



RBES

Revista Brasileira de
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>

v.5, esp, p.32-37, dez. 2018

COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO REFORÇADOS COM FIBRAS NATURAIS DO TALO DA BANANA EM DIFERENTES GRANULOMETRIAS

SEIXAS, J. N.¹; GRANADA, J. E.¹; MELO, C. C. N.¹; SILVA, G. E. H.¹; PASSADOR, F. R.²; CHOLANT, G. M.¹; OLIVEIRA, A. D.¹; BEATRICE, C. A. G.³; GONÇALVES, M. R. F.¹; CARREÑO, N. N. L. V.¹;

¹Universidade Federal de Pelotas

²Universidade Federal de São Paulo

³Universidade Federal de São Carlos

Palavras-chave: fibra de banana, fibravegetal, adesão, polipropileno

Resumo

As fibras naturais se mostram vantajosas na utilização em compósitos por possuírem baixa massa específica, baixa abrasividade, custo reduzido, serem biodegradáveis e possuírem caráter autossustentável, uma vez que suas fontes são renováveis e, no ponto de vista comercial, possuem resultados bastante promissores. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da utilização de fibras naturais com diferentes tamanhos granulométricos como cargas para compósitos em uma matriz polimérica. As fibras do talo da banana, utilizadas neste trabalho, foram separadas conforme sua granulometria e o compósito foi preparado utilizando o polipropileno como matriz polimérica, utilizando a concentração de 10% de fibra para todas as variações granulométricas. Os compósitos foram caracterizados através de análise termogravimétrica, a qual mostrou que a adição da fibra na matriz polimérica melhora a estabilidade térmica do material, especialmente as fibras de menor granulometrias. Através das curvas da derivada da variação de massa foi possível observar que a temperatura do ponto máximo do compósito reforçado com fibras menores chegou a aumentar aproximadamente 30°C quando comparado com o polímero puro. Além disso, os materiais compósitos e o polímero puro foram caracterizados por calorimetria exploratória diferencial, ensaios de tração e microscopia eletrônica de varredura. Os ensaios de tração mostraram uma redução de aproximadamente 20% da tensão máxima suportada, o que poderia ser explicado pela fraca adesão entre fibra e matriz.

POLYPROPYLENE COMPOSITES REINFORCED WITH NATURAL FIBERS OF THE BANANA STALK IN DIFFERENT GRANULOMETRIES

Keywords: banana fiber, vegetable fiber, adhesion, polypropylene

Abstract

Natural fibers are advantageous in use in composites because they have low specific mass, low abrasiveness, low cost, are biodegradable and have a self-sustaining character, since their source is renewable and, from a commercial point of view, has very promising results. In this way, the objective of the work was to evaluate the influence of the use of natural fibers with different granulometric sizes as loads for composites in a polymer matrix. The fibers of the banana stalk used in this work were separated according to their granulometry and the composite was prepared using polypropylene as polymer matrix, using the concentration of 10% of fiber for all granulometric variations. The composites were characterized by thermogravimetric analysis, which showed that the addition of the fiber in the polymer matrix improves the thermal stability of the material, especially the fibers of smaller particle sizes. Through the curves of the mass variation derivative it was possible to observe that the temperature of the maximum point of the reinforced composite with smaller fibers got to increase approximately 30 ° C when compared with the pure polymer. In addition, composite materials and pure polymer were characterized by differential scanning calorimetry, tensile tests and scanning electron microscopy. The tensile tests showed a reduction of approximately 20% of the maximum supported tension, which could be explained by the poor adhesion between fiber and matrix.

INTRODUÇÃO

Para Lira (2013) as perspectivas para o futuro são de esgotamento de diversas fontes, devido ao consumo intensivo dos recursos, fruto do crescimento populacional. Devido a este fato, a conscientização em conjunto com a crescente preocupação com o meio ambiente em virtude da preservação de recursos naturais também teve seu crescimento, fazendo com que a pesquisa e desenvolvimento de coprodutos também estivesse em progresso.

Algumas das justificativas da utilização de fibras de origem vegetal como reforço em compósitos poliméricos é, portanto, a variedade de plantas possível de pesquisar, a fonte de recursos inesgotável e por se tratar de um resíduo que seria descartado, além das características e vantagens já citadas. Do mesmo modo, fibras são notoriamente capazes de reforçar matrizes poliméricas, enquanto partículas podem não contribuir substancialmente como reforço (CARVALHO, 2007).

Os polímeros são materiais bastante utilizados em produtos do dia a dia, como sacolas, garrafas, frascos, filmes, embalagens em geral. São utilizados em vários setores da economia, tanto como substituição de alguns materiais com maior custo ou pela escassez dos mesmos, mas também por suas propriedades físico-químicas se mostrarem satisfatórias (LÍBANO, 2012). Para tal, também há uma preocupação com suas matérias-primas, uma vez que polímeros sintéticos são derivados de petróleo e, por muitas vezes, suas contaminações e descartes em grande volume, também provocam grande impacto ambiental. (VIEIRA, 2010)

Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento de compósitos de matriz de polipropileno quando reforçados com fibras vegetais obtidas a partir do talo da banana, bem como, estudar a influência da granulometria destas fibras nos mesmos compósitos e avaliar as propriedades térmicas e mecânicas dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os materiais e a metodologia utilizada neste trabalho, bem como as técnicas de preparação e caracterização dos materiais compósitos.

MATERIAIS

Utilizou-se como matriz polimérica o Polipropileno (PP), comercialmente denominado PH 0952, com índice de fluidez 8g/10min (ASTM D-1238-L), cedido pela empresa Braskem e fibras naturais provenientes do talo de banana em diferentes granulometrias.

MÉTODOS

Preparação da fibra natural do talo da banana

As fibras utilizadas foram obtidas a partir do talo de bananas encontrado no resíduo depois do consumo, os quais foram cedidos pelo supermercado de frutas Cachoeirense, localizado na cidade de Pelotas/RS.

Os talos foram desmembrados do restante do resíduo (casca) e secos em estufa a 80°C por aproximadamente 48 horas. Após secagem, foram moídos em um moinho de facas da marca Marconi, modelo MA 340, conforme Figura 1 e Figura 2.



Figura 1. A) talo da banana, B) talo desmembrado, C) talo seco, D) fibras

A fibra obtida passou por etapa peneiramento, conforme a norma NBR-NM 248, utilizando peneiras de mesh 32, 48 e 100, sob agitação em um agitador mecânico da marca Bertel por aproximadamente 10 minutos.

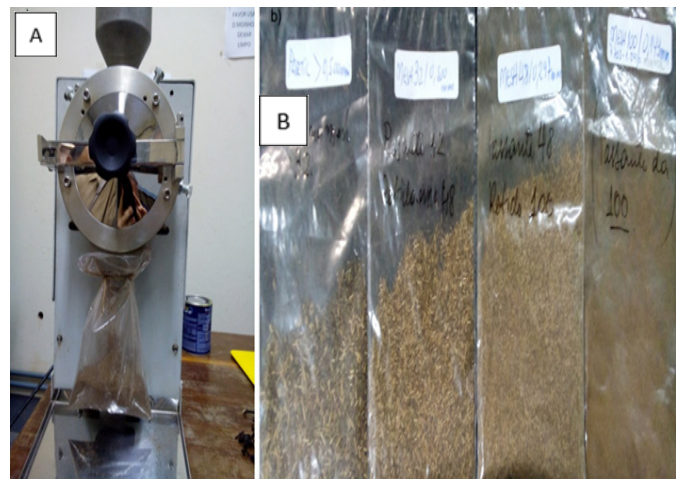


Figura 2. A) moinho de facas, B) fibras após peneiramento em peneiras de mesh 32, 48 e 100

Processamento dos compósitos

Todos os compósitos foram obtidos pelo processo de mistura no estado fundido utilizando uma extrusora monorosca da marca Eco Soluções, com razão L/D igual a 20, rotação da rosca de 70 rpm e perfil de temperatura de 120°C/180°C/195°C, nas zonas 1, 2 e 3, respectivamente.

A formulação se deu através da utilização das fibras vegetais, num teor de 10% de fibra para todas as granulometrias estudadas. Obtendo assim, compósitos com 10% de fibras passantes na peneira de mesh 100 e retidas na peneira de fundo (P#100), com 10% de fibras retidas na peneira de mesh 100 e passante na peneira de mesh 48 (R#100), com 10% de fibras retidas na peneira de mesh 48 e passante a peneira de mesh 32 (R#48) e com 10% de fibras retidas na peneira de mesh 32 (R#32). O polipropileno também foi processado utilizando as mesmas condições para efeitos de comparação.

Obtenção dos corpos de prova

Após processo de extrusão o material foi peletizado e seco em estufa a 50°C por 24h, em seguida foi submetido ao processo de moldagem por injeção utilizando para isto uma injetora de bancada da AX Plásticos, modelo AXINJET. Foi utilizada uma temperatura de 220°C e uma pressão de 0,5MPa. Foram obtidos 10 corpos de prova para cada granulometria utilizada, para realização de ensaios de tração, segundo a norma ASTM D638 tipo IV.

Técnicas de caracterização

Ensaio de tração

Os ensaios de tração foram realizados segundo a norma ISO 527-4:1997. Foi utilizada uma máquina universal de ensaios mecânicos Emic, modelo S3000. Os ensaios foram realizados com taxa de deformação de 10mm/min na temperatura ambiente.

Análise termogravimétrica

A estabilidade térmica do polímero puro e dos compósitos foi avaliada através de ensaios de análise termogravimétrica (TGA), utilizando-se um equipamento da TA Instruments, modelo TGA Q50, com taxa de aquecimento de 20°C/min, da temperatura ambiente até 800°C, sob atmosfera de N₂.

Calorimetria exploratória diferencial

O equipamento utilizado foi da marca TA

Instruments, modelo Q2000. Esta técnica é utilizada para medir a diferença de energia entre uma amostra e um material de referência em função de aquecimento ou resfriamento sob atmosfera controlada. As amostras de PP e dos diferentes compósitos foram aquecidas de 25 °C até 200°C, mantidas nesta temperatura por três minutos e, em seguida, resfriadas até 25 °C. Logo após, realizou-se um segundo aquecimento da temperatura ambiente até 200 °C. A taxa utilizada foi de 10 °C/min, tanto para aquecimento quanto para resfriamento. Para a discussão dos resultados utilizou-se os termogramas do segundo aquecimento por não possuírem influência da história térmica de processamento dos materiais.

Microscopia Eletrônica de Varredura

A caracterização morfológica foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) em um equipamento da marca Jeol, modelo JSM6610VL, fabricante Shimadzu. As análises foram realizadas na superfície de fratura dos corpos de prova que sofreram ruptura durante o ensaio de tração (seção transversal da amostra), afim de avaliar a adesão interfacial entre a matriz e o reforço. As amostras foram previamente metalizadas através da deposição de uma fina camada de ouro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tamanho de partícula

A análise granulométrica das fibras vegetais moídas foi feita pelo método de peneiramento. Para analisar os tamanhos de partícula, foram realizados quatro peneiramentos afim de comparar os resultados obtidos. A Tabela 1 mostra a massa total utilizada nos quatro peneiramentos, bem como a quantidade em peso (g) e a percentagem (%) de ocorrência das amostras retidas ou passantes em cada peneira. É possível observar que o material apresentou uma variedade alta de tamanhos de partícula, o que possibilitou diversificar a utilização dos mesmos.

Tabela 1. Composição da granulometria da fibra da banana obtidas pelo método de moagem com moinho de facas e peneiramento

Peneiramento	Massa Total (g)	Retido Mesh 32 (g)	%	Retiro Mesh 48 (g)	%	Retido Mesh 100 (g)	%	Passante Mesh 100 (g)	%
01	128,04	21,49	16,78	34,58	27,01	38,83	30,33	33,14	25,88
02	122,72	3,57	2,91	26,84	21,87	48,07	39,17	44,24	36,05
03	82,63	1,87	2,26	14,32	17,33	38,40	46,47	28,04	33,93
04	244,97	22,88	9,34	59,86	24,44	85,91	35,07	76,32	31,15

Estabilidade térmica dos compósitos

As curvas de perda de massa em função da temperatura para o polímero puro e compósitos obtidos a partir de fibras com diferentes granulometrias estão apresentados na Figura 3. Já na Figura 4 estão apresentadas as curvas da derivada da variação de massa (DTG). É possível observar que a adição de 10% de fibra do talo da banana na matriz polimérica, independentemente da granulometria utilizada, melhora a estabilidade térmica do material, sendo este efeito mais considerado para as fibras com granulometria mais finas (amostra P100#).

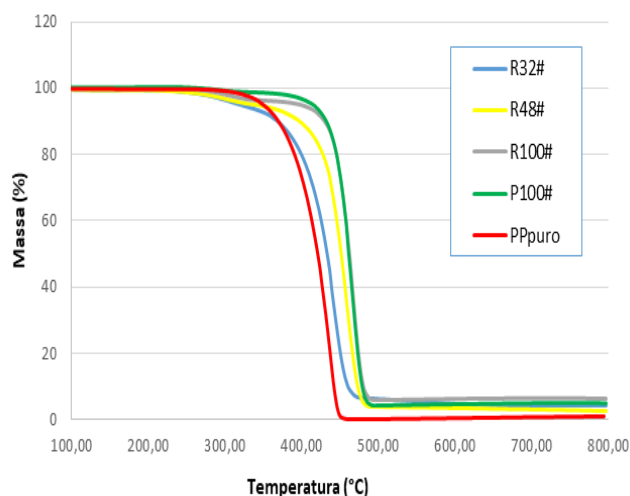


Figura 3. Análise Termogravimétrica do PP puro e dos compósitos obtidos com fibras de banana retidas na peneira de mesh 32 (R32#), retidas na peneira de mesh 48 (R48#), retidas na peneira de mesh 100 (R100#) e passante na peneira de mesh 100 (P100#) e também ao polímero puro (PP puro)

O Através das curvas de DTG (Figura 4) é possível observar que a temperatura do ponto máximo (temperatura onde ocorre máxima decomposição térmica) chega a aumentar quase 30°C para os compósitos R100# e P#100 em relação ao polímero puro. Pode-se sugerir que os compósitos tiveram

melhor estabilidade térmica devido ao caráter isolante que as fibras têm e seu menor tamanho possibilita uma maior área de contato com o polímero, fazendo com que a temperatura se disperse de uma forma mais uniforme.

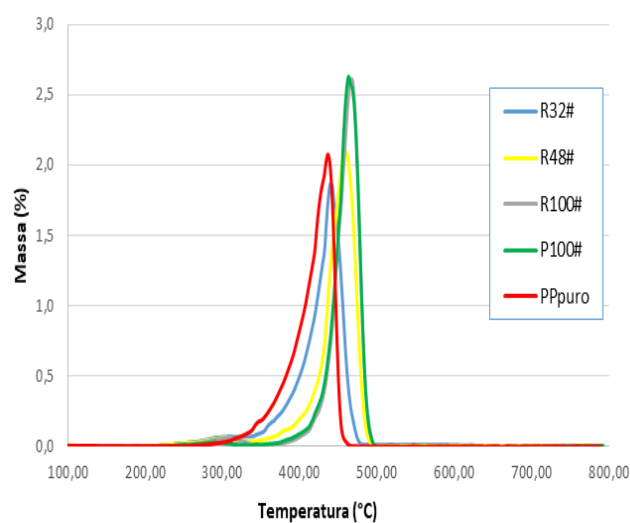


Figura 4. Derivada da variação de massa das amostras

Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

A Figura 5 mostra os termogramas de aquecimento e resfriamento obtidos por DSC das diferentes amostras. Os valores dos parâmetros obtidos durante o ensaio são encontrados na Tabela 2.

É possível notar que a temperatura de fusão (T_m) do PP puro foi semelhante aos valores obtidos para os compósitos (correspondente ao segundo ciclo de aquecimento) (Figura 5), permanecendo praticamente constante na presença das fibras e que apresenta um único pico endotérmico, próximo a 157 °C, correspondente à fusão da fase cristalina α do PP.

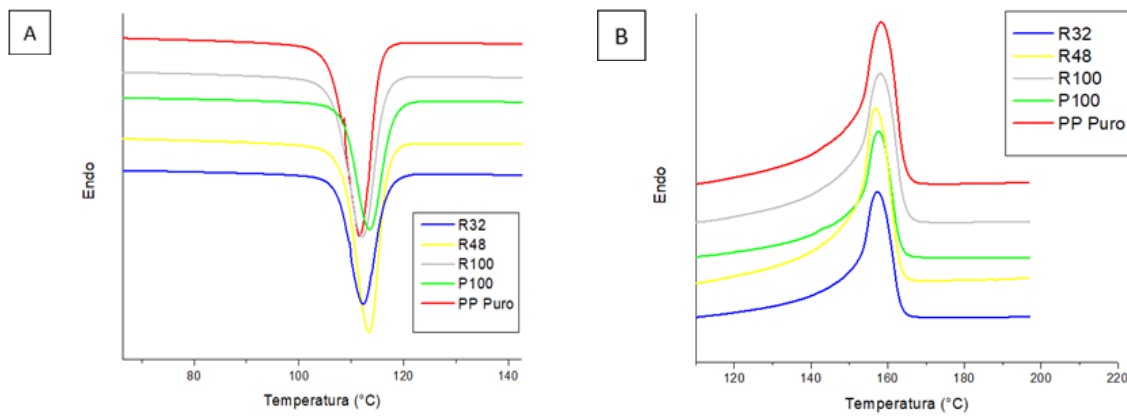


Figura 5. Curvas de DSC durante o A) resfriamento e B) segundo aquecimento das amostras de PP e compósitos obtidos com diferentes granulometrias das fibras

Já os resultados da entalpia de cristalização (ΔH_c) e grau de cristalinidade (X_c) obtidos pela análise de DSC mostram que houve uma redução nestes dois parâmetros quando comparadas ao PP puro, conforme mostra a Tabela 2. Isso mostra que as fibras vegetais não atuam como um bom agente nucleante e reduziram a cristalinidade do polipropileno.

Alguns fatores físico-químicos como o aumento do volume da espessura da lamela e da rigidez da cadeia principal podem dificultar de forma gradativa e evolutiva o crescimento do cristal, que reduz sua máxima taxa de crescimento. Os compósitos com reforços fibrosos apresentaram menor facilidade de cristalização.

Tabela 2. Dados obtidos através da análise de DSC de resfriamento e aquecimento

	ΔH_c (J/G)	X_c (%)	T_c (°C)	T_m (°C)
PP Puro	93,24	75,07	111,56	158,40
R48#	89,17	71,79	113,33	156,59
R32#	84,12	67,72	112,17	157,27
P100#	86,21	69,41	113,51	157,24
R100#	83,91	67,56	112,20	157,89

Ensaio de tração

Os resultados de módulo elástico e tensão máxima obtidos pelo polímero puro e pelos compósitos com fibras sem modificação separadas pelo seu tamanho de partícula (R32#, R48#, P100#, P100#) podem ser observados na Figura 6A e Figura 6B, respectivamente.

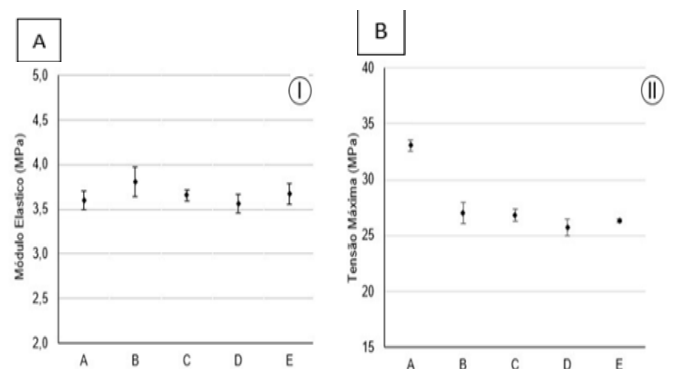


Figura 6. Figura 6. A) Módulo elástico e B) Tensão máxima suportada pelas amostras A (PP puro), B (compósito PP+10%FTBP100#), C (compósito PP+10%FTBR100#), D (compósito PP+10%FTBR48#), E (compósito PP+10%FTBR32#)

Aparentemente a variação granulométrica das fibras não influencia nas propriedades mecânicas do material. A adição de 10% de fibra com várias granulometrias não compromete a rigidez do compósito, porém a resistência deste é inferior em relação ao polímero puro. A redução de aproximadamente 20% nos valores de tensão máxima suportada pelos corpos de prova pode ser explicada pela fraca adesão entre as fibras e a matriz polimérica. Devido a esta fraca adesão as fibras se soltam com facilidade da matriz polimérica quando esta começa a se deformar plasticamente, fazendo com que a energia imposta ao material deixe de ser transferida da matriz para o reforço, comprometendo assim a resistência do compósito (ARAÚJO, 2010).

Ainda assim, a presença de fibras dispersas na matriz pode ter gerado discontinuidades na mesma, o que dificulta a distribuição e transferência do esforço aplicado e, dessa maneira, diminui a tensão máxima que o compósito desenvolvido pode suportar. Do

mesmo modo, a orientação das fibras também é um fator que influi significativamente nas propriedades dos compósitos, principalmente em fibras curtas, as quais as mudanças de orientação não é possível prever (LEMOS, 2014). Essa orientação está sujeita a mudanças em razão de muitos fatores, como, por exemplo, geometria e comportamento viscoelástico do polímero (PAOLI, 2010).

Microscopia Eletrônica de Varredura

As imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura da superfície fraturada após ensaio de tração, para o compósito P#100, é apresentada na Figura 7. Através das imagens é possível observar a fraca adesão entre as fibras e a matriz polimérica. Esta observação justifica a queda de resistência do material, o que indica a necessidade de um tratamento superficial na fibra para que haja um melhor desempenho mecânico do material compósito.

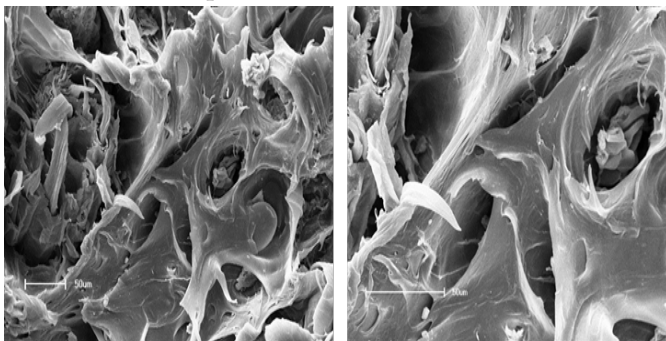


Figura 7. Imagens obtidas por MEV da superfície fraturada nos testes de tração do compósito com as fibras não tratadas A) ampliadas em 200x, B) ampliadas em 300x

CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios de tração mostraram que os compósitos apresentaram baixo desempenho mecânico, o que pode ser atribuído à pouca interação entre fibra/matriz.

A descontinuidade da fibra sugere também um fator importante para as características do compósito, não sendo possível prever e garantir sua orientação, o que pode ser um dos motivos os quais a resistência mecânica dos mesmos não se mostrou satisfatória se comparada ao polímero puro.

Por outro lado, apesar da variação granulométrica das fibras não influenciar de um modo geral nas propriedades mecânicas dos compósitos, foi possível

observar que a adição das fibras melhorou a estabilidade térmica do material, especialmente nas granulometrias mais finas e a temperatura do ponto máximo de perda de massa chegou a aumentar em relação ao polímero puro. Isso torna o material com boas propriedades térmicas e com propriedades promissoras para aplicações que não requerem elevada resistência mecânica.

A adição de fibras vegetais em compósitos poliméricos reduz o consumo de polímeros utilizando como reforço um resíduo agrícola sem valor comercial. A utilização das fibras pode auxiliar na redução do consumo de polímeros em aplicações específicas e também diminui o volume de resíduos destinados à aterros sanitários na produção de compósitos ecológicos de baixo custo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Petroquímica Braskem pela doação do polipropileno e à todos colaboradores deste trabalho.

LITERATURA CITADA

- ARAÚJO, J. F. **Estudo de propriedades mecânicas do polipropileno moldado por injeção em insertos de resinas**. Manaus: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.
- CARVALHO, G. M. X. et. al. Obtenção de Compósitos de Resíduos de Ardósia e Polipropileno. **Revista Polímeros**, vol 17, n.2, p. 98-103, 2007.
- LEMOS, Al. L.; MARTINS, R. M. Desenvolvimento e caracterização de compósitos poliméricos à base de poli(ácido láctico) e fibras naturais. **Revista Polímeros**. vol. 24, n. 2, p. 190-197, 2014.
- LÍBANO, E. V. D. G.; PACHECO, L. L. Y. V. Propriedades Térmicas de Compósitos de Polipropileno e Bentonita Organofílica. **Revista Polímeros**, vol 22, n.5, p. 430-435, 2012. (http://www.scielo.br/pdf/po/v22n5/aop_0970.pdf).
- LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa [online]**. Campina Grande: EDUEPB, 2013, 325p. ISBN 9788578792824.
- PAOLI, M. A. **Compósitos de Polímeros com Fibras Vegetais**. 1 Workshop sobre Fibras Naturais, São Paulo. 2010.
- VIEIRA, M. M. G. **Desenvolvimento de compostos poliméricos biodegradáveis modificados com cargas e fibras naturais vegetais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2010