



MODELO DE RESUMO EXPANDIDO

RESÍDUO DA AGROINDÚSTRIA PRODUTORA DE ETANOL: MATERIAL PARA PRODUÇÃO DE COMPÓSITO

TAKADA, Camila Rosa Da Silva¹, VALDÉS, Juan Carlos Serra

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA

¹camila.takada@ifpa.edu.br

RESUMO

No processo de produção de etanol há vários resíduos que já vem sendo utilizados como co-produtos. De acordo com a literatura praticamente inexistem estudos acerca do aproveitamento da palha da cana de açúcar como elemento de viabilização para cadeia produtiva. Uma das alternativas para sua utilização seria a fabricação de novos materiais compósitos. Foram produzidos materiais com diferentes proporções de palha/resina (50/50, 30/70 e 10/90). Para a caracterização do novo material obtido foram realizados testes de densidade, umidade, absorção de água e inchamento. Os resultados mostraram que os materiais obtidos apresentam propriedades físicas satisfatórias. E, seria uma forma de destinação para este resíduo da agroindústria.

Palavras-chave: Resíduo. Agroindústria. Reaproveitamento. Compósito.

1 INTRODUÇÃO

A Agroindústria brasileira apresenta diversos resíduos (fibras naturais) que podem ser reaproveitados para a produção de compósitos, como pode ser observado em Gomes (2011) e Oliveira (2012), que produziram compósitos a partir do resíduo do pinhão manso; em Barros e Filho (2009), Freire et al. (2011) e Superbia e De Paula (2011) que realizaram pesquisa com o resíduo da cana, em Assmann (2009) que confeccionou novos materiais com mamona e Jesus (2008) e Moraes, et al. (2006) que desenvolveram pesquisas com fibras de coco.

O Brasil, como líder mundial de produção de etanol a partir de cana-de-açúcar, produz uma enorme quantidade de resíduos em seu processo produtivo, sendo os principais: a vinhaça, o bagaço e a palha. A vinhaça é utilizada para fertirrigação, o bagaço é utilizado para co-geração de energia e como ração animal, e a palha é utilizada para adubação do canavial e também para co-geração de energia, porém ainda há excedente de palha.

E, a agroindústria produtora de etanol instalada no Tocantins também apresenta esse excedente de palha, que é maior ainda se comparado ao de outras agroindústrias do mesmo ramo, pois no Estado a mesma não é utilizada na co-geração de energia. Então há a necessidade de minimizar e/ou sanar essa problemática.

Assim, a busca por soluções economicamente viáveis e ambientalmente vantajosas para a disposição final da palha da cana-de-açúcar continua sendo um grande desafio.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem por finalidade produzir materiais compósitos tendo como reforço a palha da cana-de-açúcar e analisar suas propriedades físicas (densidade, umidade, absorção de umidade e inchamento em espessura).

3 METODOLOGIA

Com vista à preparação dos compósitos foram utilizados os seguintes materiais: palha de cana-de-açúcar, resina ureia formaldeído, fornecida pela *Redelease*, e endurecedor G.



As fibras foram coletadas em uma agroindústria produtora de etanol, na cidade de Pedro Afonso - TO, e após o recebimento passaram por um processo manual de lavagem para retirada das impurezas e deixadas para secagem em temperatura ambiente. As fibras utilizadas nos compósitos foram trituradas no moinho de facas e com a peneira de 2 mm (#mesh30).

Produção dos compósitos

Foram confeccionados 3 tipos de compósitos, combinações de três percentuais de palha (10, 30 e 50%); esses corpos de prova foram moldados com carga de 5 toneladas a temperatura ambiente.

A nomenclatura para os compósitos foi definida da seguinte forma:

- CP: Corpo de Prova;
- Q: moldagem a quente;
- F: moldagem a frio;
- 10, 30 e 50: representam o percentual de reforço (palha de cana) no compósito.

Caracterização física dos compósitos

Para realização dos ensaios físicos utilizou-se a norma NBR 14810 (ABNT, 2006). Os corpos de prova foram cortados, com o auxílio de uma serra, de acordo com as dimensões especificadas pela norma.

As propriedades físicas avaliadas nos novos materiais foram densidade, umidade, absorção de umidade e inchamento em espessura.

Para a determinação de umidade foram registrados os valores de massa úmida (MU), após foram levados à estufa com temperatura constante ($103 \pm 2^\circ\text{C}$) até obter peso constante e então registrado a massa seca (MS). Esses valores foram utilizados na Equação 1.

$$U = \frac{MU-MS}{MU} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

U = teor de umidade; MU= massa úmida; MS = massa seca.

Para os ensaios de absorção de água e inchamento em espessura foram aferidos a espessura e a massa do corpo de prova antes e após a imersão em água destilada por 2 e 24 horas, ou seja, 3 valores para cada parâmetro. Com esses dados foram calculadas a absorção de água (AA), expressa em % em massa e o inchamento em espessura (IE), expressa em % em volume dos compósitos, com base nas Equações 2 e 3, respectivamente.

$$IE = \frac{E1-E0}{E0} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

IE = inchamento em espessura (%); E1= espessura final (cm); E0 = espessura inicial (cm).

$$AA = \frac{M1-M0}{M0} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

AA = absorção de umidade (%); M1= massa final (g); M0 = massa inicial (g).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O compósito produzido, de acordo com a classificação de Callister (2011), é um compósito reforçado por fibras descontínuas orientadas aleatoriamente.

Densidade

Metade dos compósitos confeccionados apresentam densidades iguais ou superiores a $0,80 \text{ g/cm}^3$, de acordo com Carneiro et al. (2004), chapas de madeira com essa faixa de densidade, são classificadas como chapas de partículas de alta densidade. 33,33% apresentaram densidade inferior a $0,60 \text{ g/cm}^3$, sendo classificados então como de baixa densidade e 16,67% ficaram com densidade entre $0,60$ e $0,79 \text{ g/cm}^3$, sendo denominados de média densidade.

À medida que se acrescenta resíduo no compósito, ocorre uma redução na densidade do compósito e o inverso também é verdadeiro. Essa variação na densidade é devido à variação da quantidade dos componentes que constituem o compósito, sendo que a resina é o componente mais denso e a palha o menos denso, logo, quanto maior o teor de resina e menor o de palha, mais denso será o componente e quanto maior o teor de palha e menor o de resina, menos denso.

Umidade

O percentual de umidade tende a reduzir com o acréscimo de fibras nos compósitos. Esse fato ocorre devido à quantidade de água e resina (componentes que contém mais umidade) ser reduzida conforme aumenta o teor de resíduo, desta forma, quanto mais resíduo, menor a quantidade de água e resina, e consequentemente menor é o teor de umidade no compósito. O único dado que fugiu à regra, foi o CP_F30, que pode ter sido devido a falhas no processo de fabricação do mesmo.

Os valores obtidos do teor de umidade dos compósitos situaram-se entre 10,43% e 12,50%. Esses valores estão em conformidade com os recomendados pela literatura, que são de 8% a 18% de umidade, para aglomerados, e também estão dentro da faixa de umidade encontrados na literatura.

Inchamento em espessura

Todos os materiais produzidos estão dentro do recomendado pela norma, inclusive os ensaios de inchamento sob 24 horas de imersão também apresentaram resultados inferiores a 8%, o máximo foi 5,34%. Os valores para inchamento em espessura são crescentes em relação ao tempo, ou seja, quanto maior o tempo de imersão, maior o inchamento em espessura, conforme apresenta a Figura 1.

Corpo de Prova	Tempo de Imersão	
	2h	24h
CP_F10	1,39%	1,77%
CP_Q10	2,53%	3,85%
CP_F30	2,74%	5,16%
CP_Q30	3,25%	5,34%
CP_F50	2,02%	2,86%
CP_Q50	2,52%	4,15%

Figura 1. Inchamento em espessura – ensaio de 2h e de 24h.

Tem-se que os materiais com 30% de palha foram os que apresentaram maior percentual de inchamento em espessura.

Os compósitos com 30% de reforço apresentam um maior inchamento em espessura em relação aos com 10% devido à quantidade de resina neste último ser muito superior, dificultando assim que a água integre o sistema, desta forma, o material absorve menos água e apresenta uma menor alteração em sua espessura.

E quanto aos compósitos com 50%, esses apresentam uma menor “dilatação” devido à sua constituição. Por conterem uma maior quantidade de palha e menor quantidade de resina, há formação de espaços vazios que em contato com a água são preenchidos sem haver a necessidade de expansão do material, além de palha também apresentar propriedade higroscópica.

Absorção de Água

A partir da análise da capacidade de absorção de água pelo compósito pode-se recomendar a utilização do material em condições de umidade severa ou ambientes mais amenos (FREIRE, et al. 2011).

Os resultados obtidos no ensaio de absorção (Figura 2) encontram-se dentro do valor máximo recomendado pela norma, que é de 35%.



Figura 2. Ensaio de absorção de água.

A absorção de água pelo corpo de prova apresenta um aumento inversamente proporcional ao percentual da matriz, isto é, a absorção de água é maior quanto menor for o teor de resina no compósito.

A absorção de água nos compósitos, assim como o inchamento em espessura, aumenta em relação ao tempo. Quanto mais tempo permanecer em contato com água, maior a absorção de água e maior o inchamento do material.

Esta propriedade de absorção de água mostra que o material pode ser utilizado em local que tenha contato com umidade, como foi o caso, por exemplo, do CP_50, que apresentou absorção de água de mais de 45% de água sem desintegrar. Uma desvantagem da absorção de água é em relação à logística, devido ao aumento do peso. Caso seja do interesse de quem for confeccioná-lo, há a possibilidade de reduzir a absorção de água pelo material, com a utilização de pré-tratamento da palha e aplicação de revestimento que funciona como barreira física à penetração de água (FREIRE, et al. 2011).

Um fato interessante a destacar é o fato de o inchamento em espessura não ser proporcional à absorção de água. Isso se deve às diferentes concentrações dos constituintes nos compósitos.

- Palha: é higroscópica, tem capacidade de absorver água, logo, quanto maior o teor de palha, maior a capacidade do compósito em absorver água.
- Resina desfavorece a absorção de água; quanto mais resina, menor a absorção;
- Proporção palha/resina: quanto maior o teor de reforço, menor o teor de resina, e, quanto maior for a proporção palha/resina, maior a formação de espaços vazios e maior a absorção de água pelo compósito.

Porém a proporção palha/resina apesar de favorecer a absorção da água, não apresenta aumento no inchamento em espessura, justamente, por a água estar



ocupando esses espaços, o que justifica o inchamento em espessura do compósito com 30% de reforço ser superior ao de 50%, mesmo apresentando uma menor absorção de água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que a mesma pode ser utilizada para a produção de compósitos. Algumas propriedades físicas deste novo material foram avaliadas. Os novos materiais apresentaram ótimos resultados: a unidade e os ensaios de inchamento em espessura de todos os materiais estão dentro do recomendado pela norma e do recomendado pela literatura; apenas um material apresentou valores de absorção de água em não conformidade com os padrões.

Levando em consideração todos os parâmetros avaliados, o material que apresentou melhores propriedades foi CP_30. Assim, este é o mais interessante para a produção, dentre os que foram pesquisados, visto que possui a vantagem de utilizar um maior percentual de reforço, em relação ao CP_10.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810**: Chapas de madeira aglomerada. Rio de Janeiro, 2006.

ASSMANN, V. **Obtenção de compósitos termomoldados a partir da torta de mamona plastificada com glicerol, derivado do processo de transesterificação de óleos e gorduras**. 2009. 119p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BARROS FILHO, R. M. **Painéis aglomerado à base de bagaço de cana-de-açúcar e resinas uréia formaldeído e melamina formaldeído**. 2009. 116f. Dissertação (Mestrado) - Rede Temática em Engenharia de Materiais - REDEMAT, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 705p.

FREIRE, C. S. et al. Propriedades físicas de painéis aglomerados comerciais confeccionados com bagaço de cana e madeira. **Revista Floram - Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 175 -175, 2011.

GOMES, G. S.; **Produção de compósitos a partir do resíduo agroenergético de pinhão manso (Jatropha curcas)**. 2011. 92f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, 2011.

JESUS, R. C. **Processamento e caracterização de biocompósitos de PHB com fibras naturais de coco sisal acetiladas e não acetiladas**. 2008. 74f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

MORAIS, D. S., NEVES, O. N. E.; DIAS C. G. B. T. **Análise das propriedades mecânicas de compósitos biodegradáveis à base de pectina/eva reforçados com fibra de coco**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência de materiais. Foz do Iguaçu, 2006.

OLIVEIRA, L. M. **Obtenção de materiais compósitos biodegradáveis a partir de amido plastificado, reforçados com torta de pinhão manso**. 2012. 73f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins, 2012.



SUPERBIA, F. F.; DE PAULA, N. F. **Utilização da palha de cana de açúcar para produção de papel artesanal.** In: IV semana de tecnologia do curso de biocombustíveis da faculdade de tecnologia de Jaboticabal. Ciência & Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal, v.3, 2011.

FORMATAÇÃO DO RESUMO:

- Título: fonte Arial 11, negrito, caixa alta, alinhamento centralizado.
- Autores, instituição e e-mail: fonte Arial 11, alinhamento centralizado, espaçamento simples.
- Corpo do texto: Fonte Arial 11, alinhamento justificado, espaçamento simples entre linhas e de 11pt entre parágrafos.
- Resumo em único parágrafo com espaçamento simples, alinhamento justificado
- Legendas: fonte Arial 10, parte inferior da imagem, alinhado à margem esquerda da imagem.
- Fotos, gráfico, quadros, tabelas e quaisquer outros elementos ilustrativos são considerados como imagem, estes devem possuir legenda.
- As imagens devem ser citadas no texto.
- As referências bibliográficas devem seguir as normas da ABNT – NBR 6023.

LEMBRE-SE: Os resumos expandidos devem conter: título, nome dos autores, instituição do autor principal e e-mail do autor principal.

E devem ser compostos por: resumo; palavras-chave; introdução; objetivos; método (metodologia); resultados (parciais ou concluídos); considerações finais (em caso de pesquisa em andamento) ou conclusões (em caso de pesquisa finalizada) e referências bibliográficas