

MADEIRA-PLÁSTICA À BASE DE POLIPROPILENO PÓS-CONSUMO, RESÍDUOS DO MÁRMORE BEGE BAHIA E FIBRAS DE COCO

WOOD-PLASTIC COMPOSITS BASED ON POST-CONSUMPTION POLYPROPYLENE, BAHIA BEIGE WASTE AND COCONUT FIBER

Gabriella Neto Chagas

Aluna de Graduação de Engenharia de Materiais, 10º período, UFRRJ
Período PIBITI/CETEM: outubro de 2018 a julho de 2020,
gabriellanetoc@gmail.com

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.
rcarlos@cetem.gov.br

Daniele Cruz Bastos

Co-orientadora, Engenheira Química, D. Sc., UEZO
danielebastos@uezo.rj.gov.br

RESUMO

O consumo exacerbado de produtos advindos de fontes não renováveis e os resíduos de sua produção e descarte é um problema cada vez mais eminente na nossa sociedade, dado os diversos problemas ambientais que estes geram. Visando a redução dos danos ao meio ambiente por meio da reciclagem, o presente trabalho teve como objetivo a utilização de polipropileno pós-consumo como matriz de um compósito madeira-plástico (WPC) com fibra de coco e resíduos do beneficiamento do mármore Bege Bahia como reforços. Testes de toxicidade foram realizados para a confirmação de que o resíduo é inerte, não oferecendo perigo à saúde humana. Gerou-se então, materiais de seis composições, sendo elas: 90% PP_R/ 10% F_C; 90% PP_R/ 10% BB; 70% PP_R/ 20% F_C/ 10% BB; 70% PP_R/ 10% F_C/ 20% BB; 70% PP_R/ 30% F_C e 70% PP_R/ 30% BB. Os testes físicos e químicos descritos na metodologia serão realizados após a reabertura dos laboratórios, fechados devido à pandemia de Covid-19.

Palavras-chave: compósitos poliméricos, polipropileno, mármore bege Bahia, resíduos de rocha ornamentais, fibra de coco, WPC.

ABSTRACT

The exacerbated consumption of products from non-renewable sources and the residues from their production and disposal is an increasingly eminent problem in our society, given the various environmental problems they generate. Aiming to reduce damage to the environment through recycling, the present work aimed to use post-consumer polypropylene as a matrix of a wood-plastic composite (WPC) with coconut fiber and beige marble waste as reinforcements. Toxicity tests were carried out to confirm that the waste is inert, offering no danger to human health. Materials from six compositions were then generated, namely: 90% PP_R/ 10% F_C; 90% PP_R/ 10% BB; 70% PP_R/ 20% F_C/ 10% BB; 70% PP_R/ 10% F_C/ 20% BB; 70% PP_R/ 30% F_C and 70% PP_R/ 30% BB. The physical and chemical tests described in the methodology will be carried out after the reopening of the laboratories, closed due to the Covid-19 pandemic.

Keywords: polymeric composites, polypropylene, beige bahia marble, dimension stone waste, coconut fiber, wpc.

1. INTRODUÇÃO

Materiais compósitos são gerados com a associação de dois ou mais componentes a fim de se obter um novo material com combinação de propriedades melhor que a dos componentes isolados [1]. Em compósitos, um material corresponde à fase contínua, denominada matriz, onde são embebidos as cargas ou reforços mantendo as características individuais de cada constituinte [2]. Um compósito que vem sendo estudado e desenvolvido recentemente é o compósito madeira-plástico ou, mais comumente encontrado na literatura, *wood plastic composite* (WPC).

Os WPCs, geralmente apresentam polímeros como matriz, fibras de madeira como reforços e aditivos. Ao longo dos anos, têm aumentado a utilização de termoplásticos reciclados em substituição aos virgens na fabricação desses materiais, sem perda de qualidade [3]. Dentre esses polímeros está o polipropileno, correspondente a 7% do total do mercado na América do Norte, sendo um material de grande circulação e fácil acesso, é encontrado em diversos setores, incluindo o de embalagens, o que contribui no processo de reciclagem [4,5].

A matriz polimérica aumenta a resistência à umidade promovendo uma maior durabilidade, impedindo, em particular, o desenvolvimento de mofo e outros microrganismos [6]. Enquanto o material lignocelulósico (fibra de madeira) atua como carga e melhora o módulo elástico e a resistência à flexão do compósito [7]. A fibra de coco, obtida do mesocarpo fibroso do coco, fruto do coqueiro (*Cocos nucifera*) cultivado extensivamente no Brasil, é uma vantajosa opção para o uso em WPCs visto sua baixa densidade, baixo custo e alta disponibilidade, além de contribuir para a diminuição de lixo sólido [8]. Contudo, o desempenho mecânico do WPC ainda difere do da madeira, criando a necessidade de mais estudos para o melhoramento desses materiais.

Cargas minerais também são vastamente utilizadas em matrizes poliméricas para geração de compósitos com boas propriedades mecânicas. Arelado a isto, o Brasil, como um dos cinco maiores produtores de rochas ornamentais do mundo, busca desenvolver alternativas de reaproveitamento desses resíduos minerais, de modo a diminuir o impacto ambiental [9]. Os resíduos de serrarias do mármore Bege Bahia apresentam, geralmente, granulometria ultrafina e baixos teores de sílica e ferro, tornando-o com elevado potencial para aplicação como carga mineral, uma vez que não há necessidades de altos custos com seu beneficiamento.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi incorporar, em variadas proporções, o mármore Bege Bahia e a fibra de coco ao polipropileno pós-consumo a fim de se obter um compósito madeira-plástico altamente sustentável e com boas propriedades mecânicas.

3. METODOLOGIA

3.1. Materiais Utilizados

Para esse trabalho foi utilizado PP pós-consumo (denominado de PP-r) obtido através de copos de bebidas coletados em lanchonetes de Angra dos Reis, submetidos às seguintes etapas: coleta seletiva dos copos descartados e beneficiamento do resíduo polimérico (lavagem, secagem, trituração, prensagem e extrusão) e o PP virgem da marca Braskem. O resíduo de rocha ornamental utilizado foi o mármore bege Bahia, da cidade de Ouralândia – BA, peneirado até a obtenção de uma granulometria inferior a 0,037 mm. A fibra de coco verde é da espécie *Cocos Nucifera*.

3.2. Análise Química do Resíduo

A determinação da composição química do resíduo de mármore foi realizada pela Coordenação de Análises Mineraias (COAM) do CETEM.

3.3. Avaliação da Toxicidade do Resíduo

3.3.1 Determinação da Classe do Resíduo

A periculosidade de um resíduo é classificada em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podendo apresentar risco à saúde humana e ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada. Aplicou-se a norma NBR 10.004/04, para a classificação do resíduo de mármore Bege Bahia em classe I ou II, pela periculosidade e inércia. O resíduo foi submetido a ensaios de solubilização e lixiviação e os extratos resultantes foram submetidos a análise química. Os resultados foram comparados com os limites máximos estabelecidos nos anexos G e H da norma.

3.4. Processamento dos Compósitos

Na preparação dos compósitos foram utilizados o polipropileno pós-consumo, como matriz, e o resíduo de mármore bege Bahia e a fibra de coco como cargas de reforço. Os compósitos foram produzidos pela mistura no estado fundido do PP-r com diferentes concentrações de cargas em misturador interno (Haake) com rotores do tipo roller, cuja velocidade foi ajustada a 60 r.p.m, a uma temperatura de 200°C por 7 minutos. Os cálculos das massas das misturas foram feitos com base no volume de 69 cm³. Esse valor representa o volume livre da câmara interna equipado com os rotores do tipo ROLLER acoplados ao reômetro de torque, usando o fator de preenchimento de 70%. A concentração dos materiais foi expressa em percentagem (%).

Em seguida, todas as misturas foram moídas separadamente em um moinho de duas facas da marca MARCONI.

Oito formulações foram adotadas para a geração dos compósitos, sendo estas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações obtidas no misturador mecânico.

Materiais (% m/m)	Mistura 1	Mistura 2	Mistura 3	Mistura 4	Mistura 5	Mistura 6	Mistura 7	Mistura 8
Bege Bahia	—	—	30	20	10	10	—	—
Coco	—	—	—	10	20	—	10	30
PP _r	—	100	70	70	70	90	90	70
PP _{virgem}	100	—	—	—	—	—	—	—

3.5. Índices Físicos

Os testes que possibilitarão a determinação de porosidade e absorção de água dos corpos de prova são baseados na norma ABNT NBR 15845-2:2015 .

3.6. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV/EDS)

As imagens serão obtidas através de um equipamento de modelo FEI Quanta 400 com espectrômetro de energia dispersiva de raios X (EDS) acoplado de modelo Bruker Quantax 800. As análises serão feitas usando voltagem de 20 kV, spot size 5.

3.7. Análise Termogravimétrica (TGA)

A análise termogravimétrica será realizada no equipamento METTLER TOLEDO, modelo TGA/DSC1 STAR e System. As curvas das análises termogravimétricas serão obtidas em faixa de temperatura com variação de 25 a 1000°C, taxa de aquecimento de 10°C/min, porta amostra de platina e atmosfera de nitrogênio com vazão de 50 mL/min.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Química do Resíduo

A avaliação do resíduo por FRX determinou teores de 43,5% de CaO, cerca de 8% de MgO, 0,5% de Al₂O₃, 5,4% de SiO₂ e cerca de 43% de perda ao fogo, uma vez que se trata de um calcário calcítico.

4.2. Classificação do Resíduo

Após os ensaios de solubilização e lixiviação do resíduo verificou-se a solubilidade de alguns elementos acima do estabelecido pela norma NBR 10004/04, classificando tal resíduo como Classe II A – não perigoso e não inerte. Segundo a norma, o teor de alumínio do solubilizado deveria ser inferior a 0,2 ppm e o valor encontrado foi de 1,0 ppm. Os demais elementos encontravam-se dentro dos limites estabelecidos na norma. No que concerne ao ensaio de lixiviação, todos os elementos também se encontram nos limites estabelecidos.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto que é possível a produção de compósitos madeira- plásticos utilizando resíduos de calcário como carga mineral e fibra de coco, chegando-se a 30% em massa dos mesmos. Além disso, sua não periculosidade permite o uso desse material nas mais diversas aplicações substituindo a madeira convencional.

Não foi possível a avaliação dos comportamentos mecânicos do compósito tendo em vista a atual pandemia de Covid-19 a qual encontram-se fechados os laboratórios para tais ensaios.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro, ao CETEM, à UEZO e ao IMA pela infraestrutura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENGTSSON, M; GATENHOLM, P; OKSMAN, K. *Comp Sci Techn* 2005, 65, 1468.

CAVALCANTI, W. S. *Compósitos Poliéster/Tecidos Tramados Vegetal vidro: Caracterização Mecânica e Simulação da Sorção de Água*. 2006. 141p. Tese (Doutor em Engenharia de Materiais)- Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal De Campina Grande, Paraíba, 2006. Orientadores: Laura Hecker de Carvalho e Antonio Gilson Barbosa de Lima.

S. KAZEMI NAJAFI. Use of recycled plastics in wood plastic composites – a review. *Waste Manage* 2013. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.017>.

JIANG, H., KAMDEM, D.P. J. *Vinyl Addit Techn* 2004, 10, 59.

GARCIA, R. H. M. Incorporação de Fita para Selagem por Indução Moída ao Polipropileno. 2011. 94p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Produção de Plásticos), Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2011. Orientadores: Afonso Henriques Neto e Edilene de Cássia Dutra Nune.

CLEMONS, C., Wood-plastic composites in thhe United States: The Interfacting of two industries, For. Prod. J. 52 2002) 10.

STARK, N.M., ROWLANDS, R.E., Effects of Wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites, Wood Fiber Sci. 35 (2007) 167-174.

ISHIZAKI, M.; VISCONTE, L.; FURTADO, C.; LEITA, M.; LEBLANC, J. Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura. Polímeros: Ciência e Tecnologia, [s. l.], v. 16, ed. 3, p. 182-186, 2006.