**, v.33, n.6, p.719-729, 2010.

SNIC. Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. **Relatório anual 2013**. Rio de Janeiro, SNIC, 2014. 46 p. Disponível em: <<http://www.snic.org.br>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

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