

IMPORTÂNCIA DE COMPÓSITOS SUSTENTÁVEIS FIBRA NATURAL - POLÍMERO PARA PRODUÇÃO DE "MADEIRA PLÁSTICA" PARA FINS NAVAL E NÁUTICO

Maria da Paz Ferreira do Nascimento

Artista Plástica, expositora, arte-educadora, curadora e escritora.

Mestre em Ciências Farmacêuticas (UFPE).

E-mail: dapazferreira2009@gmail.com

Ayres Guimarães Dias

Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ/UERJ).

Doutorado em Química de Produtos Naturais (IPP/UFRRJ).

E-mail: ayres.dias@gmail.com

Jorge Luiz de Oliveira Domingos

Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ/UERJ).

Doutorado em Química de Produtos Naturais (IPP/UFRRJ).

E-mail: jlo.domingos@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho apresenta pontos relevantes de discussão para a produção e aplicação de materiais compósitos sustentáveis destinados à construção de embarcações e movelaria com fins navais. Baseado em levantamento na literatura, apresentamos sugestão de um novo material expondo características e potencial de materiais produzidos a partir de fibras naturais, em especial fibra de coco. O aproveitamento da fibra do coco verde na produção de compósitos de fibra natural com material polimérico objetivando reduzir a quantidade de resíduos persistentes no meio ambiente, especialmente nas praias, bem como dar a este material uma aplicação compatível com suas propriedades agregando-lhe outro resíduo. Algumas empresas no Brasil já produzem materiais a base de fibra de coco e outras fibras naturais. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas para produção de placas feitas com a fibra do coco verde. Até o momento as principais aplicações têm sido para gerar produtos e utilitários e com isto dar visibilidade à importância da reciclagem, logística

ABSTRACT

The present work presents relevant points of discussion for the production and application of sustainable composite materials for the construction of ships and furniture for naval purposes. Based on a survey in the literature, we present a suggestion of a new material exposing characteristics and potential of materials produced from natural fibers, especially coconut fiber. The use of green coconut fiber in the production of natural fiber composites with polymeric material aims to reduce the amount of persistent residues in the environment, especially in the beaches, as well as give this material an application compatible with its properties adding another residue. Some companies in Brazil already produce materials based on coconut fiber and other natural fibers. Researches have been developed to produce plaques made with green coconut fiber. So far the main applications have been to generate products and utilities and with this to give visibility to the importance of recycling, reverse logistics and can generate an alternative

reversa e podendo assim gerar um material alternativo à atual escassez da madeira. Assim dada a significativa quantidade de madeira utilizada na indústria Naval, buscamos aqui direcionar olhares para este mercado de grande potencial que é uma alternativa sustentável que trará um positivo impacto ambiental e se justifica na grande abundância de fibras naturais e resíduos como matéria-prima deste novo material. Além do mais possuímos tecnologia e conhecimento científico comprovado para o desenvolvimento desta inovação.

Palavras-chave: Fibra de coco. Logística Reversa. Sustentabilidade.

material to the current shortage of wood. Given the significant amount of wood used in the Naval industry, we aim to direct our attention to this market of great potential, which is a sustainable alternative that will bring a positive environmental impact and is justified by the great abundance of natural fibers and wastes as raw material of this new material. In addition, we have proven technology and scientific knowledge to develop this innovation.

Keywords: Coconut fiber. Reverse logistic. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A vida moderna tem exigido do homem o uso de seus recursos naturais não renováveis de forma acelerada. Buscando fazer isto de forma a atender a demanda intensa do mercado, ao longo dos anos novos produtos foram sendo desenvolvidos cada vez mais sem preocupação com o ambiente e isto nos levou a uma era de desperdício e consumismo desenfreado. No entanto, faz algum tempo um grupo de pessoas que cresce a cada dia vem se preocupando com o retorno que a ciência deve à natureza. Assim, acreditamos que a sociedade precisa tomar consciência de sua responsabilidade ambiental. Desde então, a educação ambiental vem sendo introduzida na vida de todos nós e aos poucos surgem alternativas e ideias para dar continuidade ao desenvolvimento sem ter que trazer mais danos ao meio ambiente.

O desmatamento é um dos temas mais complexos quando se fala de preservação da natureza. Nossas necessidades associadas ao uso de materiais como madeira representam algo muito significativo neste contexto, desta forma não tem sido fácil fazer uso sustentável e repor o que retiramos, de forma justa e dinâmica, como a natureza exige e merece. O estudo da química sustentável tem semeado propostas de inovações e gerado o desenvolvimento de novos materiais com relativo sucesso. É fazendo uso destes conhecimentos que estaremos discutindo a importância em direcionarmos estudos no sentido de obter materiais que possam vir a tornar-se uma alternativa no uso de madeira destinada à indústria naval.

É urgente que setores da indústria que fazem uso de madeira comecem a investir em novas possibilidades de substituí-la por um material inovador que além de possuir as mesmas propriedades que conhecemos, possam também ser planejadas, ou seja, que sua composição possa agregar as propriedades desejadas para seus fins que a própria natureza não consiga oferecer. As Indústrias Naval e Náutica têm necessidades específicas no que toca às propriedades da madeira utilizada em suas construções e embarcações. A associação

de fibras vegetais aos polímeros já é algo relativamente conhecido de nossos pesquisadores e as possibilidades de obtenção de novos materiais com propriedades plásticas que podem ser desenvolvidas é enorme e quando à isto se soma uma consciência ambiental para seguir uma logística reversa, então o valor sócio-econômico destes materiais fazem valer a pena tomar-se tal direção.

Produzir alternativa para reaproveitamento de resíduos, de coco, por exemplo, através do desenvolvimento de um compósito para aplicação na fabricação de um novo material para fins navais pode ser algo inovador e com perspectiva de patente. Fundamentado nisto, este trabalho se propõe a discutir a importância destes compósitos de fibras naturais associadas aos polímeros biodegradáveis para que sejam desenvolvidas de forma a atender especificações similares àquelas que atendem os diferentes tipos de madeira convencional para estes mesmos fins.

2. FIBRAS NATURAIS

As fibras existentes estão divididas em dois grandes grupos e são eles: as fibras naturais e as fibras sintéticas. As fibras naturais mais comuns são as fibras de algodão, lã, seda etc. Já entre as fibras sintéticas, ou seja, aquelas produzidas pelo homem, estão o poliéster, poliamida, acrílico etc. Além disso, ainda se classificam segundo sua origem como sendo naturais de origem vegetal, animal e mineral ou sintéticas a partir de polímeros naturais ou polímeros sintéticos. Fibras naturais como sisal, juta, algodão, bananeira e coco são abundantes em países com grande potencial agrícola como o Brasil, porém, infelizmente, estes recursos ainda não são explorados adequadamente. A exploração sustentável desses recursos se faz urgente e necessária, pois, além de gerar empregos diretos, é uma forma de evitar o êxodo rural (MEDEIROS, 2002; MATTOSO et al, 1996).

3. A FIBRA DO COCO

As fibras de coco são extraídas do fruto do coqueiro comum, *Cocos Nucifera*. Os coqueiros são palmeiras tropicais com até 35m de altura que florescem o ano todo

e de forma mais abundante no verão, em regiões tropicais e subtropicais. Atualmente, os maiores produtores mundiais de coco são as Filipinas, a Indonésia e a Índia. No Brasil os principais produtores são os estados de Alagoas, Sergipe e Bahia. A produção nacional de fibras de coco em 1999 era superior a 7.000 toneladas ao ano. Uma grande quantidade da casca do coco é ainda descartada como resíduo quando, de fato, constitui uma fonte de matéria prima para uso em aplicações industriais. As fibras de coco têm grande utilização na fabricação de capachos, sacos, escovas, redes, colchões, esteiras, pincéis, e uma diversidade de objetos utilitários. As fibras são obtidas do mesocarpo, a parte espessa fibrosa. O processo de desfibração do mesocarpo para a obtenção da fibra de coco pode ser feito por maceração em água ou por processo mecânico utilizando máquinas processadoras que trituram o material. O comprimento da fibra de coco varia de 10 a 200 mm e sua superfície é revestida por uma camada de cera, de origem alifática e não polar denominada de cutículo, onde esta característica química determina tratamentos e define propriedades (CARRIJO *et al.*, 2002).

Figura 1: Material beneficiado da casca de coco verde



❑ Fonte: Acervo dos autores

4. USO INDUSTRIAL DA FIBRA DO COCO

O uso da fibra de coco na indústria automobilística data de meados da década de 1940 quando era usada em complementação com uma manta de algodão, como enchimento de estofamento de veículos. A partir do final da década de 1960, a fibra de coco foi substituída gradativamente pela espuma de poliuretano para aumentar a produtividade e reduzir custos, porém retornou ao mer-

cado a constatação de que as fibras ofereciam melhor conforto e durabilidade se comparadas à espuma de poliuretano. Além disso, já se iniciava a preocupação em produzir veículos com o máximo de matéria prima renovável. O incentivo à utilização de fibras de coco na indústria automobilística seja em estofamentos ou em outras aplicações tornou-se um incentivo ao desenvolvimento das regiões onde estas fibras são produzidas ao longo do país. Um forte atrativo deste material é que os resíduos celulósicos normalmente são queimados ou descartados em aterros, o que gera gás carbônico, CO₂, e metano, CH₄, principais gases do efeito estufa. No entanto, quando a fibra celulósica é utilizada na confecção de madeira plástica, essa fibra ficará impermeável às intempéries, conseqüentemente não haverá degradação nem queima. Desta forma, além da maior durabilidade e econômica manutenção, não haverá produção de CO₂. As pesquisas confirmaram ainda que, além de ser um produto oriundo da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos, as principais características técnicas da fibra da casca de coco lhe confere vantagens comparativas para a utilização industrial, que são as seguintes: Inodora; Resistente à umidade; Não é atacada por roedores; Não apodrece; Não produz fungos; Condutividade térmica: 0,043 a 0,045 W/mk; Comportamento ao fogo: classe B2 (CARRIJO *et al.*, 2002).

5. IMPORTÂNCIA DA MADEIRA NA INDÚSTRIA NAVAL

A importância das embarcações para o desenvolvimento socioeconômico é inegável, pois são elas que transportam bens de consumo que alimentam a economia nacional, também protegem e patrulham nosso país. Já se conhece que tipos de madeiras são as mais adequadas à fabricação de embarcações e a que se destina cada uma delas, pois as pesquisas realizadas até agora sobre o assunto nos fornece informações relevantes. No entanto, investimentos devem ser feitos para direcionar as atividades navais para novas vias de sustentabilidade contribuindo para minimizar os graves problemas de desmatamento.

Estas pesquisas destacaram que os tipos de madeira usados com mais frequência na construção das embarcações eram o louro vermelho (*Swietenia macrophylla*) a sapucaia (*Lecythis pisonis*) e o pau d'água (*Vochysia thyrsoidea*) como madeiras de qualidade. Aqueles que trabalhavam na fabricação de embarcações também indicavam como madeiras empregadas para obras mortas como sendo a massaranduba (*Massaranduba emarginata*) a tatauba (*Bagassa guianensis*) e a andiroba (*Carapa guianensis*) ressaltando-se que esta última era imprópria para água devido a sua pouca durabilidade. Para uso dentro d'água indicam a itaúba (*Mezilaurus itauba*), a sucupira preta (*Diptotropis purpurea*) o piquiá (*Caryocar*

brasiliense), o ipê (*Tabebuia serratifolia*) e o assacú (*Hura crepitans*). O assacú, a sapucaia e a massaranduba que se sobressaem, segundo eles, por serem madeiras de maior durabilidade. Os testes de densidade de diferentes tipos de madeira eram usados como propriedade indicativa de qualidade e critério de uso. Já ficou constatado que uma maioria dos profissionais da carpintaria naval adquiriu competência técnica de forma empírica, ou seja, ao longo de muitos anos de trabalho e dedicação, acumulando experiências e reforçando o aprendizado de sua arte através da prática diária. Estes por sua vez ainda se utilizam de técnicas rudimentares e artesanais e praticamente não dispõem de instrumentos e maquinarias apropriados, o que os tornam verdadeiros "artesões navais". Este cenário favorece ainda mais a busca do conhecimento das propriedades e características específicas para fins navais, bem como o desenvolvimento de novos materiais que atendam a esta demanda sem que o ambiente seja comprometido (SILVA, 2012).

6. COMPÓSITOS SUSTENTÁVEIS E MADEIRA PLÁSTICA

O assunto madeira plástica tem uma grande repercussão, principalmente entre *designers* (desenhistas industriais) e arquitetos. Esses profissionais estão desejando utilizar esse tipo de madeira para permitir o fornecimento de artefatos ambientalmente corretos para a sociedade. Segundo a definição dada pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM D6662), a expressão madeira plástica (*plasticlumber*) aplica-se a produtos manufaturados com conteúdo de plástico superior a 50% em massa, que possuem genericamente seção transversal retangular, apresentam dimensões típicas dos produtos de madeira industrializada.

A madeira plástica pode ser trabalhada com as ferramentas convencionais de carpintaria, podendo ser aplainada, serrada, aparafusada e pregada como a madeira natural. Além disso, apresenta vantagens sobre a madeira natural como grande impermeabilidade, elevada resistência à deterioração, ao mofo e a cupins e não requer pintura ou manutenção regulares, permitindo sua utilização em ambientes nos quais a madeira natural não resiste por longos períodos de tempo, como locais úmidos ou submersos em água, tais como na estrutura de diques em áreas costeiras.

Durante a década de noventa, surgiram algumas tecnologias visando à utilização de plásticos reciclados em produtos projetados para substituir a madeira em deques e cercas por produtos de madeira plástica reciclada. Ainda no início da década de noventa, a pesquisa em reciclagem de plásticos foi iniciada no Instituto de Macromoléculas (IMA), sob a orientação da professora Eloisa Biasotto

Mano, apresentando um caráter pioneiro no Brasil. O início dessa pesquisa gerou duas dissertações de Mestrado no assunto, defendidas em 1993, sendo uma delas da proponente desse projeto. A madeira plástica tem sido empregada na substituição da madeira natural tratada com arseniato de cobre cromatado (CCA) em aplicações em ambientes marinhos. A madeira plástica é preferida à madeira tratada com CCA, pois além de suas propriedades como resistência ao apodrecimento e elevada durabilidade, é também mais favorável do ponto de vista da preservação ambiental pelo fato de não ser usado produto químico perigoso na sua produção. A falta de adesão superficial matriz/fibra é o principal problema encontrado para o uso de fibras vegetais em materiais compósitos. As características hidrófilas das fibras entram em desacordo com as propriedades hidrofóbicas dos materiais poliméricos. Por outro lado, as fibras naturais podem ser modificadas por métodos físicos e químicos. Os tratamentos físicos modificam as propriedades estruturais e superficiais da fibra e desse modo influenciam na interação com os outros materiais. Dentre os métodos físicos mais conhecidos, podemos citar: alongamento, calandragem, tratamentos térmicos, etc. Assim, métodos químicos podem ser utilizados para modificar a estrutura e a superfície da fibra visando melhorar a aderência ou a interação desta com outro material, resultando em melhor desempenho das propriedades mecânicas destes materiais. Dentre os tratamentos químicos mais comuns incluem o uso de bases fortes, isotiocianatos, ácido acético (reação de acetilação) e de silanos (agentes de acoplamento) (FRANCO, 2010).

7. SUSTENTABILIDADE E OS COMPÓSITOS DE FIBRA NATURAL-POLÍMERO

A importância que a atividade naval possui para a economia de nosso país justifica pesquisas que visem obter um material alternativo que cumpra estes critérios. A partir de informações relevantes sobre as madeiras mais adequadas para a construção naval, além de fornecer subsídios para a utilização racional dos recursos naturais redirecionando a atividade naval para a auto sustentabilidade, o trabalho envolvendo a fibra de coco e madeira plástica vem promover preservação e reduzir, em médio prazo, os graves problemas de desmatamento no país. Fibras naturais como sisal, juta, algodão, bananeira e coco são abundantes em países com grande potencial agrícola como o Brasil, porém estes recursos ainda não são explorados adequadamente. A utilização de fibras lignocelulósicas, oriundas de resíduos da agricultura, torna a sua exploração mais sustentável, além de gerar empregos diretos para agricultores.

Compósitos Poliméricos com Fibras são materiais formados por uma matriz polimérica (fase contínua) e um reforço (fase descontínua, normalmente uma fibra). As

propriedades dos compósitos são fortemente influenciadas pelas propriedades dos constituintes individuais, sua distribuição e interação entre si. As fibras naturais são adicionadas a matriz polimérica visando melhorar suas propriedades e reduzir custos da composição polimérica e/ou a geração de efluentes (LEÃO *et al.*, 2001). A utilização das fibras vegetais como reforço em comparação as cargas inorgânicas ("fillers") possui muitas vantagens, tais como: obtenção de materiais de baixa densidade, menor abrasão durante processamento, altos níveis de preenchimento que resultam em aumento na rigidez, elevado módulo específico, aumento na durabilidade (AZIZI SAMIR *et al.*, 2005). Além disso, as fibras naturais são biodegradáveis, provenientes de fontes renováveis de energia de grande disponibilidade e de baixo custo.

Os polímeros biodegradáveis por sua vez sofrem mais facilmente a ação de microrganismos, por conterem funções orgânicas em suas cadeias alifáticas: carbonilas, hidroxilas, ésteres, hidroxiácidos, mais suscetíveis à ação enzimática, entretanto, é importante lembrar que esta ação depende de fatores, tais como tipos de microrganismos presentes, condições do meio (temperatura, umidade, pH, luz, O₂) e propriedades do polímero (massa molar, cristalinidade etc.) (FRANCHETTI, 2006). Desta forma faz-se necessário um estudo que minimize esta condição para preservar o caráter biodegradável e priorizar polímeros com estas características. Assim, parâmetros tanto do polímero quanto da fibra devem ser analisados para obter como resultado um material que atenda às propriedades desejadas para seu destino ou finalidade.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É certo que o desenvolvimento de um novo material como compósito a base de fibra de coco e matriz polimérica, sugerindo demanda custos não somente físicos, mas um material humano altamente qualificado que de forma multidisciplinar deve cobrir todas as etapas, porém os resultados seriam justificados e satisfatórios tanto para o meio ambiente como para o desenvolvimento social das comunidades que trabalham com a coleta desta matéria-prima que é a fibra natural. O caráter inovador do trabalho em transformar resíduos lignocelulósicos em produtos com valor agregado e direcioná-lo a diversos seguimentos é notório. Além disto, a Indústria Naval vem a ser um nicho de aplicação deste material como alternativo ou substitutivo à madeira e compensado que contribuirá em muito no impacto ambiental positivo devido ao importante consumidor de madeira que este setor representa. Este novo caminho conduzirá a produtos verdes ecologicamente corretos, vindo a colaborar com a preservação do meio ambiente, trazer novas fontes alternativas de energia (biomassa), e, ainda, colaborar para a sobrevivência dos aterros sanitários. A projeção do desenvolvimento de pesquisas neste sentido produzirá um conceito educativo com a necessidade de fornecer cursos e treinamentos aos barraqueiros da praia e aos catadores de resíduos para formação de artesãos na elaboração dos produtos de fibra de coco que surgirão da matéria que será produzida como resíduo após processamento da fibra. Em destaque, a proposta destina-se a seguir a elaboração de logística direcionada às necessidades de embarcações como móveis e artefatos específicos da área Naval.

REFERÊNCIAS

AZIZI, S. M. A. S.; ALLOIN, F.; DUFRESNE, A. **Biomacromoleculas**, Washington, v. 6, n. 2, p. 612-626, 2005.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dezembro 2002.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Quím. Nova**, vol.29, no.4, São Paulo July/Aug. 2006.

FRANCO, Francisco José Patrício. Aproveitamento da fibra do epicarpo do coco babaçu em compósito com matriz epóxi: Estudo do efeito do tratamento da fibra. **Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, 2010.

LEÃO, A. L. *et al.*, Fibra de curauá: uma alternativa na produção de termoplásticos reforçados. **Plástico Industrial**, vol. 3, No. 31, pp.214-229. 2001.

MATTOSO, L. H. C.; FRAGALLE, E. P. Uso de fibras vegetais na indústria automobilística: necessidade ecológica, oportunidade para o Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 9-1, 1996.

MEDEIROS, E. S. Desenvolvimento de compósitos de resina fenólica reforçados por tecidos híbridos juta/algodão. 2002. 149 f. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SILVA, P. P. S. ; DIAS, A. A. Determinação da Densidade e do Empuxo de Diferentes Tipos de Madeira utilizados nos Processos de Fabricação de Barcos e Flutuantes em Abaetetuba-Pará. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBPC**, 64, 2008, Campinas. Anais eletrônicos... São Paulo: SBPC/UNICAMP, 2012. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/60ra>>. Acesso em: 20 Ago. 2015.

Como citar este documento:

NASCIMENTO, Maria da Paz Ferreira do; DIAS, Ayres Guimarães; DOMINGOS, Jorge Luiz de Oliveira. Importância de compósitos sustentáveis fibra natural - polímero para produção de "madeira plástica" para fins naval e náutico. **Revista PAGMAR**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 6, p. 71 - 76, jan./dez. 2018.

Digital Object Identifier (DOI): 10.4322/pagmar.2446-4791.2018.010

Recebido em 28JUN2017. Última versão recebida em 02SET2017. Aprovado em 25OUT2017.

Avaliado pelo sistema *Triple Review*: a) *Desk Review* pelo Editor-Chefe; e b) *Double Blind Review* (avaliação cega por dois avaliadores da área).

Revisão: Gramatical, Noativa e de Formatação.



Novos **paradigmas tecnológicos**, cada vez mais acessíveis, facilitando a **transformação digital** e a **evolução dos negócios**



TECNOLOGIA AO ALCANCE DE TODOS

Cloud
OpenSource
Virtualização

CONECTIVIDADE ABSOLUTA E UBICUIDADE

Mobilidade
Internet das Coisas

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ROBOTIZAÇÃO

Hiper-automatização
RPA (Robotic Process Automation)
Simulação e Gameficação
Gêmeos Digitais

PLATAFORMAS E ECOSISTEMAS

B2B
EDI
APIfication
Blockchain
Open TI
Chatbot

A INFORMAÇÃO COMO UM ATIVO

BigData
DataScience
Geoanalytics
Algoritmos

NOVAS TECNOLOGIAS

Waterfall
Lean
Agile
DevOps
Integração contínua

NOVAS INTERFACES

Novas interfaces UX
SR/TTS/NL
Realidade virtual
Realidade aumentada
Holografia