

# TINTA À BASE DE NANO-ARGILA COMO ISOLANTE TÉRMICO E RETARDANTE DE CHAMA PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Ivan Ribeiro Soares<sup>1</sup>; Ernane da Silva Fernandes<sup>2</sup>; Éder Baroni da Silveira<sup>3</sup>

Estudante do curso de Engenharia Civil; e-mail: ivansnpmaster@gmail.com<sup>1</sup>

Estudante do curso de Engenharia Civil; e-mail: ernane.silva.fernandes@gmail.com<sup>2</sup>

Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: edersilveira@umc.br<sup>3</sup>

Área do conhecimento: Engenharia civil; Engenharia de materiais.

Palavras-chave: Tinta acrílica; Nanocompósito; Nano-argila; Resina acrílica.

## INTRODUÇÃO

A proteção e embelezamento de uma gama de superfícies existentes exige uma equivalente quantidade de tintas de diferentes composições e concentrações, incentivando a produção de novos materiais cada vez mais eficientes e de baixo custo. A perspectiva conservadora da construção civil e a crescente necessidade de criação desses materiais torna sua união promissora. Numa tinta, a radiação ultravioleta (UV) é um dos agentes de intemperismo responsáveis pela sua degradação, causando a exposição das camadas de pigmento (ISAIA, 2010). O emprego de nano-argila na fase matriz polimérica tem se mostrado uma alternativa para o ganho de propriedades, tais como: menor densidade (se comparado aos compósitos convencionais), melhora de propriedades mecânicas, barreira contra umidade, resistência térmica e à UV (ANADÃO, 2011 e OLIVEIRA, 2012). A geometria lamelar da nano-argila quando intercalada ou esfoliada na fase matriz, proporciona um caminho mais tortuoso aos gases e fortes interações folhas-polímero no material devido sua grande área específica, dificultando a passagem de substâncias até o substrato.

## OBJETIVOS

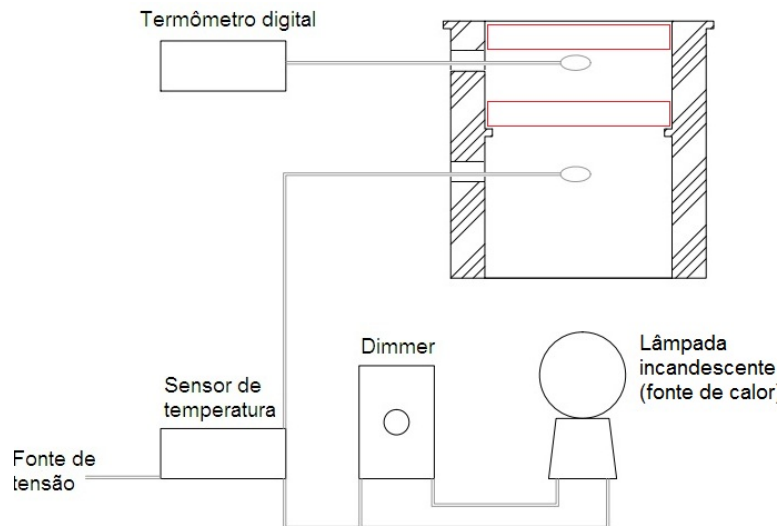
Avaliar o desempenho de bloqueio térmico e resistência à chama de diferentes nano-argilas em diferentes concentrações peso/peso em fase matriz de poli (metil metacrilato) (PMMA) e verificar a intercalação ou esfoliação do material por microscopia eletrônica de transmissão a fim de classificá-lo como nanocompósito.

## METODOLOGIA

O processo empregado para obtenção da síntese resina-argila neste trabalho muito se assemelha ao processo comumente utilizado na indústria, com ressalva da adição de solventes e aditivos, não realizados no presente trabalho. Consiste de uma pré-mistura das cargas no veículo fixo, seguida da sua dispersão através de um misturador vertical Hamilton Beach/SOLOTEST - Modelo 3228250 durante um período de 4 minutos ininterruptos com velocidade de rotação teórica do misturador de  $10^4$  rpm, realizados à temperatura ambiente de 23 °C. As frações mássicas PMMA/argilas Cloisite® 20A, 30B e montmorilonita sódica (MMT-Na<sup>+</sup>) foram de 98,5-1,5; 97,0-3,0; 95,5-4,5; 94,0-6,0; 92,5-7,5 e 91,0-9,0 %, nomeadas respectivamente de 01 até 06. A microscopia ótica (MO) foi realizada em microscópio ótico ZEISS Axio Vert.A1 na Faculdade de Tecnologia Prof<sup>o</sup> Miguel Reale, objetivando avaliar a presença de aglomerados em escala micrométrica (µm) e delimitar as melhores composições para a fase de teste de isolamento térmico, sendo o aparato mostrado na Figura 1. Mediu-se o bloqueio de

temperatura entre ambientes separados por uma placa de gesso acartonado pura, a tinta Iso Thermic Ultra Branco (ITUB - para comparação dos resultados, disponível no mercado) e outra placa para cada uma das composições que apresentaram bom resultado na MO, expostas durante 8 horas com base na temperatura máxima média de 33,5 °C da cidade mais quente brasileira (Sobral/CE), segundo os dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Colocou-se o dimmer no equipamento para diminuição do efeito Joule.

Figura 1. Aparato de isolamento térmico.



As duas melhores composições foram submetidas à tecnologia de microscopia eletrônica de transmissão (MET) no Laboratório de Biologia Celular do Departamento da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) e as distâncias interlamelares foram mensuradas com auxílio do software Digital Micrograph e posteriormente tratadas estatisticamente. O ensaio de resistência à chama foi realizado com base na UL 94 (*Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances* - Testes de Inflamabilidade dos Materiais Plásticos para Peças em Dispositivos e Aplicações) a fim de avaliar a taxa de decomposição linear das composições em relação ao PMMA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

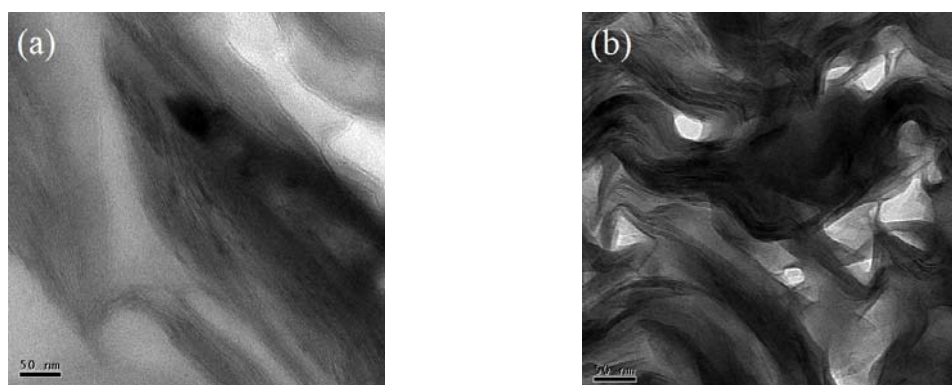
Na fase de mistura verificou-se alta viscosidade para as composições PMMA-MMT-Na<sup>+</sup> e pequeno aumento para as outras composições, quando comparadas a resina PMMA pura, além da incorporação de ar advindo do próprio PMMA e da alta tensão cisalhante provocada pela hélice próxima da interface ambiente/polímero-argila. Apesar da MO evidenciar aglomerados na escala micrométrica para todas as composições de PMMA-30B e nenhum para as demais, decidiu-se verificar como os aglomerados contribuíram no gradiente térmico do sistema. Os resultados de isolamento térmico das composições estão indicados na Tabela 1, sendo a subtração da temperatura atingida pela composição da temperatura de referência (que atingiram 28,5 e 26,3 °C, respectivamente).

Tabela 1: Diferença de temperaturas das amostras às referências (Gesso acartonado e ITUB)

Composições	Diferença térmica (Gesso acartonado e ITUB) (°C)											
	1		2		3		4		5		6	
PMMA-20A	0,3	2,5	-1,8	0,4	-1,4	0,8	-1,5	0,7	-1,8	0,4	-2,2	0,0
PMMA-30B	-1,2	1,0	-1,2	1,0	-1,3	0,9	-0,7	1,5	-1,4	0,8	-1,3	0,9
PMMA-MMT-Na+	-1,8	0,4										

As amostras 02, 05 e 06 de PMMA-20A e PMMA-MMT-Na+-01 foram as que apresentaram os melhores resultados de isolamento térmico, de 1,8, 1,8, 2,2 e 1,8 °C, respectivamente. Contudo, decidiu-se que apenas as amostras 02 e 05 de PMMA-20A passariam para a próxima etapa, devido ao projeto não ser financiado por nenhuma instituição ou órgão, que o resultado de MET para a amostra 06 provavelmente é semelhante ao da amostra 05 e pela alta viscosidade da composição de PMMA-MMT-Na<sup>+</sup>. A MET para as composições estão indicados na Figura 2.

Figura 2: Micrografias de MET dos sistemas de PMMA-20A. (a) 02 e (b) 05.



Os espaços amostrais de 96 e 76 distâncias interlamelares (Å) foram obtidos para as amostras de PMMA-20A-02 e PMMA-20A-05, respectivamente. É possível visualizar aglomerados espaçados de PMMA-20A-02 na MET. O resultado de  $30,8 \pm 4,7$  Å com coeficiente de variação de 21,9% para a distância interlamelar das argilas indica possível intercalação para uma fração mássica de 3,0%, pois na análise por difração de raios-X (DRX) de Barbosa *et al* (2006), onde foi empregado o processo de intercalação por fusão, as distâncias de 30 e 36,1 Å caracterizaram os sistemas de polietileno de alta densidade com argila nacional como intercalados. Analogamente à composição de PMMA-20A-02, a distância interlamelar de  $33,6 \pm 5,3$  Å, com coeficiente de variação de 29,1% caracteriza o sistema PMMA-20A-05 como possivelmente intercalado. As micrografias indicam que ocorreu o adentrar das macromoléculas na região interlamelar das argilas, causando um aumento da distância entre camadas, evidenciando os resultados anteriores obtidos de microscopia ótica e de isolamento térmico.

Com base nas médias das taxas de decomposição linear para cada amostra, obteve-se um aumento de 46,8 % para o PMMA-20A-02 e 38,3 % para o PMMA-20A-05. Este resultado reflete não somente o observado na fase de mistura, onde houve a incorporação de bolhas na síntese, como também que a relação p/p das argilas de 3 e 7,5 % não diferiram-se consideravelmente na resistência à decomposição pelo calor.

## CONCLUSÕES

A adição de nano-argila Cloisite® 20A organomodificada ao PMMA através do método de misturador vertical resultou em um significativo bloqueio térmico devido à possível intercalação de polímero-argila evidenciadas na MET. Apesar da formação de aglomerados na escala micrométrica para as amostras de PMMA-30B, houve uma diminuição da transmitância térmica do conjunto e pouco influenciou a relação p/p neste quesito, sendo inferiores àquelas atingidas pelas composições de PMMA-20A. Houve um aumento da decomposição das tintas pelo calor oriunda da presença de regiões de ar em relação ao PMMA, de 46,8 e 38,8 % para o PMMA-20A-02 e 05, respectivamente. O compósito obtido tem potencial para ser aplicado em obras de construção civil onde há interesse em diminuir o custo energético de climatização e/ou calefação, tanto no sentido de bloqueio dos raios UV para amenizar a temperatura no interior da edificação, como de bloqueio da dissipação de calor das paredes ao ambiente externo. Podendo ainda ser aplicado para diminuição da perda de energia térmica no escoamento de fluidos para o ambiente em tubulações diversas, diminuição do ganho de calor em locais de alta amplitude de temperatura em armaduras no concreto, concomitantemente reduzindo a movimentação advinda de mecanismos térmicos, podendo ser tema de trabalhos futuros.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANADÃO P., WIEBECK H., VALENZUELA-DÍAZ F. R. **Panorama da Pesquisa Acadêmica Brasileira em Nanocompósitos Polímero/Argila e Tendências para o Futuro**. Polímeros, vol. 21, n° 5, Pg. 443-452, 2011.

BARBOSA, R.; ARAÚJO, E. M.; MAIA, L. F.; PEREIRA, O. D.; MELO, T. J. A. de. **Morfologia de nanocompósitos de polietileno e poliamida-6 contendo argila nacional**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 16, n° 3, p. 246-251, 2006.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 03 de Fevereiro de 2017 às 13h.

ISAIA, G. C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2ª ed. São Paulo, IBRACON, 2010. Vol. 2. Pg. 1323-1564; 1719-1745.

OLIVEIRA, P. F. M.; MORAIS, R. M. de. **Síntese e caracterização de nanocompósitos do tipo polímero** - Silicatos lamelares compostos por poli (estireno-co-acrilato de n-butila)/Laponita RD. Lorena - São Paulo, Trabalho de conclusão de curso, 2012.

#### **AGRADECIMENTOS**

**OS AUTORES AGRADECEM À UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES PELA OPORTUNIDADE DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO EM MODO VOLUNTÁRIO; À ARKEMA PELA DOAÇÃO DO PMMA; À FATEC PROFº MIGUEL REALE PELA REALIZAÇÃO DA MICROSCOPIA ÓTICA; AO PROF. DR. MÁRCIO YEE (UNIFESP-SANTOS) PELA TENTATIVA EM REALIZAR AS ANÁLISES DE DRX; AO BIÓLOGO ADÃO CAETANO SOBRINHO (FMUSP) PELAS ORIENTAÇÕES NA ANÁLISE DE MET E AO PROF. DR. CARLOS EDUARDO VIEIRA TOLEDO PELO FORNECIMENTO DA ITUB.**