

EXTRAÇÃO DE FIBRAS DE COCO PARA APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE ENGENHARIA

Richard Antony Barbosa¹, George Ribeiro Souza², Valdirene Aparecida da Silva, Dr^{a3}, Erika Peterson Gonçalves, Dr^{a4},

Universidade do Vale do Paraíba – UniVap / Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo - FEAU, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, São José dos Campos, SP,

¹ richardabf@hotmail.com, ² george_rse@hotmail.com, ³ valdirene@univap.br, ⁴ erika@univap.br

Resumo – As fibras de coco são material orgânico abundante em nosso país, estas podem ser extraídas do mesocarpo do fruto verde, por meio de reações químicas em ambiente básico. Processo simples e de baixo custo, que permite a obtenção de fibras integras com possibilidade de aplicação em engenharia. Análises realizadas por microscopia eletrônica de varredura, mostraram que a microestruturas destas fibras podem ser utilizadas para o desenvolvimento de materiais os quais a aplicação solicite elevada resistência à compressão. As imperfeições superficiais assim como a irregularidade na espessura destas fibras não são fatores de impedimento para a aplicação destas no desenvolvimento de novos materiais, sendo muitas vezes desejável a presença destas imperfeições para a adequada micromecânica do material consolidado.

Palavras-chave: fibra de coco, extração, lignina, resistência e sustentabilidade

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

O Brasil, conhecido por sua extensão quase que “continental”, possui também uma grande extensão territorial cultivável, o que gera um grande mercado para o agronegócio.

O coco verde é um fruto vindo do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), muito consumido por conter a chamada popularmente “água de coco”, sendo consumido ainda imaturo. A planta é muito encontrada na região litorânea do Nordeste, porém pode ser encontrada em outras regiões de clima tropical. O líquido no interior desse fruto age como reserva de alimento para o embrião do coqueiro.

O Brasil produz anualmente cerca de 8,1 bilhões de unidades de coco, nas praias brasileiras gera 70% do lixo encontrado no local. E depois de se consumir o líquido, o fruto é destinado a lixões e aterros, diminuindo a vida útil desses aterros, já que é um alto volume e sem contar que o ambiente pode levar até 12 anos para decompor esse casco, além de serem potenciais emissores de gases estufa (metano), podendo proliferar focos de criação de insetos e animais peçonhentos que podem gerar doenças, mau cheiro e possíveis contaminações do solo.

Alternativas para a diminuição desse impacto devem ser tomadas, e o uso da fibra de coco é uma possibilidade sendo uma alternativa sustentável que ajuda a reduzir no impacto ambiental de uma tamanha intervenção quando a utiliza. As fibras desse fruto possibilitam uma grande resistência mecânica, e sua produção ajuda a diminuir o lixo gerado pelo consumo do fruto.

Esse material vem do mesocarpo, sendo a parte espessa e fibrosa do produto, do epicarpo, que constitui a epiderme, e pelo endocarpo, que no fruto ainda imaturo não se apresenta tão rígido como no fruto amadurecido, figura 01.

É possível utilizar essas fibras graças a suas propriedades físico-químicas, que podem ser utilizadas na confecção de diversos materiais como: embalagens, adição da fibra em concreto não estrutural, uso da fibra em compósitos, adição da fibra em misturas asfálticas, mantas de fibra de coco, objetos para jardinagem, banco de automóveis, entre outros.

Na extração do fruto, o coco fornece cerca de 70 gramas de fibra, sendo que um ele pesa em média de 3 a 4 kg, dependendo do tempo de maturação.

Países como Índia e Sri Lanka, foram os países que mais processaram o coco na última década, sendo responsável por mais de 90% da produção mundial. No Brasil, essa atividade já é utilizada há certo tempo. As mais importantes empresas que atuam nessa área, têm no máximo 40 anos, porém a produção tem maior venda no comércio nacional.

Figura 01 – Partes do coco



Fonte: (PASSOS, 2005)

E com isso, a necessidade do uso de produtos sustentáveis, que diminuem o impacto no ambiente vindo de uma fonte renovável vem impulsionando a utilização dessas fibras.

Empresas vêm desenvolvendo um grande projeto na sua extração, sendo um processo todo mecanizado, com recolhimento do fruto nos locais de venda, e transporte até a fábrica de processamento.

A composição da fibra se dá basicamente por: celulose, hemicelulose, lignina, pectina e minerais, porém tem por maior concentração a Lignina, que varia conforme a idade do fruto, sendo 20% no fruto mais jovem e podendo chegar a 35% no fruto já maduro.

A lignina sendo um polímero complexo é a grande responsável pela formação da parede celular. Quanto maior a sua concentração na fibra, maior será seu impacto na estrutura, na flexibilidade e a taxa de hidrólise, melhorando assim sua qualidade.

O mesocarpo é a região de interesse deste trabalho, visto que ele é um composto natural constituído por uma matriz contínua de lignina reforçada por fibras a base de celulose. Estas fibras de coco, então podem ser extraídas desta região do fruto verde e apresentam baixo custo, este trabalho tem como intenção ampliar a área de aplicação desta promissora fibra, deste modo visa a extração química deste material de sua fonte natural para a aplicação na indústria da construção civil.

Metodologia

Os mesocarpos das amostras de coco verde foram retirados com auxílio de cunha e martelo, para facilitar a desfibrilação, foi realizada maceração no mesocarpo. Para a extração das fibras de celulose da matriz de lignina testou-se 3 metodologias diferentes para avaliar a eficiência e assim poder definir qual a ideal para a realização do processo.

No teste 1 realizou-se 5 ciclos de solubilização da lignina em solução básica (pH 14) e lavagem em água aquecida, para tanto os mesocarpos macerados foram submersos em solução de NaOH 10% à 50 °C por 20 minutos e após este tempo de residência na solução básica, o sólido foi retirado com auxílio de pinça e submerso em água à 50°C pelo período de 2 minutos. O controle da lavagem foi realizado com fenolftaleína, que permite que se observe de maneira rápida a alteração do pH.

Com o término dos ciclos de extração química, as fibras foram colocadas para secar em estufa por 20 minutos à 80 °C. Observou-se a coloração.

Para a realização da segunda etapa de testes, a solução básica de NaOH 10% foi diluída para a concentração de 5%, para abrandar o efeito danoso na superfície das fibras. Nesta solução as fibras previamente maceradas foram submetidas ao mesmo processo de solubilização da lignina descrito no teste 1. As fibras obtidas foram secas em estufa por 20 minutos à 80 °C.

Para a otimização do processo de extração e redução do número de ciclos de lavagem em solução básica e água aquecida, o mesocarpo foi submetido ao processo de autoclavagem, com o intuito de facilitar a liberação da lignina em solução básica. Assim, o mesocarpo porcionado foi colocado em autoclave vertical, em potência média à temperatura de 120 °C, à pressão de 1,1 atm por 30 minutos. O material retirado da autoclave foi submetido ao processo de extração da lignina por meio de solução básica, solução NaOH 5%, por 15 minutos à 50 °C e lavagem em água aquecida

à 50 °C, foram realizados 3 ciclos de extração/lavagem. As fibras obtidas por este processo foram lavadas em água corrente e posteriormente secas em estufa por 20 minutos à temperatura de 80 °C.

As fibras obtidas foram analisadas por microscopia eletrônica de raios X para a avaliação da sua microestrutura.

Resultados e Discussões

O procedimento descrito mostrou-se eficiente, porém é necessário que ajustes sejam realizados principalmente quanto a concentração da solução de base forte, pois ensaios preliminares apontam que a resistência das fibras de coco é reduzida pelo ataque químico de soluções muito agressivas, assim é necessário o desenvolvimento de estudo para otimização desta concentração e/ou tempo de exposição das fibras à solução.

O uso da autoclave auxiliou na realização desta extração, visto que o processo pode ter o número de ciclos reduzido em 40%, o que protege as fibras de ataque severo do meio básico. Esta redução pode ser explicada, pois no processo de autoclavagem o material é submetido à pressões que naturalmente não seriam expostos, essa pressão é responsável pelo rompimento das cadeias moleculares da lignina, o que faz com que a resistência de suas ligações coma superfície da fibra sejam diminuídas e assim permitindo uma extração mais rápida e menos custosa.

As retirar o material da autoclave, pode-se observar que as fibras estavam mais soltas, porém ainda com lignina impregnada, o que pode ser facilmente notado pela coloração vermelho escura, característica da lignina durante processo de quebra da cadeia e extração.

No processo de extração química por solução básica, pode-se notar que a cada ciclo realizado sob agitação as fibras soltavam-se do mesocarpo e ficam em suspensão na solução básica, este é um método eficaz para verificar quantos ciclos devem ser realizados de extração/lavagem, assim, as amostras colocadas em autoclave soltaram-se mais facilmente sendo necessário somente 3 ciclos extração/lavagem. O fato das fibras de soltarem do mesocarpo deve-se à retirada da lignina que é o elemento ligante, matriz contínua, no compósito natural formador do mesocarpo dos cocos verde.

Após o término do processo de secagem observou-se a modificação da coloração das fibras, que passaram de uma coloração vermelho escuro para a coloração marrom clara, porém as fibras muito claras mostraram-se muito frágeis, com baixa resistência mecânica, não suportando a tração realizada com as mãos humanas. Este fato pode ser explicado pelo ataque químico exacerbado da solução básica forte. Assim foi proposto o teste 2, onde utilizou-se solução básica menos agressiva, com a concentração de 5% NaOH, que se mostrou eficiente para a obtenção das fibras que apresentaram coloração mais escura e resistência ao rompimento manual maior. Para a determinação da resistência mecânica por métodos reconhecidos é necessária e será realizada em etapa posterior, devido à adequação de equipamentos e normas de ensaio. A figura 02 e 03 mostra a diferença de coloração entre as fibras obtidas com solução de NaOH 5% e 10% respectivamente.

Figura 02 – Fibras obtidas por extração da lignina em solução NaOH 5%



Fonte: o autor

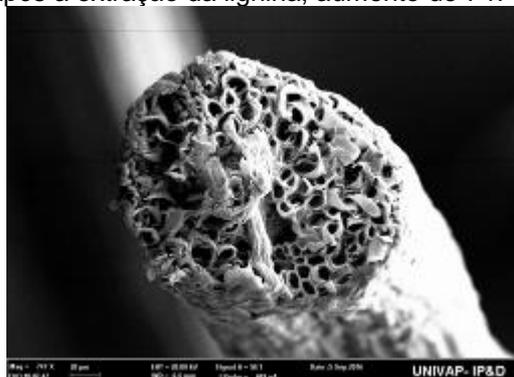
Figura 03 – Fibras obtidas por extração da lignina em solução NaOH 10%



Fonte: o autor

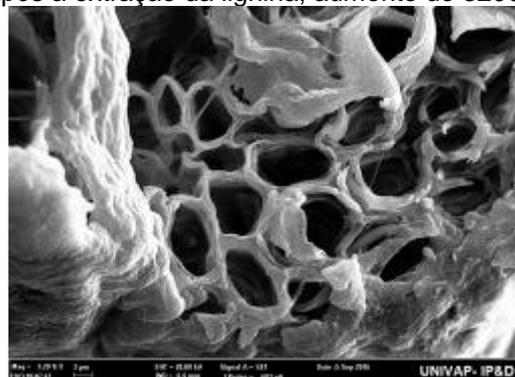
Com a análise por microscopia eletrônica de varredura realizada nas fibras obtidas por este processo pode-se avaliar o interior das fibras, que diferente do esperado, não se apresentam com seção transversal contínua, mas com estrutura híbrida alveolar, figura 04 e figura 05.

Figura 04 – Seção transversal das fibras de coco após a extração da lignina, aumento de 747 x.



Fonte: o autor

Figura 05 – Seção transversal das fibras de coco após a extração da lignina, aumento de 3200 x.

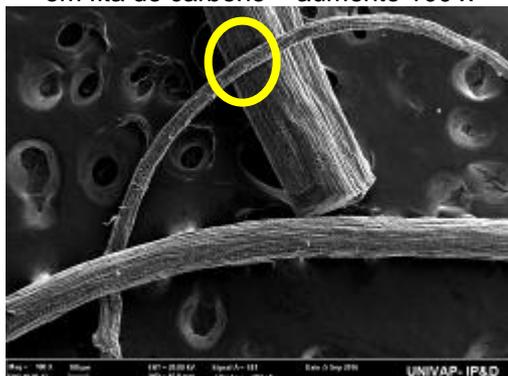


Fonte: o autor

Este tipo de estrutura permite que a resistência à compressão destas fibras seja superior quando comparada às fibras com estrutura contínua, esta caracterização permite que a linha de desenvolvimento de produtos baseados em fibras de coco busque caminhos e rotas de obtenção que venham a utilizar-se desta característica.

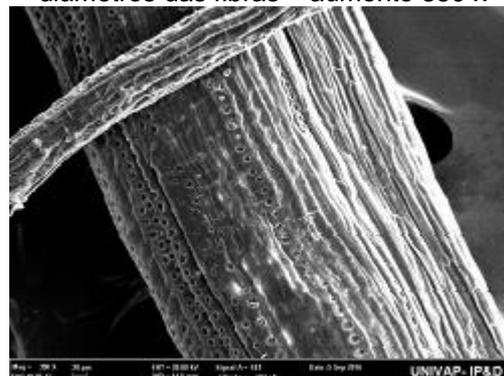
Observou-se ainda que as fibras não possuem mesmo diâmetro em toda sua extensão, o que era esperado, visto que materiais naturais dificilmente possuem simetria perfeita, figura 06. A figura 07 mostra em detalhe ampliado o comparativo entre as espessuras das fibras.

Figura 06 – Vista Geral de 1 fibra presa em fita de carbono – aumento 100 x



Fonte: o autor

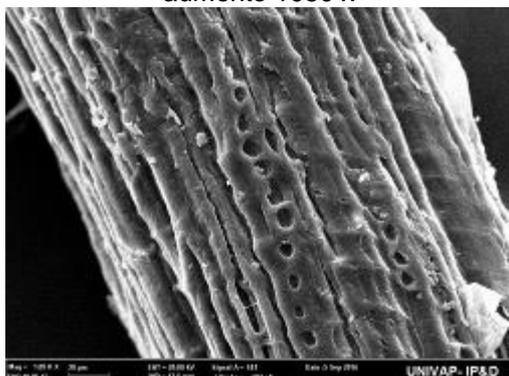
Figura 07 – Detalhe da avaliação dos diâmetros das fibras – aumento 350 x



Fonte: o autor

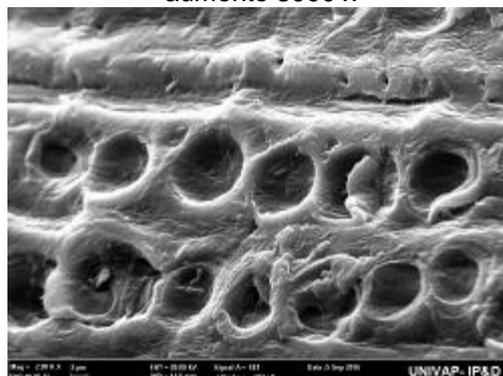
Com relação à superfície, pode-se observar que estas fibras apresentam superfície estriadas, que têm a possibilidade de realizar ancoramento mecânico em uma matriz polimérica contínua, permitindo assim, maior adesão das fibras com a matriz, e proporcionando uma transferência de carga mais efetiva. Esta característica pode ser observada nas figuras 08 e 09.

Figura 08 - Vista superficial da Fibra de coco – aumento 1050 x



Fonte: o autor

Figura 09 - Vista superficial da Fibra de coco – aumento 3000 x



Fonte: o autor

Este trabalho possibilitou o conhecimento das fibras de coco extraída quimicamente, porém muito ainda precisa ser estudado, com base nestes estudos preliminares, pesquisas aprofundadas serão realizadas com o intuito de desenvolver novos materiais para aplicações de engenharia, tais como materiais compósitos que têm mercado crescente na indústria da construção civil e agronegócio.

Conclusão

Os estudos realizados são preliminares, porém pode-se considerar que as fibras de coco têm potencial para aplicação industrial, visto que o processo de extração não é custoso tampouco danoso ao meio ambiente, a matéria prima é abundante em nosso país, fatores estes que alavancam os estudos e pesquisas nesta área. Adequações de processo de obtenção e otimização de produtos sempre são necessários, mas esta promissora matéria prima permitirá que inovações tecnológicas principalmente para as indústrias do agronegócio e construção civil surjam nos próximos anos buscando a sustentabilidade do ciclo produtivo e redução no impacto ambiental.

Características físicas das fibras não foram severamente afetadas com o ataque básico severo pelo qual estas fibras foram submetidas, visto que nas imagens por microscopia eletrônica de varredura mostraram integralidade na formação das fibras e mesmo as estruturas alveolares permaneceram intactas após o ataque químico.

Quanto às estruturas alveolares, estas poderão ser utilizadas de maneira conveniente para a produção de materiais compósitos que necessitem suportar elevadas cargas transversais, compressão, visto que este tipo de estrutura permite a acomodação de carga em suas paredes alveolares e ainda permite que parte do carregamento seja dissipado no vazio de seus alvéolos.

Assim, este material tem boa perspectiva de aplicação no mercado nacional.

Referências

MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. F.; CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Beneficiamento da casca de coco verde**. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2016.

SANTOS, V. R.; CASAGRANDE, M. D. T.; SOTOMAYOR, J. M. G. **Aplicabilidade de novos materiais geotécnicos visando o reforço de solos - Avaliação do comportamento de solos reforçados com fibra de coco através de ensaios de placa em verdadeira grandeza**. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio_resumo2014/relatorios_pdf/ctc/CIV/CIV-Vanessa%20Rodrigues%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2016.

CASTILHOS, Lisiane Fernanda Fabro de. **Aproveitamento da fibra de coco**. Disponível em: <<http://sbri.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY0MA==>>. Acesso em 23 abr. 2016.



TAVARES, Adriana Zancani; BARBOSA, Lara Leite. **Materiais – Referências adequadas à aplicação em projetos emergenciais.** v.1, n.1, 2012. Disponível em: <http://www.usp.br/noah/wp-content/uploads/2012/07/TAVARES_BARBOSA_Materiais.pdf> Acesso em 24 abr. 2016.

ROSINEIDE, Miranda Leão. **Tratamento superficial de fibra de coco e aplicação em materiais comósitos como reforço do Polipropileno.** 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em ciências mecânicas) – Departamento de Engenharia mecânica, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.