

## **REAPROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE RESÍDUO ORGÂNICO: CASCA DE COCO VERDE NA PRODUÇÃO DE GABINETES ECOLÓGICOS DE COMPUTADORES**

**Kaio Cruz Machado<sup>1</sup>, Djoille Denner Damm<sup>1</sup>, Celso Carlino Maria Fornari Junior<sup>2</sup>**

1- Acadêmico de Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA.  
kaiocruzmachado@hotmail.com – djoilled.damm@hotmail.com

2- Coordenador do LAPOS – Lab. De Polímeros e Sistemas – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA. celso@uesc.br

### **Resumo**

O reaproveitamento de materiais é visto sob uma ótica positiva pela sociedade, reflexo dos problemas causados pelo acúmulo de resíduos dos processos produtivos ao longo dos anos. A conscientização do mercado consumidor sobre os problemas oriundos de resíduos, estimulou o meio empresarial a preocupar-se com o fim de vida de seus produtos.

A difusão do capitalismo pelo mundo provocou mudanças profundas na sociedade, que passou a almejar sempre uma maior produção e um maior número de consumidores, como resultado disso, o cotidiano das pessoas transformou-se numa contínua aquisição de bens sem análise da utilidade dos mesmos. O fato de consumir passou a ser mais importante do que a necessidade real do produto.

Nos primórdios do sistema econômico vigente, a busca pela maximização da produção e pelo desenvolvimento dos grandes centros urbanos teve uma relação intrínseca com o aumento gradativo dos descartes. A produção descontrolada de rejeitos gasoso, líquido e sólidos tem mostrado os verdadeiros impactos causados ao meio ambiente, após aproximadamente um século depois do início da industrialização.

O desenvolvimento tecnológico é necessário, irreversível e proporciona facilidades, conforto e comodidade à sociedade. Contudo, os prejuízos causados são refletidos em longo prazo, em contra partida aos benefícios, que são quase que imediatos. Dessa forma, o dilema se resume na busca pelo equilíbrio do desenvolvimento tecnológico e a utilização dos recursos naturais. Neste trabalho é apresentada uma nova tecnologia que foi desenvolvida para proporcionar o reaproveitamento de coco verde com uma visão ambiental, de forma sustentável, contribuindo incisivamente no total aproveitamento deste produto.

*Palavras-chave: Fibra de coco, Poliéster, Reaproveitamento e Tecnologia.*

### **1.Introdução**

Devido às transformações ocorridas ao meio ambiente, têm-se dado um grande enfoque atualmente a minimização e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos.

No Brasil o destino dos descartes originados pela produção industrial e os centros urbanos são os aterros sanitários. Na grande maioria dos municípios brasileiros a implementação de programas, planos e ações para melhorar a qualidade do sistema de limpeza urbano não é efetuado, em vista de ser um projeto bastante oneroso e com retorno em longo prazo e com isso a formação dos lixões a céu aberto.

No Brasil o setor agroindustrial tem crescido muito nos últimos anos, tornando-se um vetor de crescimento, entretanto tem contribuído incisivamente para o aumento do volume de resíduos sólidos lançados nos aterros sanitários. Paralelamente a isso, a produção de coco tem contribuído para o agravamento desse problema segundo dados retirados do site da EMBRAPA, o Brasil é líder mundial na produção de coco verde com uma área de cerca de 57 mil hectares.

No entanto o aumento do consumo de água de coco tem gerado aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de casca por ano e no nordeste o problema se agrava, pois 70% do lixo gerado nas praias são correspondentes ao coco verde. Do coco produzido cerca de 15% do produto é utilizado para o consumo, ou seja, 85% do material é descartado no meio ambiente. O coco é um material de difícil degradação, chega a levar oito anos para se decompor inteiramente quando lançado ao solo, além de ser um vetor de foco e proliferação de doenças. Outro fator agravante é a produção de metano no processo de decomposição da fibra de coco, o metano é lançado na atmosfera sendo um dos mais importantes gases responsáveis pelo aquecimento global, através do efeito estufa.

Com isso é de suma importância encontrar uma forma de agregar valor aos resíduos do coco, com fim econômico e tecnológico, reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente, além de proporcionar emprego e renda. Alguns projetos vem sendo desenvolvidos para o reaproveitamento deste material, que pode ser utilizado de quase infinitas formas.

A fibra de coco maduro já vem sendo utilizada na agricultura e na indústria. Por sua vez, a fibra da casca do coco verde, que ainda não vem sendo amplamente utilizada, poderá se tornar matéria-prima importante na produção de compósitos poliméricos [1]. O seu uso também é crescente na construção civil onde as fibras são utilizadas para a confecção de telas ecológicas.

As FC é utilizada na fabricação das telhas através de sua incorporação em matriz de papel reciclado para a fabricação do compósito que é impermeabilizado com cimento asfáltico. O processo tem início com a extração da fibra do mesocarpo do fruto, através de um moinho de martelos. O compósito obtido se consiste em uma polpa composta de água, papel reciclado e fibra de coco verde, através de um refinador Bauer num período de dez minutos. As placas confeccionadas admitem uma espessura final de 2 mm [2].

Outro estudo desenvolvido pelo pesquisador a Embrapa Hortaliças Osmar Carrijo, desenvolveu uma solução para o problema reduzindo os custos do produtor e o impacto do material no meio ambiente. Baseia-se em transformar as cascas de coco verde em substrato, um material que pode ser utilizado de suporte as plantas.

O reaproveitamento do coco verde não se restringe apenas ao agro-negócio, suas vantagens físicas o tornam de grande usabilidade na indústria. A fibra de coco pode ser utilizada para o controle acústico de ambientes, graças a sua estrutura porosa e fibrosa [3].

A qualidade acústica em ambientes fechados depende de várias variáveis para atingir níveis de excelência, dentre as quais está relacionada com a forma geométrica, reflexão, absorção e transmissão do som sobre as paredes e os materiais porosos ou fibrosos possuem esta capacidade. Painéis acústicos confeccionados a partir da fibra de coco, conseguiram atender as exigências técnicas quanto ao controle da qualidade acústica em interiores, equiparando-se com os materiais disponíveis no mercado e com baixo custo para sua aquisição.

Um setor que há algum tempo já vem utilizando as vantagens dos compósitos com fibra de coco é o automobilístico na confecção de bancos e revestimentos internos de automóveis. A manta de fibra de coco com látex pode substituir parcialmente a espuma

de poliuretano de forma promissora, pois além de possuir vantagens peculiares o custo para sua produção é equivalente ao preço pago pelo mercado a espuma [4].

Segundo a Abracoco, o compósito látex e fibra de coco apresentam algumas vantagens em relação à espuma de poliuretano, com custo significativamente parecidos. O compósito possui alta prontidão ao motorista, ótima aeração, biodegradabilidade, reciclabilidade e combustão sem gases. Já a espuma de poliuretano além de não apresenta estas vantagens em sua combustão libera o gás cianídrico.

O artigo em questão tem por finalidade mostrar o mecanismo utilizado para a utilização de FC como cargas em compósitos agregando valor comercial contribuindo com o meio ambiente minimizando os impactos causados pela produção de coco. Através de uma parceria entre o laboratório de polímeros (LAPOS) UESC e a Bitway, empresa privada que atua no ramo de produção e venda de computadores, foi desenvolvido um projeto para o reaproveitamento da fibra por meio de um compósito composto da fibra de coco e resina poliéster. O compósito foi utilizado na fabricação de gabinetes ecológicos para computadores. Os gabinetes convencionais são compostos de duas placas laterais, uma placa superior, uma placa frontal e a estrutura de sustentação em aço. O projeto do gabinete ecológico visou substituir as duas placas laterais e a placa superior, mantendo os demais componentes originais.

## 2. Materiais e métodos

Para a produção de fibras de coco para serem utilizados na confecção gabinetes de computadores, utilizou-se ferramentas que proporciona-se com eficiência a extração, secagem, moagem, retirada da umidade e separação por tamanho e grão. Segue abaixo os materiais utilizados:

- Ferramenta de corte com dupla lâmina;
- Prensa;
- Estufa elétrica Biopar modelo: S250AT ;
- Moinho de esferas Marconi modelo: MA500;
- Balança eletrônica Bioprecisa modelo: JH2102;
- Microondas Eletrolux modelo: ME28S;
- Agitador de peneiras N°: 2582 SÉRIE: 10.06;
- Cronômetro Cronobio modelo SW2018;
- Resina Poliéster Ortoftálica;
- Octoato de Cobalto;
- Metil Etil Cetona.

A ferramenta de corte com dupla lâmina foi desenvolvida com a finalidade de proporcionar a extração de fatias uniformes do mesocarpo do coco verde, com espessuras regulares de aproximadamente 2 à 3 mm. Após a extração das fatias, estas são expostas a um tratamento químico com uma substância antioxidante, sendo então passadas pelo o processo de prensagem. A prensa foi idealizada de forma a possibilitar uma redução da espessura da lâmina processada através de dois rolos em inox, um décimo de polegada. Esta redução da seção transversal da lâmina de coco provoca a quebra da parte porosa da fatia criando espaço entre as fibras.

O mesocarpo do coco é composto de fibras e uma espécie de espuma porosa que preenche os espaços entre as fibras. O processo de prensagem da fibra auxilia de forma incisiva na eficiência do processo de moagem. A seguir as fibras são levadas a estufa a temperatura em torno de 120° C (+/- 5° C), envolvendo um processo de desidratação da fibra num espaço de tempo de duas horas. A temperatura e o tempo de secagem da fibra foi definida experimentalmente de tal forma a proporcionar uma taxa de evaporação satisfatória e homogênea e ao mesmo não modificar as suas propriedades mecânicas. Estes parâmetros resultam em fibras isentas de umidade condição fundamental para uma boa moagem, e por não perderem as propriedades que venham a conferir ao compósito final.

Utilizando a balança para pesagem das fibras secas e com aparelho microondas puderam-se eliminar resquícios de umidade localizados no interior na fibra, proveniente quando armazenada. O processo de retirada da umidade se consiste em expor a fibra à microonda em uma potencia de 40 Watt em intervalos de 2,5 minutos. Durante os intervalos de tempo é feita à mensuração da massa seca de fibra e comparada com mensurações anteriores até que não haja variação de massa, e assim posteriormente ocorra a trituração de forma eficiente.

Na moagem colocou-se uma quantidade de 60 g de fibra com 35 bolas durante 1h e meia. O objetivo deste processo é a diminuição do tamanho das FC, visando um aumento de sua superfície específica de forma a propiciar uma mistura mais homogênea carga/matriz, propiciando um compósito final com melhores propriedades mecânicas. Em seguida as fibras moídas foram separadas em diferentes granulometrias pelo ensaio vibratório de peneira.

O processo de separação de grão ocorre em um aparelho que possui uma série de peneiras sobrepostas presas por hastes fixas. As peneiras são organizadas de forma decrescente onde os grãos maiores fiquem na parte superior e os menores na parte inferior de forma sucessiva. Após a introdução da fibra na parte superior da coluna inicia-se o funcionamento do aparelho que se consiste em realizar um movimento vibratório sobre a rede de peneiras que se encontram fixadas. O aparelho separa as fibras em escala de mesh e a sua regulagem foi estabelecida de forma experimental visando uma maior eficiência, definindo o tempo de 10 minutos e o nível de vibração na escala 5 Hz. Separada a fibra esta pode ser colorida ou não, por meio de tingimento exposto a anilina em pó diluída no álcool ou tingimento por fervura, utilizando corantes em pó diluídos em água pré-aquecida. A fibra utilizada para o desenvolvimento do projeto foi a de 40 mesh, analisando apenas a estética da fibra.

Em seguida foi feita uma análise das propriedades mecânicas da fibra para auxiliar a escolha, procurando selecionar qual o tamanho ideal. Para isso foram feitos pequenos corpos de provas com diferente granulometria e proporção. Com esses parâmetros escolhidos deu-se prosseguimento ao desenvolvimento do gabinete com a coloração a fibra de forma variável.

Para confecção dos gabinetes de computador foi preciso desenvolver matrizes que proporcioná-se a moldura da resina de acordo com o design das placas laterais e superior do gabinete. O compósito desenvolvido é composto de resina, fibra de coco e iniciador. A resina poliéster utilizada encontra-se no estado líquido e através de iniciadores dá-se início ao processo de reticulação, onde ela assume a forma tridimensional pré-definida pela matriz. A resina que se encontrava no estado líquido assume um estado sólido e permanente. O processo de fabricação das placas laterais se consiste em cinco etapas:

1º) Aplicar desmoldante nas matrizes para auxiliar na retirada do compósito;

- 2º ) Incorporar o iniciador na resina durante um tempo determinado e acondicioná-la sobre a matriz;
- 3º ) Distribuir a fibra sobre a lâmina de resina de forma que haja uma dispersão das fibras;
- 4º ) Recobrir a camada de fibra com outra de resina com o iniciador já incorporado;
- 5º ) Desinformar as placas após a cura do compósito.

Para fabricação da parte superior do gabinete foi desenvolvida uma matriz composta de duas partes: uma inferior e uma superior. Todo o processo é semelhante ao das placas laterais, diferenciando apenas na 4º etapa, onde além de recobrir a fibra com outra camada é então pressionada a parte superior da matriz a fim de fazer com que a resina adquira toda a forma tridimensional.

As placas laterais são constituídas de 500 g de resina, 15 g de fibra e iniciador. Já placa superior contém 200 g de resina, 6 g de fibra e iniciador. A quantidade de iniciador usado foi de forma variável com concentrações de 0,5, 0,8 e 1% em relação ao peso da resina.



Figura 1- Montagem das placas laterais e superior do gabinete ecológico

### 3.Resultados e discussão

O gabinete produzido apresentou aparência satisfatória e com design agradável já que o desenvolvimento do projeto visava primeiramente apenas o próprio design do produto. No decorrer do desenvolvimento dos componentes do gabinete, houve alguns percalços devido à aparição de alguns desvios de produção. Entre eles os mais frequentes foram: empenos, bolhas e trincas. A frequência dos defeitos foram diferentes em ambas as matrizes. Além disto a unidade da fibra de coco apresentou um comportamento de baixa resistência a flexão, conforme ensaios realizados em equipamento de ensaio universal. A matriz das placas laterais apresentaram maiores defeitos quanto ao empeno e trincas, enquanto as bolhas apareciam ocasionalmente. Percebeu-se que o empeno e a trinca nestas matrizes estavam primeiramente relacionados com a quantidade de iniciador em relação à quantidade mássica de resina. O empeno se devia a quantidade de iniciador da 2º e da 4º etapa possuírem concentrações diferentes. Observou-se que quando a 4º etapa continha uma concentração maior, acarretava em puxar as bordas da placa da 2º etapa na direção do centro. Isto se deve ao aumento da taxa de reticulação com o aumento mássico de iniciador. Percebeu-se também que as trincas apareciam na 5º etapa, em detrimento ao excesso de iniciador que torna o composto mais plástico do que elástico. O composto ganha em dureza, entretanto há perda da elasticidade e

resistência ao impacto do material. Definiu-se então 0,8% mássico de iniciador como o valor ideal. Notou-se também que as bolhas eram oriundas do processo de incorporação do iniciador na resina, tendo como influencia o tempo e a quantidade de movimento rotacional para misturar. Tomou-se o tempo de 3 minutos com movimentos relativamente baixo como o ideal devido à redução da aparição de bolhas. A placa superior apresentou apenas dois defeitos: bolhas e trincas. Observou-se que as bolhas eram provenientes da pressão exercida na resina onde o ar acabava sendo incorporado na parte central da matriz e acabava sendo bloqueado de sair, devido as bordas já se encontrarem preenchidas. A resolução deste problema se consistiu em preencher somente o centro da matriz antes de aplicar a pressão na parte superior. O problema com as trincas foi resolvido com a definição da quantidade ideal de iniciador.



Figura 2- Gabinetes ecológicos prontos

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos com a fabricação dos gabinetes ecológicos foram positivos, em vista de que o projeto focou apenas o aspecto visual do compósito. O “gabinete ecológico” tem ganhado repercussão devido ao apelo ambiental agregado ao produto e quanto a respeito de sua notória beleza destacando dos convencionais, encontrados no mercado. A propagação desta tecnologia através da produção deste produto em larga escala, torna possível alçar um dos objetivos deste trabalho que é o reaproveitamento de um produto abundante na região, de forma sustentável e ecologicamente correta.

#### 5. Referências

1. M. H. Ishizaki; L. L. Y. Visconte; C. R. G. Furtado; M. C. A. M. Leite; J. L. Leblanc. Caracterização mecânica e morfológica de compósitos de polipropileno e fibras de coco verde: A influência do teor de fibra e das condições de mistura. *Polímero: Ciência e Tecnologia*. 2006, 16, 182.
2. P. R. P. Assis; Destinação sustentável de cascas de coco verde: Obtenção de telhas e chapas de partículas, 2005.
3. N. S. Soeiro; Desenvolvimento de painéis acústicos, confeccionados a partir de fibras de coco, para controle acústico de recintos, 2004.
4. V. I. P. Salazar; Aproveitamento da fibra de coco com látex para aplicação em assentos automobilísticos, 1996.