

COMPÓSITO POLIMÉRICO DE MADEIRA

CARMO, Ana Beatriz Borri¹; SILVA, Gabriel Cosme Souza²; SILVA, Grazielly Felix³;
BRANDÃO, Wesley Vieira⁴; BENJAMIN, Wilson de Sousa⁵

^{1,2,3,4,5} Universidade de Uberaba, Bacharelado em Engenharia Química,
Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Bairro Universitário,
CEP 38055-500, Uberaba – MG, Brasil

³ E-mail: grazi321_felix@hotmail.com

⁵ E-mail: gestor.química@uniube.br

Resumo

O crescente acúmulo de resíduos sólidos na atual sociedade, assim como o aumento da densidade populacional, buscou-se a síntese de um material que agregasse rentabilidade, sustentabilidade e durabilidade. Um produto que amenizasse o custo com manutenção: o compósito polimérico de madeira. Obteve-se este material a partir de copos de polipropileno (na íntegra) e do pó da serragem proveniente da garapa ou grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr) que, por natureza, é resistente e durável aos intemperes. Sabe-se que a madeira é polar, logo faz-se necessário adequá-la para a correta homogeneização da blenda de garapa ou de sódio para tal procedimento). Devido a fonte do polímero ser de detritos sólidos, recorreu-se a higienização do mesmo com etanol e detergente. Inicia-se o processo com a fusão do polímero e adição lenta e gradativa da fibra (grápia) sob agitação manual. Atingindo-se a aglomeração de ambos em uma única fase, procede-se com a prensagem em moldes de cerâmica no formato desejado. Por análises, constatou-se que o compósito apresentou resultados aceitáveis em comparação com a madeira e uma viabilidade técnica de manufatura. Infere-se que há uma probabilidade de substituição da madeira pelo compósito devido à sua resistência e durabilidade, somado ao baixo custo de produção, haja vista que este provém de resíduos

sólidos comuns a sociedade moderna e que estariam poluindo o meio ambiente.

Palavras-chave: Materiais Poliméricos. Reciclagem. Sustentabilidade. Compósito.

1 Introdução

Com o crescente aumento da população e, com isso, da poluição mundial, atentou-se a questão sustentável para o reaproveitamento de resíduos sólidos. No Brasil e no mundo a poluição vem aumentando com o passar dos anos, criando perspectivas avassaladoras para o futuro. Esse cenário levou vários pesquisadores a fomentar e avaliar possíveis destinações para os resíduos sólidos, como vidro, papel e plástico. Dentre estas soluções, estão os compósitos, principalmente os poliméricos (derivados de polímeros), que concatenam cargas a uma matriz já existente no intuito de reforçar ou preencher esta. Assim, define-se um compósito como sendo o resultado da modificação de um resíduo sem destinação correta e/ou inutilizável já existente, chamado de fase contínua, através da incorporação de outro componente, a fase dispersa ou cargas, com o objetivo de se obter um produto que possa ter uma aplicação prática. (DEMAR – USP). Um outro fator relevante no uso de compósitos é a

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

possibilidade de substituir o uso de metais, que vem escasseando com o tempo (LIMA et. al, 2008).

Nos compósitos, a suas propriedades dependem apenas dos elementos que o constitui (matriz e carga) aliando as diversas propriedades em único material. A matriz (o que envolve e preenche espaços) deve ser resistente quimicamente e elástica garantindo a estabilidade. Para as cargas, devem ter certa resistência mecânica (SILVA, 2011). Por esta característica, escolheu-se, como matriz, o polipropileno (PP) que é estável aos ataques químicos de produtos comuns no dia-a-dia, contudo limitada pela faixa térmica de trabalho. Para a fase dispersa (cargas) recorreu-se a um resíduo comum que é a serragem de madeira, rica em fibras lignocelulósicas (como a lignina, celulose e a hemicelulose) (BENINI, 2011). Estas fibras apresentam ótima resistência mecânica, porém baixa resistência aos intemperes, sendo degradadas facilmente. As fibras selecionadas são oriundas da garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr), madeira dura ao corte, de cerne variante do bege-amarelado ao castanho-avermelhado, encontrada em todas as regiões do Brasil e utilizada na construção civil e arquitetura, pois apresenta boa trabalhabilidade, mecânica média, resistência a cupins e, odor e gosto imperceptíveis, além de conter sílica que eleva a sua dureza. Contudo, o caráter higroscópico desse material demonstra um certo problema, porém facilmente solucionado pelo polímero que torna a madeira impermeável e resistente a ataques de micro-organismos.

A utilização de polímeros para a síntese de compósitos pode vir a atenuar a preocupação mundial quanto aos gastos excessivos de petróleo. Quanto as fibras naturais, constata-se a redução no impacto ao meio ambiente, por-

que estas são biodegradáveis e não poluem sendo encontradas nos mais diversos setores como resíduos sem grande utilidade. Assim, a utilização de compósitos de fibras naturais abarca pontos positivos como, por exemplo, a substituição de fibras sintéticas que os tornam caros e altamente poluentes (ISHIZAKI et al, 2006).

Ao utilizar estas fibras nas cargas de compósitos, a quantidade de lixo sólido diminui, apresentando inúmeras vantagens, como a sustentabilidade. Devido ao baixo peso, pode-se citar a redução no gasto energético na manufatura e o consumo de automóveis que recorrem a essa tecnologia em sua estrutura. Por outro lado, o tempo de vida longo dos compósitos podem representar um problema quanto ao descarte. (ISHIZAKI et al, 2006).

Conforme os argumentos expostos anteriormente, no corpo do trabalho, o mesmo foi desenvolvido com o propósito de reaproveitar resíduos de plástico e madeira na produção de compósito plástico-madeira.

2 Materiais e Métodos

Tratamento da madeira

Utilizaram-se três quilogramas do pó da serragem de garapa, proveniente de uma madeireira de Uberaba-MG, as quais eram resíduos que seriam descartados. Inicialmente a amostra de madeira foi tratada para ajustar a polaridade da mesma, pois a madeira é polar e o polímero apolar, o que os tornam imiscíveis. Para isso, foi adicionado 10% de hidróxido de sódio em relação a massa de serragem. Com isso, para uma massa de 750 g de serragem, foram adicionados 75 g de hidróxido de sódio (previamente dissolvido em água). Seguiu-se a adição de água até que submergisse toda serragem (Figura 1).

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

Essa mistura ficou em repouso por vinte e quatro horas, e realizou-se a primeira lavagem. Depois de mais vinte e quatro horas houve a segunda lavagem para a remoção completa do NaOH. A serragem tratada foi exposta ao ar livre sob o sol por mais um dia, seguido de secagem em estufa na temperatura de 120°C por 6 horas (Figura 2).

Figura 1: Tratamento das serragens com NaOH



Fonte: Acervo do autor

Figura 2: Serragem seca e pronta para o uso



Fonte: Acervo do autor

Tratamento do plástico

O plástico utilizado é proveniente da coleta seletiva feita na Universidade de Uberaba, Campus Aeroporto (MG). Obtendo-se grande quantidade de copos descartáveis de polipropileno, os quais foram lavados com água e sabão. Depois foram seccionados em pequenos pedaços uniformes, de aproximadamente 2 cm x 3 cm. Seguiu-se a submersão em água com sabão por trinta minutos e enxaguado com água corrente. Foram distribuídos em bandejas de aço inox sob corrente de ar natural para secagem e esterilizados em álcool a 70° GL. Em seguida, secou-se à temperatura ambiente.

Confecção das formas

Conforme testes laboratoriais constatou-se que o polipropileno líquido não se adere a superfícies cerâmicas, lisas e esmaltadas. Com isso confeccionou-se formas 8 cm x 5 cm x 1 cm de cerâmica lisa (volume final de 40 cm³) e tampas do mesmo material providas de alças em metal (Figura 3).

Figura 3: Forma de cerâmica



Fonte: Acervo do autor

Obtenção do compósito

Usou-se as proporções de plástico 60%, 70%, 75%, 80% para a produção do compósito, sendo confeccionadas barras em cada proporção. Em um béquer de 200 mL foi feita a adição gradativa do polipropileno até a massa atingir a porcentagem estabelecida. Em chapa de aquecimento à temperatura máxima realizou-se a fusão completa do polímero, seguida de interrupção do fornecimento de calor e adição imediata da serragem. Realizou-se a prensagem nas formas de cerâmica com a mistura ainda quente.

Sabendo-se que a forma comporta um volume de 40 cm³ e que se fosse preenchida totalmente de água a temperatura de 25 °C, a massa de água contida na forma seria de 40 g. Assim, calculou-se a quantidade de plástico e madeira em função da formulação desejada. Por exemplo, na proporção 60% (Figura 4) adiciona-se 24 g de polipropileno (60% de 40 g) e 16 g de serragem.

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

A etapa foi repetida com as outras proporções.

Figura 4: Compósito com 60% de plástico



Fonte: Acervo do autor

3 Resultados

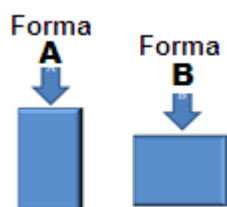
Secagem da Serragem

Antes da serragem úmida ser colocada na estufa, à mesma possuía uma massa de 1629,03 g e ao ser retirada, passou a ter uma massa de 541,25 g, o que totaliza um teor de umidade 66,775%.

Teste de resistência

Os testes foram realizados em prensa hidráulica em duas formas de tensionamento (Figura 5) e feita em triplicata. Recorreu-se ao cálculo da média aritmética simples dos valores obtidos para encontrar a tensão suportada.

Figura 5: Direções de tensionamento das placas.



Fonte: Acervo do autor

A análise da placa de proporção de 60% de polímero e 40% de madeira não obteve valores seguros de tensão,

sendo que estes não foram aferidos dentro da escala de calibração do equipamento usado na medição. Houve estabilidade nos valores de tencionamento da placa de 70% de polipropileno e 30% de garapa (*Apuleia leiocarpa (Vog) Macbr*), logo a média deste valor foi de 1800,0 kgf. Na proporção de 75% e 25% plástico e madeira, respectivamente, a média resultou em 640 kgf. Para a placa de 80% de polipropileno e 20% de grávia (*Apuleia leiocarpa (Vog) Macbr*) a média foi computada em 500 kgf.

4 Discussão

Pela equação (Eq. 1) demonstrada por FUJI (20--):

$$\%_{H_2O} = \frac{(Massa_{amostra} - Massa_{seca}) \cdot 100}{Massa_{amostra}} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\%_{H_2O} = \frac{(1629,03 - 541,25) \cdot 100}{1629,03} = 66,775\%$$

O método de secagem à estufa consiste em evaporar a água de determinado sólido com utilização de corrente de ar e aquecimento. Atingindo-se a pressão de vapor do líquido, este evapora e as moléculas próximas migram para o local ocasionando um deslocamento da quantidade de água e a secagem de toda a madeira. A etapa de secagem é necessária, pois a água contida na madeira pode fazer com que o polímero em estado líquido perca energia na forma de calor (a água absorve esta energia evaporando-se) causando a solidificação do mesmo antes do tempo e problemas na consolidação com a madeira. Outro fator onde a água interfere é a polaridade. Devido a estrutura polar da madeira (demasiada quantidade de hidroxilas na hemicelulose, lignina e celulose), a presença de água contribui deslocando a nuvem de elé-

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

trons da estrutura, aumentando a polaridade destas e o polímero não consegue aderir-se de forma efetiva a madeira.

Para a realização do teste utilizou-se três placas enumeradas como 01, 02 e 03 de cada proporção de plástico por madeira. Testou-se a Forma A (vide Figura 5) com uma placa de proporção 75/25 e o valor foi baixo (640 Kgf), com isso inverteu-se a posição a placa no equipamento e todos os testes posteriores foram realizados somente na Forma B (vide Figura 5). Testou-se uma placa produzida integralmente com polipropileno para que sua resistência fosse aferida, contudo a resistência foi abaixo do indicado na escala de calibragem o equipamento. Entretanto os compósitos apresentaram resistências maiores do que a placa de polímero puro.

Entre as placas testadas, a que obteve melhor resultado foi a de proporção de 70% de polímero e 30% de madeira. As fibras assumiram uma organização ao longo da maior dimensão (longitudinal), estando a placa na Forma B (vide Figura 5) e vista de frente, assim a resistência pode ser distribuída uniformemente conferindo o alto valor suportado pela placa. Esta análise foi realizada a olho nu devido a facilidade de visualização as fibras. Contudo, na Forma A (vide Figura 5) a placa não fornece resistência elevada ao tensionamento devido as forças estarem sendo aplicadas no mesmo sentido das fibras.

Quanto mais elevada a quantidade de polímero maior é a instabilidade estrutural do compósito uma vez que as forças de coesão interna tende a se equiparar com as do polímero puro. Esta observação também é válida para o oposto. Como foi utilizado serragem muito fina, baixas proporções de polímero não conseguem estabelecer a adesão necessária para que o compósito tenha resistência estrutural ao tensionamento.

5 Conclusão

Os compósitos são utilizados há vários anos, desde que as casas começaram a ser construídas, na antiguidade. Entretanto, os mesmos não eram tão resistentes quanto os metais, que dominaram a construção civil.

Com o passar dos anos, aumentou-se a quantidade de lixo e reduziu-se a de matéria prima, como a madeira. O consumo desenfreado do plástico, os restos de serragem e outros componentes estão poluindo o meio ambiente. Em observância a essa perspectiva, foi confeccionado no laboratório da Universidade de Uberaba um compósito polimérico de madeira.

Os objetivos deste trabalho eram um compósito resistente, impermeável, que dispensa manutenção e que possa ser substituto da madeira. Atentou-se a possibilidade de redução de resíduos sólidos devido ao gasto de plástico e rejeitos particulados de madeira que estariam contaminando o meio ambiente. As metas propostas foram alcançadas com a placa de 70% polipropileno e 30% garapa (*Apuleia leiocarpa (Vog) Macbr*), a qual suporta uma carga de quase duas toneladas. Uma análise sensorial baseada no tato, na textura e aparência, comprova-se a integridade da blenda entre o polímero e a garapa ao longo da placa, assim infere-se que esta deve ser impermeável. Observa-se que a cor e o brilho do material são diferenciados das características iniciais de cada componente separado.

Face as condições escassas para a realização das análises, considera-se necessário um estudo mais aprofundado deste tipo de compósito para levantamento de assertivas mais precisas quanto ao posicionamento das fibras de madeira ao longo da placa e a resistência do material criado a parâmetros diversos. Assim como valores mais

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

acurados de tensão e cisalhamento das placas ou outras formas geométricas do material. Contudo este levantamento prévio direciona a caminhos passíveis de estudo.

6 Referências

BENINI, Kelly Cristina C.C. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras lignocelulósicas: HIPS/fibras da casca de coco verde e bagaço de cana de açúcar.** Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99334/benini_kccc_me_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 21 set. 2014.

DEMAR – USP: Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade de São Paulo. **Materiais Compósitos. Introdução.** Disponível em: <http://www.demar.eel.usp.br/compositos/Notas_aula/introducao.pdf>. Acesso em: 20 set. 2014.

FUJI, Ivete Arakai. **Determinação de umidade pelo método do aquecimento direto – Técnica gravimétrica com emprego do calor.** Universidade de Cuiabá: Faculdade de Nutrição. Disponível em: <<http://dgx64hep82pj8.cloudfront.net/PAT/Upload/1352903/AULA%20PR%C3>

%81TICA%201%20UMI-DADE%20E%20CINZAS.alunos-docx.pdf>. Acesso em 15 set. 2014.

ISHIZAK, Marina H; VISCONTE, Leila L. Y.; FURTADO, Cristina R. G.; LEITE, Márcia C. A. M.; LEBLANC, Jean L. **Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v16n3/02.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2014.

LIMA, A. M.; CARVALHOJ. V. F.; GIRÃO, T. L. Química dos materiais. **Introdução à Compósitos.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAjvwAA/introducao-a-compositos>>. Acesso em: 20 set. 2014.

MARCONDES, Francisco. Mundo da usinagem digital. **“Compósito: o componente dos céus”.** Disponível em: <<http://www.housepress.com.br/mundoUsinagem/secao.asp?idSecao=241>>. Acesso em: 21 set. 2014.

SILVA, Leandro José. **Estudo experimental e numérico das propriedades mecânicas de compósitos poliméricos laminados com fibras vegetais.** Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppmec/Leandro_da_Silva_1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2014.