SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
XXVIII SIC

MODIFICAÇÃO TÉRMICA, MECÂNICA E MORFOLÓGICA DA MADEIRA PLÁSTICA APÓS EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO NATURAL

DA SILVA, Caroline Barbosa; SANTANA, Ruth Marlene Campomanes
caroline_silva_82@hotmail.com ; ruth.santana@ufrgs.br

INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil enfrenta um sério problema com o destino final dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Apenas 58,6% dos municípios possuem um sistema de coleta seletiva. Dentre os RSU, o plástico é terceiro tipo mais produzido no país.

Outro problema presente é o mal aproveitamento dos resíduos resultantes do beneficiamento da madeira. Por ano são gerados aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos de madeira. Destes, estima-se que 91% são oriundos da indústria madeireira, pois o desperdício é muito alto, cerca de 50 a 70% do volume de uma tora consumida na indústria é transformado em resíduos.

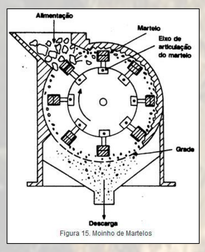
Pensando nessas problemáticas, materiais compósitos feitos a partir de plástico reciclado e fibras de madeira são uma excelente alternativa para reciclar esses resíduos e, por isso, tem sido alvo de estudos para substituir o uso da madeira natural. Conhecidos como *Wood-Plastic Composites* (WPC's) ou madeira plástica, são interessantes não só para a indústria como também para o consumidor, por apresentarem várias vantagens em comparação com a madeira natural como resistência à umidade e à degradação ambiental, menor custo de manutenção, maior resistência ao empenamento e a trincas, aspecto semelhante a madeira, entre outras. Tem potencial para ser usado em construção civil, naval, automobilística e moveleira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência a intempéries de uma formulação de compósito a partir da modificação nas propriedades térmicas, mecânicas e morfológicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

1ª Etapa: Preparação dos Materiais

Tampas de garrafa (PP com 8% de EVA)



Moinho Retsh SM 300

Separação Granulométrica

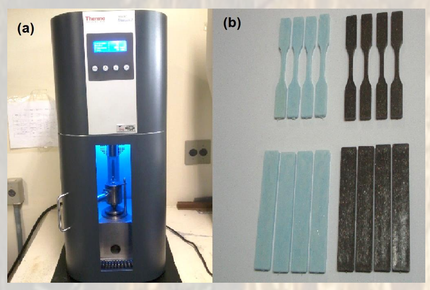
Agitador magnético Bertel

Fibras de *Mezilaurus itauba* (ITA)

2ª Etapa: Processamento

(a) Câmara de mistura Thermo Scientific Haake
(b) Misturas trituradas

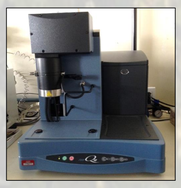
Moldagem por injeção



(a) Mini-injetora Thermo Scientific Haake
(b) Corpos de prova

3ª Etapa: Caracterização

Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC) ASTM D-3417



Análise Termo Gravimétrica (TGA) ASTM E-1131

Resistência à tração (ASTM D638)

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Intemperismo natural Porto Alegre (13/10/2014 a 25/11/2015) ASTM D1435

CONCLUSÃO

Os compósitos sofreram bastante degradação superficial como visto no MEV, o que facilitou a penetração de umidade e lixiviação nas amostras. No ensaio de TGA foi possível confirmar o efeito da lixiviação pela perda das cargas inorgânicas, além de perda de extrativos e maior presença de umidade. A exposição a condições agressivas de intempéries aumentam a cristalinidade do PP, entretanto ao retirar do mesmo a cristalinidade inicial é recuperada. A Inserção de carga na amostra aumentou a estabilidade mecânica da matriz. Apesar de perder tenacidade aumentou a dureza. Para melhorar o desempenho do compósito em ambientes externos uma nova formulação com aditivos antioxidantes e foto-absorvedores está sendo elaborada, com o intuito de reduzir as degradações foto-químicas e termo-oxidativas.

AGRADECIMENTOS: SIBRATEC Sistema Brasileiro de Tecnologia, UFRGS PROPESQ, CNPq, LaPol Laboratório de Materiais Polimérico

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig.1a observa-se que, no período de outubro a abril e de agosto a novembro, as condições climáticas foram bem agressivas. O índice de radiação UV (IUV) atingiu valores considerados alto (6 a 7), muito alto (8 a 10) e extremo (>11). Já de abril até agosto o IUV caiu para intensidades baixas (<2) e moderadas (3 a 5). Em junho as amostras foram retiradas e em julho recolocadas para continuidade do ensaio. De julho a agosto o índice de UV passou de moderado para muito alto. Como é possível ver na Fig. 1b houve umidade elevada o ano todo. O orvalho, e não a chuva, é a principal fonte de umidade ao ar livre. A radiação UV, a umidade e as altas temperaturas são as principais forças de degradação por intempéries naturais. A chuva e a umidade provocam hidrólise, causando bolhas e lixiviamento na superfície, enquanto as reações de termo-oxidação são amplificadas pela temperatura elevada

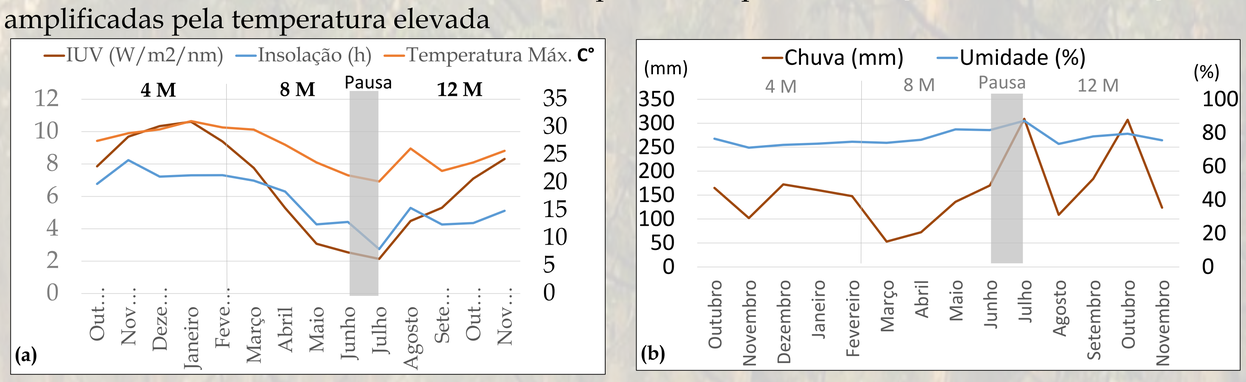


Figura 1. Médias mensais das condições climáticas de Porto Alegre 2014-2015: **(a)** IUV máx., Insolação e temperatura max. **(b)** Chuva e umidade. *Fonte: INPE, INMET e OMG.*

Na Fig. 2 é possível observar o aparecimento de diversas microfissuras devido ao efeito de *stress-cracking*. Apesar dessas fissuras aparecerem tanto nos compósitos como na matriz polimérica, nota-se que este efeito é mais pronunciado nos compósitos com fibra. Esse efeito não é desejado, uma vez que aumenta a permeabilidade de água, provocando hidrólise e termo-oxidação na parte interna.

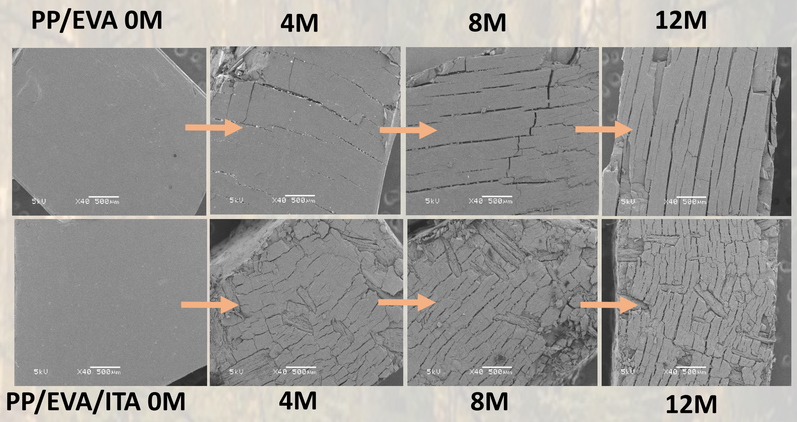


Figura 2. Imagens de MEV da superfície exposta ao intemperismo natural (x400, 5KV).

Através da Fig. 3 observa-se que o compósito apresentou redução da estabilidade térmica em função do tempo de exposição, visto que foram necessárias temperaturas menores para o início da degradação dos componentes. Através da Tabela 1 observa-se maior perda de água e extrativos, assim como maior perda de lignina e cargas inorgânicas ao longo do período de exposição.

Na Tabela 2, nota-se um aumento da cristalinidade nas amostras de 4 e 12M e uma regressão na amostra de 8M. Provavelmente, em função da cisão de cadeias houve a formação de cristalitos que aumentam a cristalinidade do polímero. Além disso, muita umidade pode plastificar o material gerando maiores regiões amorfas, reduzindo o índice de cristalinidade.

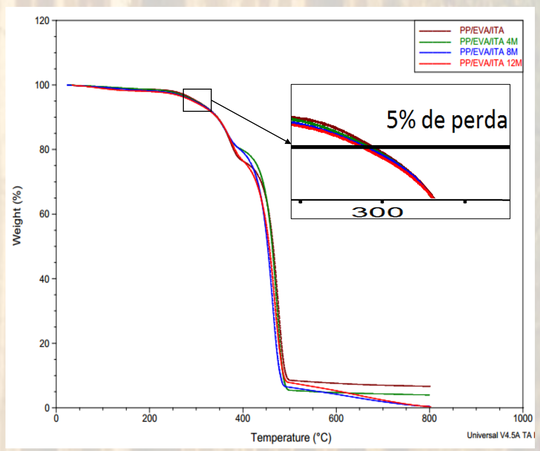


Figura 3. Perda de massa de 5% das amostras no TGA.

Tabela 1. Resultados do TGA, onde % m/m é percentual de perda de massa e Tp (°C) temperatura do pico de máxima degradação.

PP/EVA/ITA	0M		4M		8M		12M	
	%	Tp	%	Tp	%	Tp	%	Tp
H_2O	1,4	86,0	1,1	77,2	1,6	109,0	1,8	89,8
Lignina	1,8	543,5	1,5	524,8	6,0	626,4	7,4	642,5
Resíduos	6,6	-	3,9	-	0,7	-	0,4	-

Tabela 2. Resultados do DSC, onde Temperatura de fusão (Tm), entalpia de fusão (ΔH_f) e cristalinidade (X_c) do PP no compósito.

PP/EVA/ITA	Tm (°C)	ΔH_f (J/g)	Xc (%)
0M	163	45,13	30,8
4M	160	57,96	39,6
8M	162	43,71	29,9
12M	163	54,83	37,5

Na Fig. 4, nota-se aumento no módulo de elasticidade e redução da tensão na ruptura, levando a redução da tenacidade e aumento da dureza. A hidrólise do EVA pode diminuir a resistência à tração na ruptura, uma vez que este apresenta maior tendência a degradação pela presença de grupos polares. Também observa-se regressão nas amostras de 8 meses, coerente aos resultados de DSC.

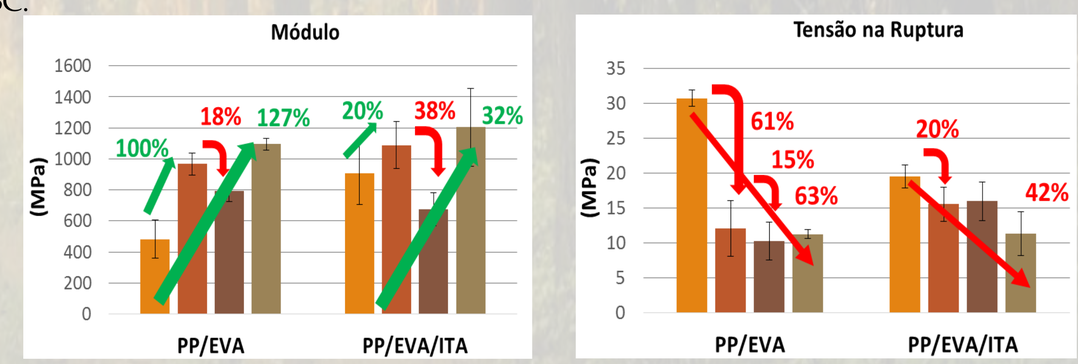


Figura 4. Resultados do ensaio de resistência à tração.