

MODIFICAÇÃO SUPERFICIAL DA FIBRA VEGETAL RECICLADA PARA A PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS DE ALTO DESEMPENHO

Alanna Priscylla Santana Ramos de Jesus⁽¹⁾

Discente em Engenharia Química na Universidade Estadual de Santa Cruz. e-mail: alanna.pri@gmail.com

Celso Carlino Maria Fornari Junior

Docente na Universidade Estadual de Santa Cruz. Coordenador do LAPOS – Lab. Polímeros. e-mail: celso@uesc.br

RESUMO

A produção de um compósito de alto desempenho teve como premissa a aplicação de um material reciclado e que possa ser utilizado como reforço para a matriz polimérica, sendo assim foi empregada a fibra de coco. A fibra de coco pela análise de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura observa-se que em seu estado natural possui varias irregularidades superficiais, visando assim à aplicação de tratamentos para a limpeza do mesmo; devido ao fato de que superfícies irregulares concentram tensão. A produção de compósito de alto desempenho utilizando a fibra de coco reciclada necessita de uma alta aderência entre a fibra e a matriz. Desta forma é preciso haver um tratamento para o aumento da ancoragem fibra-matriz, aumentando assim a resistência mecânica do material. O novo material será avaliado por meio de ensaio de flexão.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclado, Fibra de coco, Compósito.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de pesquisas levando a produção de compósitos utilizando fonte reciclável tem se tornado uma necessidade devido ao grande descarte de resíduos na qual vem acarretando em grandes problemas ambientais e a fim de diminuir e reaproveitar o material a ser descartado; o consumo da água de coco, por exemplo, gera uma quantidade significativa de detritos, proporcionando um passivo ambiental de alto volume. Além disso a geração de resíduos produz um desequilíbrio ecológico de grande impacto, entre os quais estão a formação de sólidos, líquidos e gases indesejáveis.

A casca do coco é um material de baixo custo e que até então tem encontrado enorme dificuldade em sua reutilização ou reciclagem. A casca ou mais especificadamente o mesocarpo do fruto é formado por fibras que são materiais constituídos com lignina e celulose. Esta constituição atribui à fibra dureza e durabilidade física, podendo servir, como reforço para a matriz polimérica e prometendo assim formar um compósito de alta resistência mecânica.

TEXTO

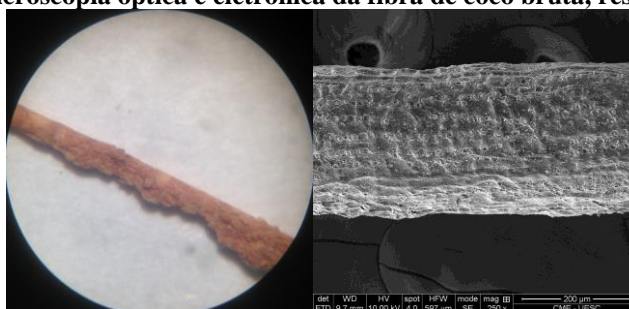
OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho teve como objetivo produzir um compósito de alto desempenho utilizando material reciclado e de baixo custo. Para isso a fibra de coco associada á resina poliéster através do processo de aumento da ancoragem fibra-matriz foi avaliada em comparação ao compósito com fibra de coco bruta. Os trabalhos também cuidaram em comparar as propriedades mecânicas da resina pura e do compósito de alto desempenho.

METODOLOGIA

A superfície da fibra de coco bruta é irregular possuindo regiões escamadas, que são compostas basicamente por substâncias gordurosas, nas quais podem ocasionar a concentração de tensão podendo prejudicar na resistência do material e a ancoragem fibra-matriz.

Figura 1: Microscopia óptica e eletrônica da fibra de coco bruta, respectivamente.



Dessa forma foi iniciado o processo de modificação superficial da fibra, a fim de regularizar a superfície da fibra. Primeiramente foi feito o processo de secagem com objetivo de retirar a umidade proveniente da camada gordurosa na qual a fibra vegetal foi submetida à uma temperatura de 115 °C na estufa até a estabilização da massa, seguido de uma lavagem com água fervente durante 2h e, por fim, novamente foi exposta ao processo de secagem a fim de retirar a umidade proveniente do processo de lavagem.

As fibras, já lavadas, foram submetidas a um tratamento com 25% de hidróxido de sódio (NaOH) durante intervalos diferentes, especificamente, 20 minutos, 15 minutos, 10 minutos e 5 minutos. A concentração utilizada de NaOH neste tratamento é baseado em um trabalho já realizado, na qual esta é a concentração necessária para a retirada da camada gordurosa na superfície da fibra.

Após da regularização da superfície da fibra, o propósito agora é aumentar a ancoragem fibra-matriz a fim de aumentar o desempenho do material. Dessa forma a fibra de coco lavada e já tratada com NaOH foi sujeita ao tratamento com solução de Amido modificado e Caulim. A escolha dessa solução deve-se ao fato do amido modificado além de ecologicamente correto possuir alto poder de adesividade e do caulim além de ser de baixo custo conferir um melhor acabamento superficial, ou seja, poder de revestimento, deixando a superfície mais uniforme, além de ter a capacidade de adsorção o que promove melhor aderência entre a fibra e o polímero, sendo também quimicamente inerte.

Inicialmente a fibra foi exposta a tratamentos com proporções de 10%, 7% e 5% de amido modificado e 30% de caulim com finalidade de obter o tratamento no qual o amido modificado se acoplasse totalmente na superfície da fibra de coco.

A partir das análises obtidas, as fibras lavadas e tratadas com Hidróxido de sódio foram submetidas a um tratamento com solução de amido modificado, de concentração mais eficaz após a análise do tratamento anterior, e proporções diferentes de Caulim, especificamente 20%, 15%, 10% e 5%.

Por fim foram produzidos, para ensaio de tensão, seis amostras diferentes de compósitos, sendo elas: resina poliéster e fibras de coco bruta, apenas resina poliéster, e resina poliéster com fibras de coco lavadas, tratadas com Hidróxido de Sódio e tratadas com solução de 5% de amido modificado e Caulim nas proporções de 20%, 15%, 10% e 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

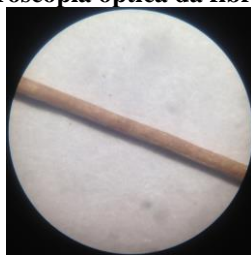
Através dos ensaios práticos foi possível constatar a retirada de uma expressiva quantidade de material da fibra de coco. Segundo a literatura, este material é composto basicamente por uma camada gordurosa, onde ceras e pectina são as substâncias mais abundantes. Os trabalhos para a retirada das substâncias foram realizados por meio do processo de secagem e lavagem e a perda da massa das fibras, foi feita utilizando-se o método gravimétrico. Os resultados estão apresentados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Massas das fibras não lavadas e lavadas, respectivamente.

	FIBRAS NÃO LAVADAS	FIBRAS LAVADAS
MASSA INICIAL	0,60g	0,48g
1h NA ESTUFA	0,56g	0,45g
2h NA ESTUFA	0,56g	0,45g
PERDA DE MASSA	6,67%	6,25%

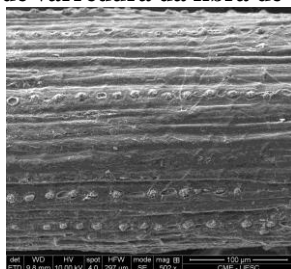
A figura 2 apresenta a imagem da fibra de coco após o processo de lavagem com água. A imagem foi realizada por meio de microscópio ótico e tem 20 vezes de aumento, na qual é possível observar que na fibra lavada com água ainda há alterações na superfície da fibra através de pontos escurecidos na fibra. Desta forma, as fibras foram submetidas ao processo de tratamento químico com 25% de NaOH.

Figura 2: Microscopia óptica da fibra de coco lavada.



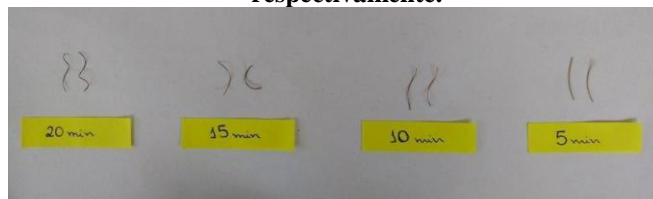
A Figura 3 apresenta a imagem da fibra de coco obtida por meio de microscopia eletrônica de varredura, e com ampliação de 500 vezes de aumento.

Figura 3: Microscopia eletrônica de varredura da fibra de coco após ser tratada quimicamente.



Após o tratamento químico com hidróxido de sódio, as fibras de coco apresentaram comportamento proporcional ao tempo de tratamento. Com o aumento do tempo de contato com a solução alcalina, as fibras de coco aumentaram a deformação física. As fibras de coco passaram de uma condição linear e reta para uma condição retorcida e dobrada. A figura 4 apresenta a imagem das fibras tratadas por diferentes condições de tempo em solução de hidróxido de sódio.

Figura 4: Fibras de coco tratadas com 25% de NaOH durante 20 min, 15 min, 10 min e 5 min, respectivamente.



A retirada da camada gordurosa é evidenciada pela perda de massa e pela microscopia eletrônica de varredura. Contudo, o tratamento com hidróxido de sódio durante 20 minutos, 15 minutos e 10 minutos provocou alterações na estrutura da fibra de coco, dificultando assim a produção do compósito. Sendo assim concluiu-se que o tratamento mais eficaz, isto é, menos agressivo, no qual não provoca alteração significativas ou altera de maneira imperceptível foi o tratamento com hidróxido de sódio pelo tempo de 5 minutos. A figura 5 apresenta a fibra de coco tratada em solução de hidróxido de sódio por 5 minutos.

Tabela 2: Massas das fibras lavadas e tratadas com 25% de NaOH.

	FIBRAS TRATADAS
MASSA INICIAL	0,45g
1h NA ESTUFA	0,39g
PERDA DE MASSA	13%

Figura 5: Microscopia óptica da fibra de coco tratada com 25% de NaOH 5 minutos.



Prossegue assim o processo de adição do agente acoplante na fibra de coco a fim de aumentar a ancoragem fibra-matriz por meio do tratamento com solução de amido modificado e, inicialmente, 30% de caulim.

Por meio da análise microscópica óptica constatou que o tratamento que envolve toda a fibra é com solução de 5% amido modificado, porém foi observada uma camada espessa de caulim podendo assim prejudicar na aderência da fibra com a resina. Isso pode ocorrer pelo motivo de que a resina pode vir a deslizar sobre o caulim, portanto não fixando na fibra, ou o caulim podendo até mesmo soltar da fibra. Em vista disso é possível inferir que a diminuição da concentração de amido modificado leva uma melhor aderência do agente (solução de amido modificado/caulim) na fibra.

O trabalho de investigação, entretanto, observa que a concentração de caulim está relativamente elevada. Dessa forma foi utilizado tratamento com 5% de amido modificado e proporções menores de caulim.

Figura 6: Microscopia óptica da fibra de coco tratada com solução de 30% Caulim e amido modificado com proporções de 10%, 7% e 5%, respectivamente.



Por meio da Figura 7, é possível analisar comparativamente que, com exceção da proporção com 5% caulim, ainda houve acúmulos de caulim ao longo da fibra. Entretanto, na fibra tratada com solução de 5% amido modificado/5% caulim não há aglomerações e sim pontos de ancoragem que poderão proporcionar uma melhor aderência da fibra com a matriz polimérica. Sendo assim, para avaliar a eficiência do tratamento os compósitos foram submetidos ao ensaio de tensão.

Figura 7: Microscopia óptica da fibra de coco tratada com solução de 5% de amido modificado e Caulim com proporções de 20%, 15%, 10% e 5%, respectivamente.



Através da análise microscópica óptica que a camada espessa de caulim poderia acarretar no deslizamento da fibra com a resina foi comprovada através da Figura 8. Observa-se que na fratura do compósito a fibra não se rompeu juntamente com a resina, ficando para fora. No caso da fibra com tratamento de 20% de caulim houve também a permanência da camada espessa de caulim na resina. Já no caso do tratamento com 10% de caulim a fibra se rompeu juntamente com a resina. A tabela 3 apresenta os valores do ensaio de tensão para os compósitos com diferentes tratamentos.

Figura 8: Microscopia óptica da região da quebra dos compósitos com fibra de coco tratada com solução de 5% de amido modificado e caulim com proporções de 20%, 15% e 10% respectivamente, após o ensaio; sendo os compósitos produzidos com 10 fibras cada um.



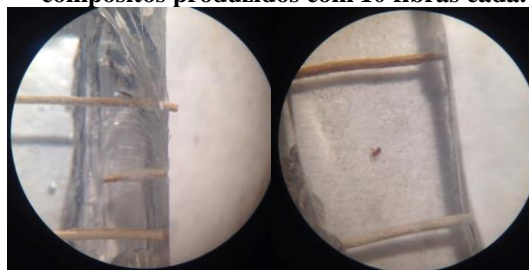
Tabela 3: Ensaio de tensão(MPa).

	20% Caulim	15% Caulim	10% Caulim
1	18,4	19,6	25,4
2	20,5	20,3	30,1
3	21,1	31,6	35,6
MÉDIA	20,0	23,8	30,0

Analisando a região de ruptura dos compósitos com o ensaio de tensão com compósitos com fibras tratadas com 5% de amido modificado e caulim com proporções de 10% e 5%, observa-se que fibra se rompeu juntamente com a resina, com exceção de algumas fibras no caso do tratamento com 10% de Caulim. Este comportamento indica que a fibra não foi sacada da matriz, nem sofreu escorregamento, demonstrando uma boa aderência e interação com a mesma.

Através dos resultados obtidos com o ensaio de tensão, demonstrados na tabela 4, foi observado que aqueles que possuíam o tratamento com 5% de caulim obtiveram maior resistência á tensão.

Figura 9: Microscopia óptica da região da quebra dos compósitos com fibra de coco tratada com solução de 5% de amido modificado e Caulim com proporções 10% e 5%, respectivamente, após o ensaio; sendo os compósitos produzidos com 10 fibras cada.

**Tabela 4: Ensaio de tensão (MPa).**

	10% Caulim	5% Caulim
1	36,8	41,4
2	34,1	38,7
3	30,5	35,2
MÉDIA	33,8	38,4

Com os resultados obtidos os compósitos utilizados para o ensaio comparativo com os compósitos com fibra bruta e com apenas resina poliéster foi o compósito com fibras tratadas com solução de 5% de amido modificado e 5% de caulim. Apesar do resultado do ensaio de tensão serem desfavoráveis, apresentados na tabela 5, para os compósitos com fibras brutas e com fibras tratadas quando comparadas com a resina pura, o tratamento proporcionado as fibras de coco recicladas apresentaram uma alta deformação na ruptura como mostra a tabela 6, o que pode-se concluir que o compósito aumentou a sua resistência em relação a fibra bruta.

A alta deformação do compósito com fibras tratadas pode ser observada pela Figura 11, através da microscopia óptica na qual se observa a formação de trincas no material.

Figura 10: Região da quebra do material sem fibra, do compósito com fibra de coco bruta e do compósito com fibra de coco tratada com solução de 5% de amido modificado e 5% Caulim, respectivamente, após o ensaio; sendo os compósitos produzidos com 30 fibras cada.

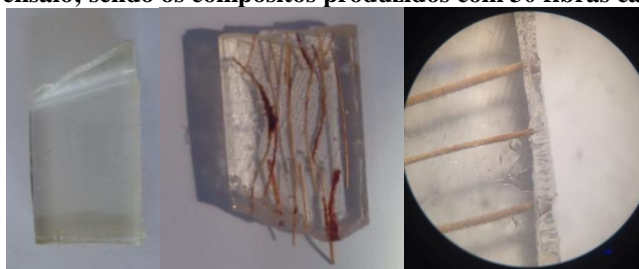


Figura 11: Microscopia óptica da região com formação de trincas do compósito com 5% de Caulim após o ensaio

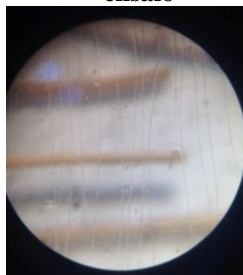


Tabela 5: Ensaio de tensão (MPa).

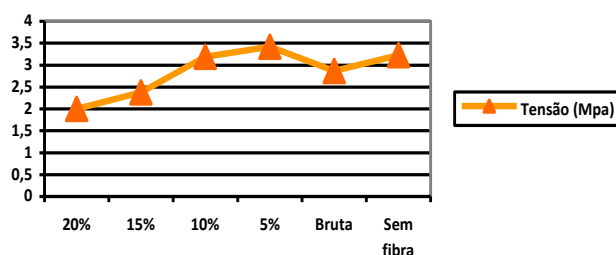
	SEM FIBRAS	FIBRA BRUTA	5% CAULIM
1	22,4	24,4	29,7
2	42,2	33,0	30,2
MÉDIA	32,3	28,7	30,0

Tabela 6: Deformação do material após ensaio(mm).

	SEM FIBRAS	FIBRA BRUTA	5% CAULIM
1	3,37	11,62	14,25
2	11,91	12,57	10,31
MÉDIA	7,64	12,10	12,28

A Figura 12 representa graficamente a análise obtida através dos resultados do ensaio de tensão.

Figura 12: Ensaio de tensão.



CONCLUSÃO

Foi possível analisar que o tratamento mais eficaz para a fibra, além da secagem e lavagem, é o tratamento com solução de 25% de hidróxido de sódio com 5 minutos. O tratamento com solução de 5% de amido modificado e 5% de caulim apresentou maior desempenho de resistência à tensão em relação aos outros tratamentos e em relação ao compósito de fibra bruta.

Foi possível ainda obter resultados significativos em relação ao tratamento com NaOH, no qual observa-se que o tempo de contato da fibra com o hidróxido de sódio faz com que este reaja com substâncias provenientes da camada gordurosa da fibra de coco causando alterações em sua estrutura.

REFERÊNCIAS

- Sandra Regina Albinante, Élen Beatriz Acordi Vasques Pacheco* e Leila Lea Yuan Visconte. *A review on chemical treatment of natural fiber for mixing with polyolefins.* , Quim. Nova, Vol. 36, No. 1, 114-122, 2013.
- Tran Huu Nam, Shinji Ogihara, Nguyen Huy Tung, Satoshi Kobayashi. *Effect of alkali treatment on interfacial and mechanical properties of coir fiber reinforced poly(butylene succinate) biodegradable composites Composites: Part B* 42 (2011) 1648–1656.