

# ARGAMASSA SUSTENTÁVEL REFORÇADA COM FIBRAS DE COCO

## COCONUT FIBER REINFORCED GROUT

Filipe Bondarenko Schwan<sup>1</sup>

**Resumo** As fibras vegetais, tais como a fibra de coco, têm sido utilizadas na construção civil substituindo outras matérias primas de fonte não renovável como a cal e o cimento. Nesse contexto, as fibras de coco surgem como uma excelente alternativa com vantagens econômicas e ambientais, uma vez que existem em abundância, são de baixo custo, provêm de uma fonte renovável, e irão produzir um material sustentável. O objetivo desse estudo foi estudar as propriedades do pó da fibra do coco para ser utilizado como material principal na fabricação de uma nova argamassa para fins de assentamento de tijolos e reboco na substituição do cimento como material principal, a fins de melhorar seu desempenho e obter propriedades mais relevantes, como a trabalhabilidade; comportamento mecânico; impermeabilidade; resistência e susceptibilidade a fissuração.

**Palavras chaves:** Argamassa, fibras naturais, cimento, reboco.

**Abstract** Natural fibers, such as coconut fiber, used in construction to replace other raw materials from a non-renewable source. The scientific community has initiated a quest to analyze and initiate the use of natural fiber in the makes of a new sustainable material. In this context, coconut fiber is an excellent alternative, since it exists in abundance, is low cost, comes from a renewable source and will produce a sustainable new material. Moreover, the mass production of cement for civil engineering causes respiratory diseases and damages to the population close to the quarry site, where it is extracted for manufacturing cement.

**Keywords:** Grout, natural fiber, cement, plaster.

---

<sup>1</sup> Filipe Bondarenko Schwan, Graduado em Educação Física, pela San Jose State University, na Califórnia, Estados Unidos, Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Única de Ipatinga, Minas Gerais, é Professor de Física e Inglês no Colégio John Wesley.

## 1. INTRODUÇÃO

As fibras vegetais, tais como a fibra de coco, têm sido utilizadas na construção civil substituindo outras matérias primas de fonte não renovável como a cal e o cimento. Nesse contexto, as fibras de coco surgem como uma excelente alternativa com vantagens econômicas e ambientais, uma vez que existem em abundância, são de baixo custo, provêm de uma fonte renovável e irão produzir um material sustentável. Por outro lado, a produção de cimento para utilização na engenharia civil causa danos e doenças respiratórias para as pessoas que vivem próximas ao local da pedreira, onde é extraída a matéria-prima para a fabricação do cimento. Poluição sonora também é muito comum, uma vez que são utilizados explosivos e britadeiras na extração do mesmo (MAURY & BLUEMENSCHHEIN, 2012). Há também os danos ambientais, como a poluição dos rios e barragens, sem qualquer fiscalização. O presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de melhorar as características básicas da argamassa comum, principalmente o contra o efeito de retração da mesma, a fins de evitar fissurações.

A alta produção de cimento para fazer concreto e argamassa, muitas vezes é precária e o produto final não possui uma qualidade necessária para consumo, além de gerar um custo alto para as obras. As fibras naturais vêm sendo utilizadas pelos profissionais da construção civil como reforço no solo para obter uma melhor estabilidade nas fundações das casas, especialmente em áreas de risco (MAURY & BLUEMENSCHHEIN, 2012). O objetivo desse estudo foi estudar as propriedades do pó da fibra do coco para ser utilizado como material principal na fabricação de uma nova argamassa para fins de assentamento de tijolos e reboco na substituição do cimento como material principal, a fins de melhorar seu desempenho e obter propriedades mais relevantes, como a trabalhabilidade; comportamento mecânico; impermeabilidade; resistência e susceptibilidade a fissuração.

Em média, 85% do coco verde são compostos pelas cascas, muitas vezes aglomeradas em aterros sanitários ou às margens das ruas e locais públicos. Como a minimização da geração desse resíduo implicaria na redução da atividade produtiva associada, o seu aproveitamento torna-se uma necessidade. Com isso, esse estudo teve como proposta investigar as propriedades do pó da fibra de coco, na composição química, nas propriedades mecânicas, térmicas e econômicas, como forma de contribuir para a elaboração de uma nova argamassa para fins de assentamento de tijolos e reboco de paredes (MATTOS et al., 1997).

A casca do coco verde, assim como a do coco maduro, é constituída por uma fração de fibras e outra denominada de pó. As fibras de coco são materiais lignocelulósicos obtidos do mesocarpo de cocos e caracterizam-se pela sua dureza e durabilidade atribuída ao alto teor de lignina, quando comparadas com outras fibras naturais (DA SILVA et al., 2008). Esse material apresenta baixa taxa de degradação,

levando mais de oito anos para completa decomposição. No entanto, poucos estudos têm sido realizados visando à caracterização e utilização da fibra e do pó da casca do coco verde (FERREIRA et al., 1997).

## **2. MATERIAIS FIBROSOS**

O propósito da adição de fibras para a fabricação de um novo material é reforçar o mesmo e oferecer resistência a esforços externos que venham causar cisalhamento ou ruptura da argamassa. A formação de materiais compostos, ou polifásicos, pode ser adquirida através da junção entre matriz e fibras, tendo em vista que suas propriedades, quando juntas, serão superiores as mesmas quando separadas (BENTO, 2006).

Quando ocorre um esforço externo ou algum tipo de deformação no solo as características das fibras a serem utilizadas para o reforço devem ser avaliadas cuidadosamente. Inicia-se, então, o processo de solicitação das propriedades das fibras a serem agregadas como reforço para aquela determinada massa de solo (SALES, 2011).

Nota-se, assim, a importância da seleção do tipo de fibra que será requerido para fabricação de uma argamassa seca para a sua utilização em cada área da construção civil (SALES, 2011).

Existem vários tipos de fibras que podem ser utilizadas como agregados miúdos para argamassa. As fibras podem se subdividir em do tipo naturais, tais como de origem vegetal, mineral e animal, e feitas pelo homem, denominadas polímeros naturais ou polímeros sintéticos (SALES, 2011).

As fibras afetam diretamente a matriz em que se adicionam, sendo assim de vasta importância o estudo de qual tipo de fibra utilizar em determinado tipo de matriz, visando o mecanismo de interação matriz-reforço, para melhor desempenho de ambas as partes (BENTO, 2006).

Entretanto, por motivos de sustentabilidade, visando usar e usufruir da nova tecnologia verde (*Building Green*), além do fato de preservar o meio ambiente, este trabalho dará ênfase às fibras do coco, que são ilustradas pela figura 9 (BENTO, 2006).

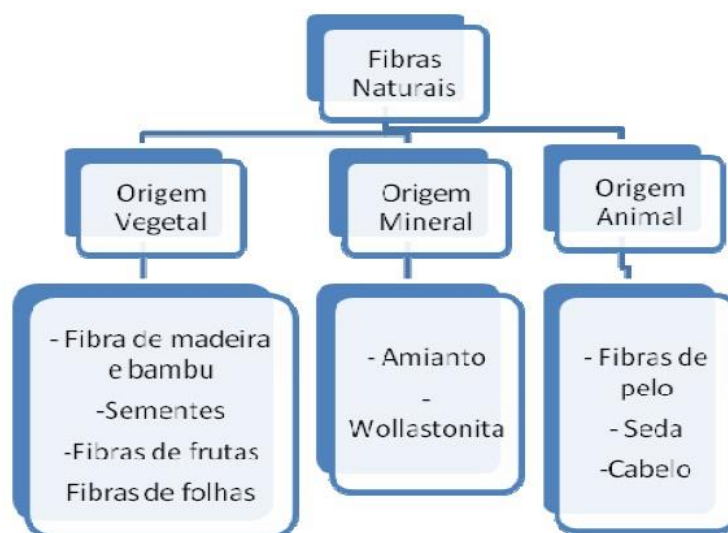


Tabela 1 – Ilustração de tipos de fibras naturais (SALES, 2011; *apud* PERSON *et al.*)

Desde os primórdios das civilizações usam-se fibras naturais como reforços em construções. As fibras naturais foram as primeiras utilizadas devido a relação custo/benefício favorável e à sua grande abundância, além de características como seu alto aferro e resistência. Sendo a maioria de origem vegetal, se destacam as de bambu, coco, linho, juta e sisal. Entre as de origem animal citam-se pêlo animal, seda, cabelo humano e pena de pássaros. As de origem mineral como as de amianto e wollastonita são prejudiciais a saúde (SALES, 2011).

Segundo Sales (2011), as fibras naturais vegetais (figura 10) podem atingir uma série de vantagens sobre as fibras sintéticas, reforçando assim seu uso em matrizes de cimento e poliméricas. Algumas dessas vantagens incluem: grande resistência, alto índice de absorção, grande abundância, custo/benefício para construções, biodegradável, não prejudicial a saúde, prevenção de erosão, elasticidade, entre outras.

Algumas desvantagens das fibras naturais para com as fibras sintéticas são que as fibras naturais possuem uma variabilidade de propriedades, a baixa durabilidade quando agregada a uma matriz de cimento, e fraca adesão a inúmeras matrizes em seu estado (SALES, 2011).

### 3. OBJETIVOS

Analisar os efeitos do pó de fibra de coco quando utilizado como agregado miúdo na formação da argamassa seca, para uso na construção civil; reforçar e dar estabilidade a assentamento de tijolo e reboco na construção civil, identificando sua permeabilidade, deformação, durabilidade, plasticidade, resistência, e economia dos agregados.

### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi feita uma pesquisa quantitativa sobre a utilização de pó de fibras de coco para a fabricação de uma argamassa seca, composta primordialmente por pó de fibra de coco, cimento, cola branca, e uma resina polimérica. O objetivo foi buscar identificar o tipo mais adequado para diminuir a relação água cimento da argamassa, além de reforçar, dar estabilidade, plasticidade, impermeabilidade, e tração à argamassa seca, além da economia no orçamento final da obra.



Figura 1 - Adição de concreto

## 5. METODOLOGIA

Para a mistura utilizamos uma bacia de alumínio, uma espátula de pedreiro e os materiais foram sendo adicionados aos poucos. Primeiro peneiramos o pó da fibra de coco, e logo depois adicionamos 400 g de pó de coco, 190g de cola branca e 190 g de resina polimérica para agregar plasticidade e impermeabilidade à argamassa. Por último, adicionamos 250g de cimento Cauê à mistura. Fizemos o mesmo com a fibra de coco. Obtivemos uma argamassa consistente, com um nível de umidade relativo, um grau de plasticidade bom. Ambas as argamassas tiveram a mesma análise. A argamassa de pó da fibra de coco teve um nível de textura de fricção muito baixo em comparação à argamassa com a fibra do coco.

Uma vez pronta, aplicamos a argamassa em assentamento de tijolos e em forma de reboco para análise. Os tijolos ficaram expostos no laboratório da faculdade por um período de 48 horas antes dos testes de impermeabilidade, tração, tensão e cisalhamento.

Após sete dias de descanso, os tijolos com a nova argamassa foram testados por fatores de permeabilidade, deformação, durabilidade, plasticidade, resistência, e economia dos agregados. Depois das análises, verificamos que o material era resistente à força da gravidade e força humana. A nova argamassa seca obteve um bom resultado com relação à permeabilidade, pois a água escorreu sobre a superfície da argamassa seca, mas foi absorvida na argamassa comum.



Figura 2 – Teste de Permeabilidade

A próxima etapa foi fazer a argamassa para ser empacotada à vácuo, para analisarmos o tempo de vida útil da mesma, e utilizarmos como amostra. Misturamos 1,5kg de fibra de coco e pó de fibra de coco, 500g de cimento Cauê, 800g de cola branca e 200g de resina polimérica. Após a mistura ficar homogênea, empacotamos a argamassa em uma sacola plástica de 5 kg.

Após misturarmos a argamassa seca e aplicarmos no assentamento e reboco de tijolos, empacotamos à vácuo a mistura para analisar o tempo de vida útil do produto. O empacotamento foi feito em Ipatinga, no laboratório da UNIPAC. Foi utilizado um saco plástico de 5 kg e um aspirador de pó, para sugar o ar de dentro da sacola.

Após 10 semanas em repouso, o produto final foi analisado e permaneceu com a mesma consistência e plasticidade de quando foi feito. Para melhor resultado, seria necessário mais tempo para análise completa e conclusão definitiva sobre a qualidade do produto e tempo de vida útil do mesmo.



Figura 3 – Produto final empacotado

## 6. RESULTADOS E ANÁLISES

Foram avaliados os seguintes parâmetros: permeabilidade, deformação, durabilidade, plasticidade, resistência, e economia dos agregados. Fizemos também um teste de tração e tensão e cisalhamento, por meios da gravidade e força humana.

Uma vez calculados, esses parâmetros darão base para análise e classificação dos demais parâmetros que serão analisados em laboratório, para ser feita a conclusão de desempenho do pó de coco em relação ao reforço e estabilidade proporcionados a argamassa.

As análises foram feitas através do uso de fórmulas para grau de saturação e limite de plasticidade da argamassa, respectivamente. Todas as análises e classificações foram feitas pós adição do pó da fibra e da fibra do coco respectivamente, para análise das mesmas.

Essas fórmulas foram obtidas através do *Unified Soil Classification Systems* (USCS – em português, Sistema Unificado de Classificação do Solo). O limite de plasticidade é definido quanto ao teor de umidade no qual a argamassa se fragmenta quando rolado num fio de linha de 3.18mm de diâmetro.

A plasticidade da argamassa está diretamente relacionada ao limite de umidade que este absorve. Foi usada a seguinte fórmula para o cálculo:  $w(\%) = (Ww/Wa) \times 100$ , onde  $w(\%)$  indica a Percentual de Umidade,  $Ww$  é o peso da água, e  $Wa$  o peso da argamassa. (DAS, 2011).

Em seguida, foi usada a fórmula para calcular o nível de saturação da argamassa, através de banhos de água. As amostras de argamassa, com e sem a adição do pó de coco, foram submetidas a banhos de água por um período de 24 horas, utilizando-se um cilindro de vidro de 1000ml, para análise de cada amostra de desempenho da argamassa. De acordo com o USCS, a fórmula para cálculo do nível de saturação é:  $S(\%) = (Vw/Va) \times 100$ , onde  $S(\%)$  é o grau de saturação,  $Vw$  é o volume de água e  $Va$  é o volume do solo.

## 7. CONCLUSÕES

Após as análises de impermeabilidade, tensão, tração e cisalhamento, concluímos que o a nova argamassa seca composta de fibra de coco e pó de fibra de coco, mesclados ao cimento, cola branca e resina polimérica, é um produto viável para assentamento de tijolos. Por ser um produto sustentável, seu baixo custo será o diferencial no orçamento de uma obra. As partículas lignocelulósicas provavelmente foram essenciais no requisito propriedades mecânicas de flexão (MOEf e MOR) e tração (Ef e ft) (DAS, 2011). Os testes foram todos com forças humanas, mas deveremos refazê-los e mensurar corretamente para uma correlação mais apurada. Algumas modificações químicas devem ser feitas em relação à composição do

produto, especialmente para aumentar sua vida útil. No teste de impermeabilidade obtivemos um bom resultado, pois a água não penetrou no tijolo com a nova argamassa seca, somente no tijolo com argamassa comum.

O fator de permeabilidade pela relação água/cimento foi o mais favorável para esse estudo, pois a argamassa com o agregado miúdo de pó de coco revelou-se impermeável. O agregado miúdo composto de fibras de coco seco, um material a custo zero, fácil de obter e misturar à argamassa *in-situ* ou no preparo da mesma. Assim, diminuindo a relação água/cimento da argamassa, aumenta-se sua resistência, durabilidade e diminui sua permeabilidade.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTO, P.F. **Uso de cal e fibras na melhoria de materiais para utilização em estruturas de pavimentos**. 2006. 132p. Dissertação de Mestrado em Geotecnia. Universidade de Brasília. Distrito Federal.

DAS, B. M. **Principles of Foundations Engineering**. Ed.07. Connecticut, Estados Unidos. Cengage. 2011. 789p.

FERREIRA, J.M.S., WARWICK, D.R.N., SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2.ed. Brasília-Embrapa SPI; Aracaju-Embrapa-CPATC, 1997. 292p.

MATTOS, A.L.A., et al. **Beneficiamento da casca do coco verde**. Agroindustria Tropical. 2013. Embrapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MAURY, M.B., BLUEMENSCHNEIN, R.N. **Produção de cimento: Impacto à saúde e ao meio ambiente**. Sustentabilidade em Debate. Brasília. v.3,n.1,p.75-96. 2012.

SALES, K. C. S. **Melhoria de Solos por inclusão de Fibras Naturais**. 2011. 97p. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Distrito Federal.

United States Department of the Interior. United States Geological Survey (USGS). **Science for a changing world**. Desenvolvido por Lynn Highland, 2006. Disponível em < <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf>> Acessado em 28/10/2014.