

Caracterização da fibra da bananeira Caturra (Musa Cavendish) extraída de diferentes pontos do pseudocaule

Aline Bianchini

Discente do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Aline.bianchi@hotmail.com

José Eduardo da Silva Olegário

Discente do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

trabalhosifsc@hotmail.com

Larissa Cristina Obenaus

Discente do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

larissa.co@aluno.ifsc.edu.br

Lóide Marcela Barros da Silva

Discente do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Marcela.loide@gmail.com

Victor Henrique Baumgarten

Discente do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

victor.baumgarten@hotmail.com

Jaison Vieira da Maia

Dr. Eng. Aeronáutica e Mecânica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

jaison.maia@ifsc.edu.br

Resumo - A presente pesquisa trata da caracterização da fibra extraída da capa (camada externa) da bainha de diferentes posições do pseudocaule da bananeira caturra (Musa Cavendish) quanto à absorção de água, à degradação térmica e a estrutura da fibra. Para

os testes de absorção de água foram utilizados os pontos Inferior Interno, Intermediário Interno e Intermediário Intermediário, em triplicata (PC1, PC2, PC3), essas amostras ficaram submersas em água destilada durante 14 dias, sendo pesadas em diferentes intervalos de tempo (5, 10, 15, 30 min e intervalos de 24 h), de modo a se obter o índice de absorção de água dessa fibra. Para os testes de degradação térmica foram utilizados os pontos Inferior Interno, e Intermediário Intermediário, em triplicata (PC1, PC2, PC3), sendo realizados em mufla à 200°, 225° e 250°C, com pesagens a cada 5 minutos. Os ensaios de microscopia óptica foram realizados de modo que fosse possível obter características da constituição e organização das microfibrilas. Nesses ensaios, foi possível notar que a fibra da bananeira Caturra apresenta maior capacidade de absorção de água nos primeiros 30 minutos de imersão, e que as fibras extraídas do ponto Intermediário Interno apresentam a maior absorção entre os pontos ensaiados. Não foi possível notar diferença no comportamento térmico entre fibras de diferentes pontos, mas foi possível concluir que as fibras ensaiadas apresentam estabilidade térmica até 225 °C, sendo possível sua utilização em materiais compósitos que exijam essa característica de sua carga.

Palavras-Chave: Fibra vegetal 1. Bananeira 2. Caracterização 3.

Abstract - The present research sets out to characterize the fiber extracted from the cover (outer layer) of different sheath regions of the Caturra (Musa Cavendish) banana tree as to water absorption, thermal degradation and fiber structure. For the water absorption tests, were used internal lower, intermediate internal and intermediate intermediate regions in triplicate (Pseudostem 1, 2 and 3)), these samples were submerged in distilled water for 14 days and were weighted at different time intervals (5, 10, 15, 30 minutes and 24h intervals), to make it possible to obtain the fiber's water absorption index. For the thermal degradation tests, we used the internal lower and intermediate intermediate regions in triplicate (Pseudostem 1, 2 and 3) using a muffle at 473,15K, 498,15K and 523,15K and they were weighted every 5 minutes. Optical microscopy tests were conducted in order to obtain microfiber I characteristics and composition. Results indicate that banana Caturra fibers have a higher absorption rate in the first 30 minutes and the intermediate internal have the highest absorption rate. It wasn't possible to observe differences on thermal behavior of different points fibers, but it was concluded that the fibers used in the test have thermal stability up 498,15K, allowing his use in composite materials that require this feature of its load .

Keywords: Vegetable Fiber 1. Banana tree 2. characterization 3.

1 Introdução

Atualmente, o interesse na utilização de fibras naturais como reforço em materiais compósitos “apresenta-se com grande potencial para melhorar o desempenho de polímeros em aplicações tecnológicas e em substituição a outros materiais”, conforme Berwig *et al* (2011).

As fibras fazem parte da constituição anatômica de muitos vegetais, tendo como principal função a sustentação mecânica (AQUINO, 2003 p. 39). Devido a sua constituição química, as fibras vegetais são chamadas de matéria-prima de origem lignocelulósica (OLIVEIRA, 2009, p.29).

Conforme Fonseca (2012, p. 29), os materiais lignocelulósicos de diferentes espécies possuem determinadas propriedades que os tornam desejáveis para diferentes usos, sendo que essas propriedades dependem da estrutura anatômica e constituição química dos tecidos que as compõem.

As fibras ocorrem espontaneamente na natureza, sendo que algumas são oriundas de atividade agrícola e há aquelas que são resíduos gerados, principalmente, pela agroindústria. Entre as fibras vegetais mais usadas destacam-se, segundo Bremberger (2010, p. 1) “as fibras de algodão, curauá, coco, bambu, sisal e bananeira”.

Segundo Barbosa (2011, p.7), essa utilização acontece devido aos recursos vegetais serem “uma alternativa renovável, biodegradável e de baixo custo” e gerarem “compósitos mais baratos, com menor densidade e maior tenacidade”.

Renato (2013) indica que compósitos reforçados com fibras, que são “materiais onde a fase dispersa se encontra na forma de fibras”, são tecnologicamente mais importantes.

Conforme Mattoso *et al* (1996, p. 2), “os materiais reforçados com fibras vegetais são tecnicamente possíveis de serem produzidos e economicamente viáveis, nas regiões em que a matéria-prima é abundante”. São materiais alternativos, porém com qualidade compatível à dos convencionais.

O alto índice de produtividade do fruto em nível nacional, estadual e no município de Corupá é “uma das razões pelo estudo das fibras da bananeira, sendo uma planta de fácil cultivo no Brasil e assim trazer vantagens quanto a sua obtenção a fim de ser usada como reforço em polímeros” (BANNA *et al*, 2011, p. 1).

Fibras naturais como a de bananeira, para Banna *et al* (2011, p. 1), podem substituir, em matrizes poliméricas, “reforços inorgânicos obtidos de fontes não renováveis como a fibra de vidro, com as vantagens adicionais de serem mais leves, menos abrasivas aos equipamentos de processamento e biodegradáveis”.

Segundo Feriotti (2010, p. 17), “existem diversos usos para as fibras do pseudocaule da bananeira, a maioria limitada a trabalhos manuais”, como sucede no município de Corupá. “Diante disso, tem-se o grande desafio de converter as boas

características das fibras celulósicas da bananeira [...] comprovadas pelos artesanatos, para a indústria, criando novas fontes de trabalho”. (BANNA *et al*, 2011, p. 1).

Segundo Cunha (2007, p. 44), a fibra de bananeira é produzida a partir das bainhas foliares extraídas do pseudocaule da bananeira, que equivale a seu tronco.

Do pseudocaule da bananeira é possível extrair vários tipos de fibras, cada uma com sua característica. A camada do pseudocaule é constituída de três partes: capa (externa), seda (interna) e renda (intermediária). A camada externa é a mais grossa e são para trabalhos que exijam resistência do material. A interna é a mais fina, indicada para acabamentos das peças. A camada intermediária é a ideal para ornamentar. Para facilitar o manuseio das fibras, as camadas são cortadas em tiras de cerca de dois dedos de espessura. (BASTOS, 2010, p. 27).

Dessa forma, Gomes (2010, p. 1) ressalta que o uso das fibras extraídas do pseudocaule das bananeiras pode se tornar uma fonte alternativa de renda para os agricultores, além de ser uma opção viável para reforço de resinas termoplásticas. Além disso, sua resistência à tração e módulo de elasticidade são bem próximos aos da fibra de sisal, considerada uma das mais resistentes entre fibras naturais. (SILVA, 2014).

Assim, segundo Mota (2010, p. 2), sua utilização justifica-se pelo fato de que todos os anos “várias toneladas do pseudocaule são descartadas após a colheita dos frutos, pois seu aproveitamento é quase nulo ou, mesmo quando utilizado de forma artesanal, não é valorizado ou agrega em si um valor irrisório para o produtor”. No entanto, Silva (2009) atenta que a “falta de dados científicos é uma das razões para sua pouca utilização”.

Dada a “necessidade de seleção adequada do material baseado no desempenho do sistema em estudo”, é crescente o interesse por análises e caracterizações de materiais. A caracterização de propriedades visa principalmente estimar o desempenho no período de “vida útil” do material, minimizando a possibilidade de degradação e falhas indesejáveis durante a utilização do produto. (MANSUR *et al* (2005).

Portanto, dado o potencial bananicultor da cidade de Corupá e o aumento da utilização de fibras naturais em compósitos, optou-se desenvolver uma pesquisa que objetiva caracterizar as fibras obtidas de diferentes pontos do pseudocaule da bananeira Caturra (também chamada de Nanica, Anã ou Chorona), dando subsídios a futuros estudos da fibra dessa variedade para emprego em compósitos. Para tanto, serão avaliadas no presente estudo propriedades físico-químicas e microscópicas da fibra, sendo realizados ensaios quanto a degradação térmica/perda de massa, absorção de água e microscopia óptica.

2 Materiais e métodos

2.1 Extração da fibra

As fibras utilizadas na presente pesquisa foram extraídas manualmente de três pseudocaulos (PC) cultivados na cidade de Corupá, nordeste de Santa Catarina, utilizando-se uma metodologia adaptada de Becker e Pimentel (2010). Os PC foram coletados poucas horas antes da extração, sendo posteriormente cortados transversalmente em três frações de 0,5 m, como apresentado na FIGURA 1, a seguir.

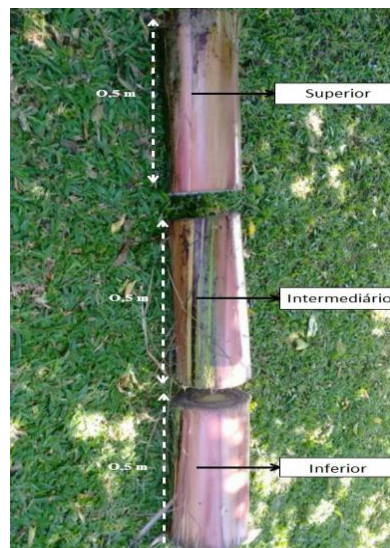


FIGURA 1 - Corte horizontal do pseudocaulo

Essas três frações foram fragmentadas pelas bainhas que compõe o PC, sendo selecionadas as bainhas mais externas, as bainhas intermediárias e as bainhas mais internas do ponto Intermediário e as bainhas mais internas dos pontos Inferior e Superior de cada um dos três PC, como indicado na FIGURA 2, a seguir.



FIGURA 2 – Seleção de Bainhas para Extração da Fibra

Posteriormente, de cada bainha foi extraída a capa, componente que pode ser observado na FIGURA 3. Tais bainhas foram desfiadas com auxílio de uma escova de aço.



FIGURA 3 – Bainha de pseudocaule de bananeira.

Após a extração e desfiamento, as fibras foram secas em estufa (Solab SL 102) à 40 °C por 8 horas, e armazenadas em pacotes plásticos até a utilização, por até 12 semanas.

2.2 Degradação térmica

Os testes de degradação térmica foram realizados com os pontos Inferior Interno e Intermediário Intermediário, em triplicata (PC1, PC2, PC3). Foram selecionados esses pontos para a análise, pois as fibras do ponto Intermediário Externo e Superior Interno foram utilizadas nos ensaios preliminares, e também em função do tempo hábil para a realização dos ensaios.

As temperaturas utilizadas para o ensaio de degradação térmica foram 200 °C, 225 °C, 250 °C em mufla (Novus N1040), com pesagens a cada 5 min em balança analítica (Shimadzu AUX 220). As temperaturas de ensaio foram determinadas em ensaios preliminares exploratórios, e o intervalo de tempo adotado foi escolhido de modo que o equipamento pudesse reestabelecer a temperatura interna até a seguinte medição.

2.3 Absorção de água

A metodologia adotada para os ensaios de absorção de água foi a utilizada por Toledo Filho (1997), com a qual é determinado o índice de absorção de água (Iabs). Para a obtenção do Iabs as fibras foram cortadas em um comprimento de 6 cm e coladas em placas de alumínio, como indicado na FIGURA 4. Para a fixação foi utilizada cola a base de silicone.



FIGURA 4 – Amostra Submetida ao Ensaio de Absorção de Água

Nos ensaios exploratórios foi verificado que as fibras atingiram constância de massa à 60 °C por 30 min quando levadas à estufa (Brasdonto 0/1/2/3). Assim, após a secagem da cola (24 horas), as placas foram levadas à estufa (a 100 °C por 30 min para a secagem total).

Imediatamente após a retirada da estufa, as fibras foram pesadas em balança analítica (Shimadzu AUX 220) e imergidas em água destilada à temperatura ambiente, como mostra a FIGURA 5, a seguir.

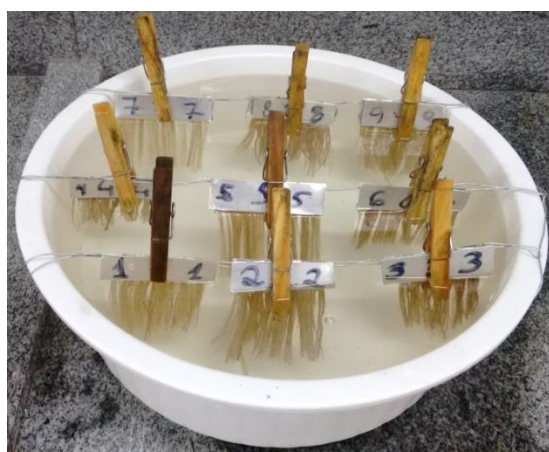


FIGURA 5 – Imersão das Fibras em Água

Foram realizadas pesagens depois de 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min de imersão, e após isso, em intervalos de 24 horas durante 14 dias. Para esse ensaio foram utilizados os pontos Inferior Interno, Intermediário Interno e Intermediário Intermediário, em triplicata (pseudocaulé 1 (PC1), pseudocaulé 2 (PC2) e pseudocaulé 3 (PC3)).

Com os valores de massa obtidos foram efetuados os cálculos para a obtenção do índice de Absorção de Água (Iabs), com a equação (1), onde P_{um} é o peso úmido após imersão em água e P_{est} o peso da fibra seca em estufa:

$$I_{abs} = (P_{um} - P_{est})/P_{est} \quad (1)$$

2.4 Microscopia óptica

Para os ensaios de microscopia óptica foram selecionadas fibras com menor diâmetro possível, sendo que as imagens foram obtidas da secção transversal de um chumaço de fibras. A análise das amostras se deu com um microscópio óptico (Feldmann Wild Leitz FWL – 1500) com ampliação óptica de até 100X, e uma câmera digital fotográfica com ampliação de 0,5 X..

O teste foi realizado com o intuito de que fossem analisadas as características da fibra, tais como a constituição, organização das microfibrilas, entre outras, visto que as fibras possuem diâmetro minúsculo em relação ao seu comprimento e natureza bastante diferenciada que variam em função de suas propriedades físico- químicas, segundo Franco (2010 p. 23).

3 Resultados e discussões

Nessa seção serão apresentados os resultados obtidos e as discussões quanto aos ensaios de degradação térmica, absorção de água e microscopia, respectivamente.

3.1 Degradação térmica

Quanto aos ensaios de degradação térmica, pode-se observar, na FIGURA 6, que as curvas de perda de massa às temperaturas de 200 °C e 225 °C apresentaram-se bastante similares, atingindo a estabilidade depois de transcorridos cerca de 10 minutos. Diferentemente, a curva obtida dos ensaios realizados a 250 °C apresentou comportamento decrescente, indicando perda progressiva ao longo de 60 minutos, aproximadamente.

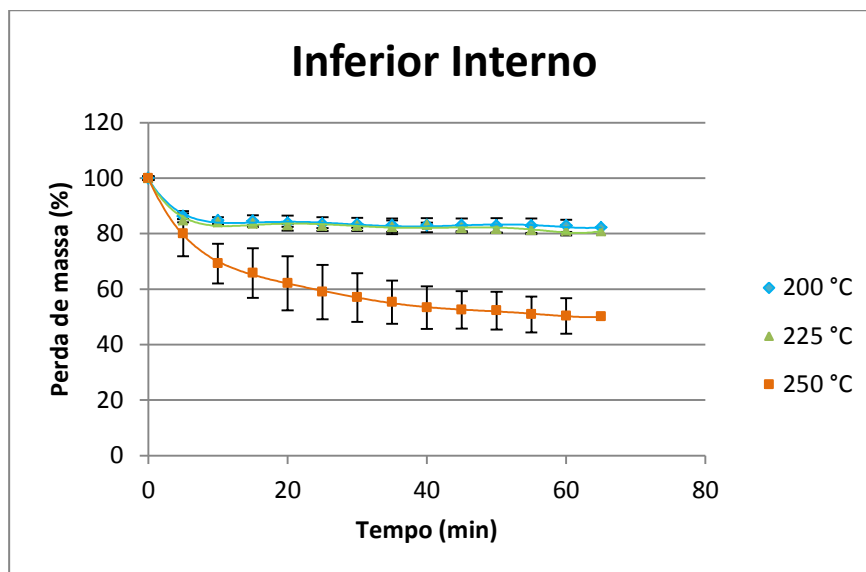


FIGURA 6 – Perda de massa das fibras do ponto Inferior Interno

Atribui-se o comportamento decrescente das curvas relativas a 200 °C e 225 °C, observado tanto na FIGURA 6 (ponto Inferior Interno) quanto na FIGURA 7 (ponto Intermediário Intermediário), à perda de água ligada à fibra, constatação que, segundo Tomczak (2010, p. 13), é uma das maiores dificuldades para determinar propriedades térmicas de fibras vegetais.

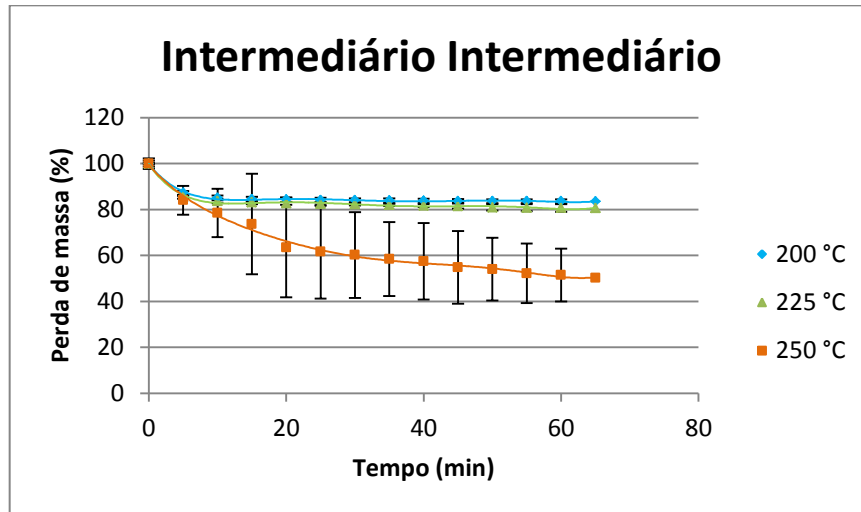


FIGURA 7 – Perda de massa das fibras do ponto Intermediário Intermediário..

Vale ressaltar que os dados obtidos com as amostras do ponto Inferior Interno do PC3 à 250 °C e ponto Intermediário Intermediário PC2 à 250 °C foram excluídos por apresentarem grande discrepância em relação aos dados obtidos com os ensaios das outras amostras do mesmo ponto à mesma temperatura, elevando de forma significativa o desvio padrão.

O desvio padrão se mostrou maior para as curvas de 250 °C, indicando uma possível maior instabilidade térmica para as fibras nessa faixa de temperatura. Assim, é possível concluir que, para os diferentes pontos dos pseudocaulos analisados, a fibra apresenta um comportamento bastante similar, indicando certa estabilidade, após dez minutos, até temperaturas próximas a 225°C.

Isso dá indicativos de que as fibras, independente do ponto que foram extraídas, podem ser utilizada em compósitos cuja aplicação necessite suportar temperaturas limites de 225°C. Para isso seria apropriado submeter as fibras a um processo mais rigoroso de secagem, já que nos primeiros dez minutos em que as amostras foram submetidas a temperaturas de 200 e 225°C, apresentaram uma diminuição de massa. Isso poderia gerar certa instabilidade dimensional nas peças produzidas.

3.2 Absorção de água

Nos ensaios de absorção de água, pode-se notar que a fibra absorveu nos primeiros 30 minutos de ensaio 39% de sua capacidade no ponto Inferior Interno (Inf Int)

e 38,6% no ponto Intermediário Intermediário (Int 2). Diferentemente, o ponto Intermediário Interno (Int Int) teve uma absorção maior que os outros pontos analisados, absorvendo 51,8% de água. Os dados obtidos após a imersão de 60 minutos apresentaram um comportamento irregular e não condizente com curvas observadas em estudos semelhantes, pois a absorção, que se apresenta crescente até os 30 min, diminuiu para o tempo de 60min, e depois volta a aumentar em seguida. Atribuiu-se a esse comportamento erro experimental, sendo assim, esses dados foram descartados da análise.

No gráfico da FIGURA 8 pode ser observada a absorção de água pela fibra da bananeira nos primeiros 30 minutos de imersão.

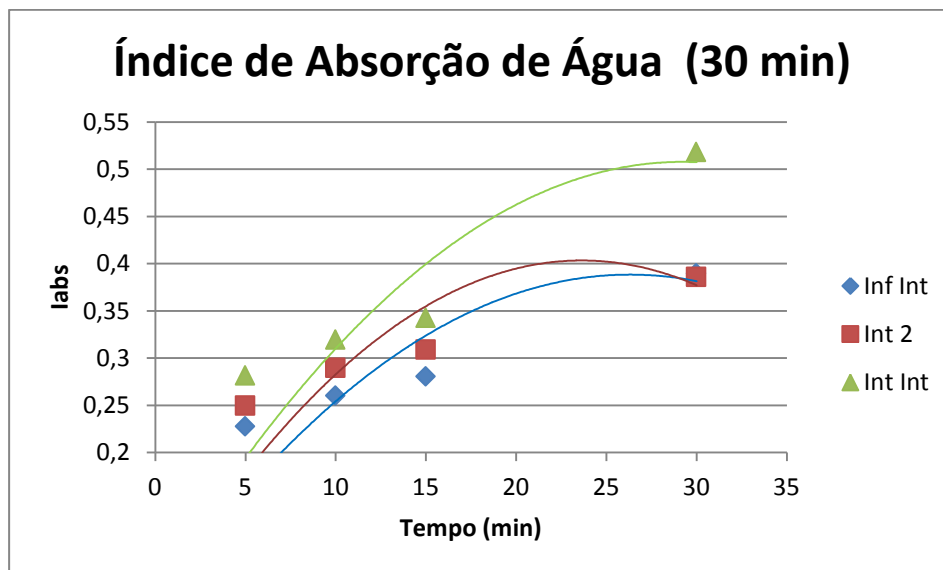


FIGURA 8 – Índice de Absorção de Água nos primeiros 30 minutos de imersão.

A absorção medida em intervalos de 24 horas apresentou acréscimo de 11% e 9,7% para os pontos Inferior Interno (Inf Int) e Intermediário Intermediário (Int 2), respectivamente, enquanto no ponto Intermediário Interno a absorção sofreu acréscimo de 8,8%. Dessa forma, conclui-se, observando a inclinação da reta, que a fibra apresentou maior absorção nos primeiros 30 minutos de imersão, semelhantemente a outras fibras vegetais, como fibras de Curauá (ROSA *et al*, 2012, p. 7).

No gráfico da FIGURA 9 pode ser observada a absorção de água pela fibra da bananeira Caturra em intervalos de imersão de 24 horas, durante 14 dias.

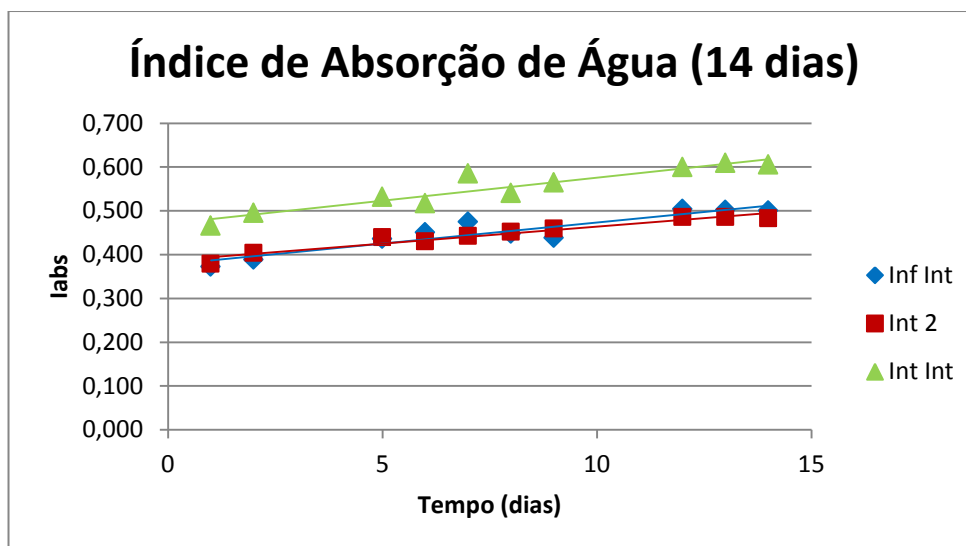


FIGURA 9 – Gráfico do Índice de Absorção de Água em intervalos de 24 horas.

Assim, pode-se concluir que o índice de absorção de água pelas fibras nos minutos iniciais é maior que nos intervalos de 24 horas, onde esse índice diminui. Além disso, para as diferentes posições do pseudocaule ocorrem pequenas variações nos índices de absorção. No período de 14 dias de imersão, as fibras deram indicativos de permanecer absorvendo água. Isso aponta para a propensão dessas fibras serem altamente higroscópicas, como indicam Lopes *et al* (2010, p. 1).

3.3 Microscopia óptica

Por meio das análises de microscopia óptica pode-se perceber que as fibras não apresentam organização uniforme, como pode ser observado na FIGURA 10. Além disso, observou-se que as fibras apresentam diferenças quanto à disposição das microfibrilas, ao formato e à dimensão, onde algumas apresentam aspecto mais alongado que outras.

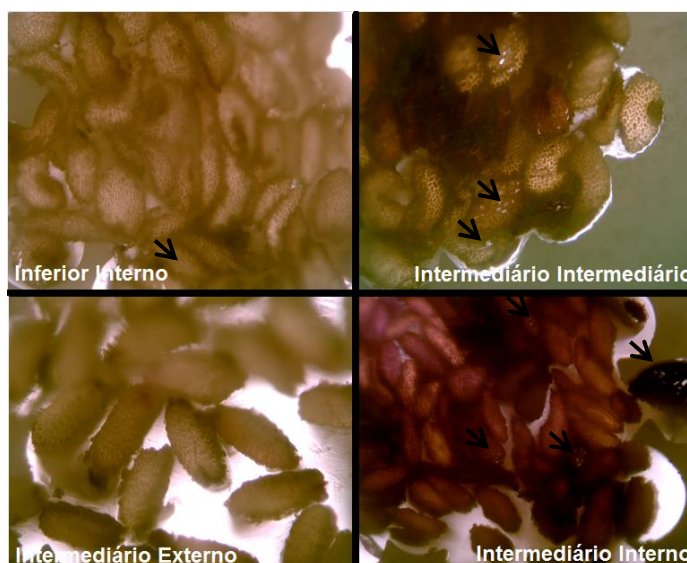


FIGURA 10 – Imagens microscópicas da fibra da bananeira com ampliação de 10x.

Em certas imagens foram observados espaços vazios na fibra, como os indicados pelas setas na FIGURA 10, mas essa ocorrência não pôde ser relacionada a pontos específicos. Com isso, aliado a outros aspectos observados, supõe-se que as propriedades mecânicas da fibra seriam afetadas. No entanto, essa é apenas uma hipótese, pois na presente pesquisa não foram realizadas análises específicas dos componentes da fibra, bem como ensaios de resistência à tração.

4 Considerações finais

Ainda que os objetivos propostos foram parcialmente alcançados, devido a limitações em função do tempo de execução da pesquisa, foi possível notar que a fibra de bananeira apresenta diferença nas propriedades analisadas nos diferentes pontos do pseudocaule.

Nota-se essa diferença, mesmo que pequena, na absorção de água, em que o ponto Intermediário interno apresentou, entre os pontos analisados, maior absorção. Também nas análises de microscopia óptica foi possível notar que em diferentes pontos a fibra apresentou diferentes características quanto ao formato, à disposição e à dimensão, que podem influenciar em suas propriedades mecânicas. Quanto à degradação térmica, dos pontos ensaiados e analisados não foi possível notar diferença no comportamento intrínseco da fibra, mas pode-se averiguar que essas apresentam estabilidade térmica até 225 °C, lhes permitindo aplicação em materiais compósitos que tenham como requisito resistência térmica nesse limite de temperatura.

Por fim, sugere-se que sejam realizados estudos com a fibra de bananeira extraída de diferentes pontos do pseudocaule como forma de complemento a esse estudo, para que mais dados sobre a fibra da bananeira Caturra, largamente produzida na região, possam ser levantados e a fibra devidamente caracterizada e, se viável, aplicada em materiais compósitos reforçados por fibras.

Referências

ALVES, R. E. *Caracterização de fibras lignocelulósicas pré-tratadas por meio de técnicas espectroscópicas e microscópicas ópticas de alta resolução*. 2011. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos e Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

AQUINO, Regina Coeli Martins Paes. "*Desenvolvimento de compósitos de fibras de piaçava da espécie Attalea Funifera Mart e matriz de resina poliéster*". Campos dos Goitacazes - RJ.2003.

BANNA, Wassim Raja El, *et al. Fibras de bananeira como material de engenharia*, 2011. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2011/sexoestec/art1984.pdf>>. Acesso em 11/10/2013.

BARBOSA, Anderson de Paula. *Características estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de buriti*, 2011. Tese de doutorado apresentada ao

Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Engenharia e Ciência dos Materiais. Disponível em: <http://uenf.br/pos-graduacao/engenharia-de-materiais/files/2013/07/Tese-de-doutorado-_fibras-de-Buriti_.pdf>. Acesso em 14/11/2014.

BASTOS, Daniele Cruz. *Estudo da redução da hidrofiliabilidade de filmes biodegradáveis de amido de milho termoplástico com e sem reforço de fibra de bananeira através do tratamento por plasma de SF6*. Rio de Janeiro, RJ. 2010.

BECKER, Daniela. PIMENTEL, Amanda Souza Oliveira. SCALICE, Regis Kovacs. *Análise de impacto ambiental da confecção de fibras de bananeira*, 2010. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_123_795_16163.pdf>. Acesso em 28/10/2014.

BERWIG, Karina Hammel *et al.* Utilização de polímero pós-consumo para obtenção de compósitos com fibras naturais. *In: XIX Encontro de Jovens Pesquisadores*, 2011, Caxias do Sul. Disponível em: <http://www.uces.br/site/midia/arquivos/Resumo_Karina_Hammel_Berwig.pdf >. Acesso em 02/04/2015.

BREMBERGER, Hanna de Lemos; LEBRÃO, Guilherme Wolf. *Caracterização mecânica e estética de compósitos de poliéster com fibras de sisal, juta e kenaf*, 2014. Disponível em: <www.maua.br/arquivos/index/h/a3b4c59da1b3f9bd5d3dd40b66cdec3>. Acesso em 14/11/2014.

CUNHA, Danúbia Vigarani. *Eco- Design Pesquisa e desenvolvimento mobiliário*. Blumenau, 2007.

FERIOTTI, Danyelle de Godoy. *Proposta de aproveitamento de do pseudocaule da Bananeira (Musa Cavendish)*, 2010. Disponível em: <www.maua.br/arquivos/.../h/4f552d3fb7bcadd00057948a357031bb>. Acesso em 02/11/2014.

FONSECA, Alessandra de Souza. *“Caracterização tecnológica das fibras do estipe de desmoncus polyacanthos mart”*. Lavras- MG, 2012.

GOMES, Thiago Santiago. *“Obtenção e avaliação das propriedades mecânicas e térmicas de compósitos a base de polietileno de alta densidade e fibras de bananeira”*. Rio de Janeiro-RJ, 2010.

LOPES, Fernanda F. N. *et al.* *Avaliação dos efeitos da acetilação nas propriedades das fibras de caroá*, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n1/a12v15n01.pdf> >. Acesso em 05/05/2015.

MANSUR, H. S. ; PEREIRA, Marivalda ; ORÉFICE, Rodrigo . Cap. 7 - *Técnicas de Caracterização de Materiais*. In: Rodrigo Oréfice; Herman Mansur; Marivalda Pereira. (Org.).

MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli *et al.* *“Utilização de fibras vegetais para reforço de plásticos”*. São Paulo- SP. 1996.

MOTA, Rui Carlos de Souza *et al.* *Análise de viabilidade técnica de utilização da fibra de bananeira com resina sintética em compósitos*. Campina Grande, PB. 2010.

OLIVEIRA, Felipe Lima de. *“A adição de fibras vegetais na composição dos Polímeros com ênfase no Polipropileno adicionado à Fibra de Sisal”*. São Paulo- SP. 2009. Disponível em: < <http://fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-151.pdf>>. Acesso em: 07/11/14.

RENATO, Francisco. *Compósitos. Trabalhos Feitos*. Abril/ 2013. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Compositos/72557.html>>. Acesso em: 13/10/2014.

ROSA, Carolina Coelho da, *et al.* Estudo das propriedades físicas da fibra de curauá, 2012. Disponível em:
<<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104163.pdf> >. Acesso em 08/02/2015.

SILVA, Rafael *et al.* *Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósito*. Maringá- PR. 2009.

TOMCZAK, Fabio. *Estudos sobre a estrutura e propriedades de fibras de coco e curauá do Brasil*, 2010. Disponível em:
<<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/tese/040.pdf>>. Acesso em 05/04/2015.