

USO DE ARGILA ORGANOFÍLICA NACIONAL NO DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM MELHORES PROPRIEDADES ABRASIVAS

R. R. de Arimatéia^{1*}, T. R. da Silva¹, P. Agrawal¹, T. A. de Mélo¹, E. dos Santos², E. N. Ito²

¹Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, 58429-900 - Campina Grande – PB

*rafarimateia@hotmail.com

RESUMO

O Poli (metacrilato de metila) (PMMA) tem substituído o vidro em muitas aplicações, pois é transparente, fácil de ser polido e mais resistente. Possui baixa densidade, facilitando o manuseio e diminuindo os custos com transporte, e não gera estilhaços quando quebrado, comprometendo a segurança. Entretanto, o PMMA possui baixa resistência à abrasão e ao risco. Objetivando propor uma solução para este problema, sem comprometer sua transparência, foram desenvolvidos compósitos de PMMA com 1 e 3% de argila organofílica, obtidos por fusão em extrusora dupla rosca ZSK-18mm. Os compósitos obtidos foram caracterizados por DR-X, FTIR e submetidos a ensaios mecânicos de tração, impacto, dureza, abrasão e risco. As análises realizadas por DR-X e FTIR indicaram a eficiência do processo de organofilização. Houve uma queda na resistência ao impacto e aumento na dureza e na resistência à abrasão, com o aumento da concentração de argila.

Palavras-chave: Poli (metacrilato de metila), argila organofílica, resistência à abrasão

INTRODUÇÃO

A busca por soluções tecnológicas e melhoria de processos produtivos, associados ao baixo custo, tem sido o alvo de empresas cujo objetivo é crescer e atender às necessidades do mercado. Estimulados por este interesse, pesquisadores no mundo inteiro vêm desenvolvendo materiais híbridos, e dentre eles, estão os híbridos de PMMA com argila organofílica. O PMMA, também chamado de vidro acrílico, é um material termoplástico rígido e transparente. Tem substituído o vidro em muitas aplicações, pois é fácil de ser polido e apresenta maior resistência ao impacto. Outras vantagens estão relacionadas com sua menor densidade, o que facilita o manuseio e diminui custos com

transporte, e com o fato de não gerar estilhaços quando quebrado, garantindo uma maior segurança. É também, um dos principais concorrentes do policarbonato (PC), pois é um plástico barato, com excelentes propriedades ópticas. Entretanto, o PMMA possui baixa resistência à abrasão, ao risco e baixa dureza. Alguns métodos têm sido estudados com o objetivo de modificar este comportamento, mas a grande dificuldade é garantir a melhoria dessas propriedades sem comprometer a transparência. [1,2]

O desgaste abrasivo em materiais pode ser definido como a perda progressiva de material da superfície de um corpo sólido devido à ação mecânica. Pode ocorrer em baixo ou alto nível dependendo da razão entre a dureza da partícula e da superfície. Está relacionado com alguns mecanismos, dentre eles os principais são o microcorte, microsulcamento e microlascamento, mostrados na Figura 1. [3]

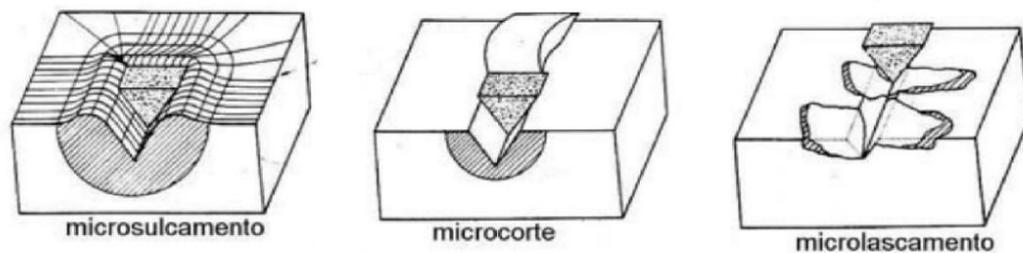


Figura 1: Mecanismos envolvidos no desgaste de materiais [3]

São diversas as nomenclaturas utilizadas para estes mecanismos de desgaste. Na literatura podem ser encontradas denominações tais como: microusinagem, riscagem, descamação, microtrincamento, microfadiga, tentativas de aproximar-se melhor do significado dos mecanismos. O microsulcamento e o microcorte são os mecanismos dominantes em materiais mais dúcteis. A ocorrência de um deles vai depender do ângulo de ataque das partículas abrasivas. O microcorte ocorre a partir de um ângulo crítico, que é função do material que está sendo desgastado e das condições do teste. A transição do microsulcamento para o microcorte depende também do coeficiente de atrito. Normalmente o mecanismo passa de microsulcamento para microcorte com o aumento da dureza do material que está sendo desgastado. Aumentos ainda maiores de dureza resultam na passagem de microcorte para microtrincamento. [3]

O ensaio de risco de Hoffman é um ensaio bastante antigo utilizado na indústria de tintas e revestimentos. [4] A Figura 2 mostra o instrumento original desenvolvido para a realização do teste.

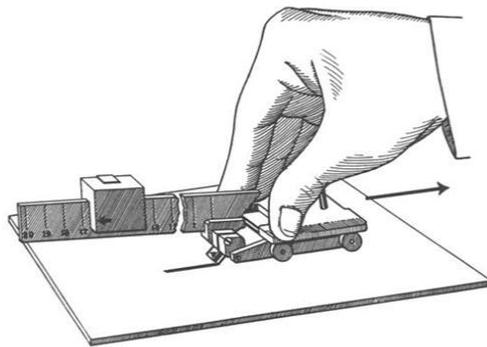


Figura 2: Equipamento para o ensaio de risco de Hoffman [4]

O equipamento consiste em um carro com viga em balanço na qual desliza um peso padrão. A ferramenta de risco é uma ponta de aço endurecido em ângulo de 45° com a superfície a ser riscada. A ponta é conectada à viga e a carga aplicada sobre a ferramenta é definida variando-se a posição do peso e, conseqüentemente, o braço da alavanca. No ensaio, o equipamento completo deve ser segurado firmemente contra a superfície a ser testada para garantir um contato uniforme entre a ponta de aço e o revestimento, e então se desliza o equipamento na direção contrária ao ângulo de contato. [4]

No presente trabalho, que visa propor uma solução para a baixa resistência a abrasão e ao risco do PMMA, utilizou-se o ensaio de resistência à abrasão e o de risco de Hoffman para avaliação de melhorias destas propriedades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais - Como matriz polimérica, utilizou-se o PMMA tenacificado Acrigel® ECP800 com índice de fluidez 1,1 g/10min (230°C/ 3,8kg) (ASTM D 1238) e densidade 1,19 g/cm³ (ASTM D-792), fornecido pela Unigel Plásticos S/A; Como carga mineral, a argila bentonítica comercial, denominada localmente como variedade chocolate, CTC de 92 meq/100g fornecida pela União Brasileira de Mineração (UBM); O tensoativo utilizado foi o Praepagen WB®, fornecido pela Clariant.

Preparação da Argila Organofílica - A preparação da argila organofílica tratada com tensoativo iônico “Praepagen WB®” foi realizada de acordo com a metodologia utilizada por Barbosa. [5]

Preparação dos Concentrados - Com o PMMA seco em estufa a vácuo por 15 h, a 60° C, e utilizando-se um misturador fechado do tipo termocinético da M. H. equipamentos LTDA, modelo 4651, foram preparados concentrados contendo 5 g de argila organofílica e

45 g de PMMA elastomérico. Em seguida, os concentrados foram triturados em um moinho de facas.

Preparação dos compósitos de PMMA/argila organofílica - O PMMA puro e os concentrados, antes da extrusão e injeção foram colocados em estufa a vácuo por 15 h, a 60° C. Para extrusão, após a secagem, os materiais foram misturados manualmente de modo a se obter misturas com 1 e 3% de argila organofílica em peso. O PMMA puro e as misturas foram processadas em uma extrusora dupla-rosca corrotacional, ZSK de 18 mm, da Cooperion-Werner-Pfleiderer, com os seguintes parâmetros: 200°C na primeira zona e 220° nas demais, 250 rpm e 4 kg/h. Após extrusão, os nanocompósitos e o PMMA puro extrusados, foram moldados em injetora FLUIDMEC H3040, com os seguintes parâmetros: temperatura de moldagem de 210° C e a do molde de 20°C.

Caracterização e ensaios mecânicos de tração, impacto e dureza - As argilas, natural e organofílica, foram caracterizadas por Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) em um espectrômetro Nicolet AVATAR TM 360 ESP, varredura de 4000 e 400 cm⁻¹, e, por Difractometria de Raios-X (DR-X), em aparelho XRD-6000 Shimadzu, com radiação K α do cobre, a 40 kV, 30 mA e varredura entre 2 θ de 1,5 a 30° e velocidade de 2°/min. Para o PMMA puro e os compósitos, foram realizados ensaios mecânicos de tração em um equipamento AG-IS da Shimadzu 100 kN, a uma velocidade de 50 mm/min (ASTM D 638), e ensaios de resistência ao impacto IZOD, em equipamento do tipo RESIL 5,5 da CEAST, pêndulo de 2,75J (ASTM D 256). Os entalhes de 2,5 mm foram feitos em um entalhador NOTSCHVIS da CEAST. O ensaio de dureza foi realizado em um durômetro analógico Shore D da Woltest (ASTM D2240).

Ensaio de resistência à abrasão - Para determinar a resistência à abrasão foi utilizado equipamento da Taber Industries, modelo 5135 abraser (Rotary plataforma abraser). O ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM D 4060-95. O rebolo utilizado foi o CS-10, com peso padrão de 1000g e o teste foi realizado com 100 ciclos. A resistência à abrasão foi calculada com base na seguinte Equação (A):

$$I = [(A - D) \times 1000] / C \quad (A)$$

A = Peso da amostra antes (mg), D = Peso da amostra depois (mg) e C = N° de ciclos

Ensaio de risco de Hoffman - O ensaio de risco foi realizado com um aparelho, desenvolvido por pesquisadores da Universidade do Rio Grande do Norte (UFRN),

baseado no equipamento do ensaio de risco de Hoffman. O equipamento consiste em um carro contendo um peso padrão de 200g aplicado sobre uma superfície deslizante com riscador de aço comercial da marca Cortag. Com o movimento do carro, a agulha risca o material. Os riscos produzidos foram posteriormente analisados através de microscopia óptica. Na Figura 3 são apresentadas imagens do aparelho utilizado e do ensaio realizado.

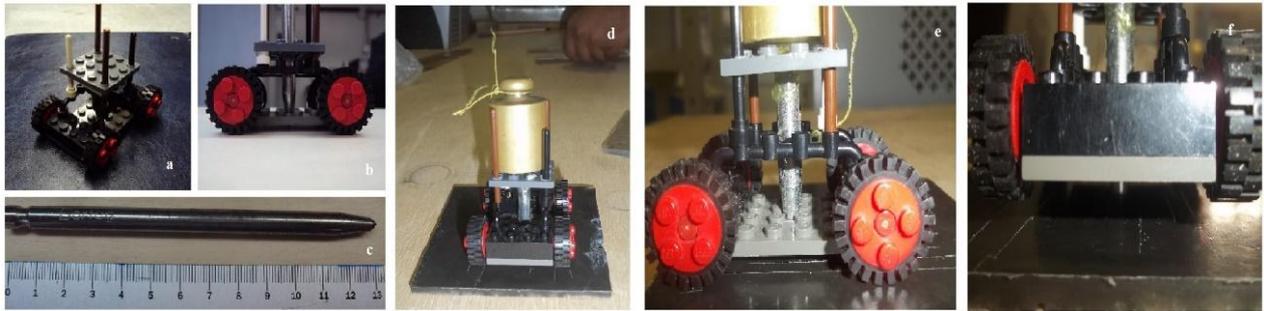


Figura 3: Equipamento utilizado para o ensaio de risco de Hoffman

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os espectros obtidos na região do infravermelho, da argila natural e da argila tratada com Praepagen WB[®], são apresentados na Figura 4.

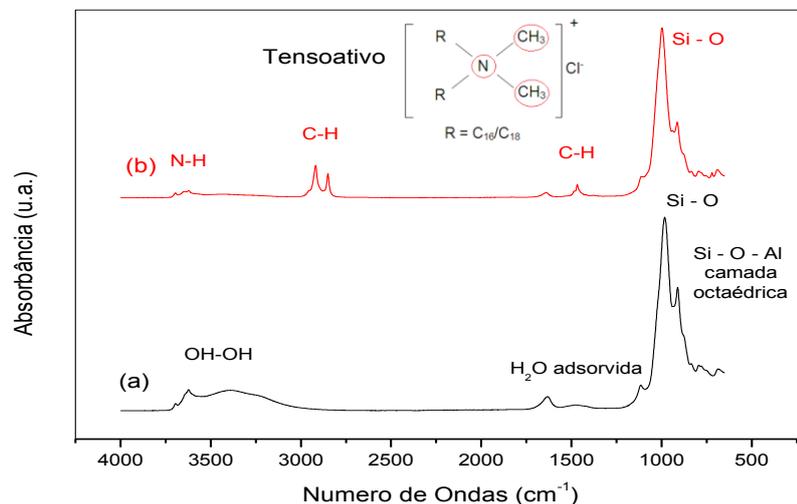


Figura 4: Espectros obtidos na região do infravermelho da argila natural e da argila tratada

Na Figura 4a, correspondente ao espectro da argila natural, pode-se observar claramente as bandas de absorção que caracterizam uma argila bentonítica. Observando-se o espectro da argila organofílica na Figura 4b, em torno de 3632 cm^{-1} , pode-se perceber o aparecimento de uma pequena banda de absorção que pode ser atribuída às

vibrações do grupo NH. Na região entre 3000 e 2848 cm^{-1} , nota-se o aparecimento de bandas de absorção correspondentes aos estiramentos assimétricos e simétricos das ligações C-H, dos grupos CH_2 e CH_3 , assim como em 1476 cm^{-1} , uma banda correspondente às deformações angulares do grupo metileno, presentes na estrutura molecular do tensoativo (observar a estrutura na Figura 4). A presença dos grupos NH, CH_2 e CH_3 no espectro de infravermelho da argila organofílica indica que os cátions trocáveis presentes nas galerias da argila foram substituídos pelos cátions orgânicos do tensoativo, atestando a eficiência do processo de organofilização. [6,7]

Os difratogramas da argila natural e organofílica são apresentados na Figura 5 com a identificação de algumas fases cristalinas presentes, como o argilomineral montmorilonita e acessórios, como a caulinita e o quartzo.

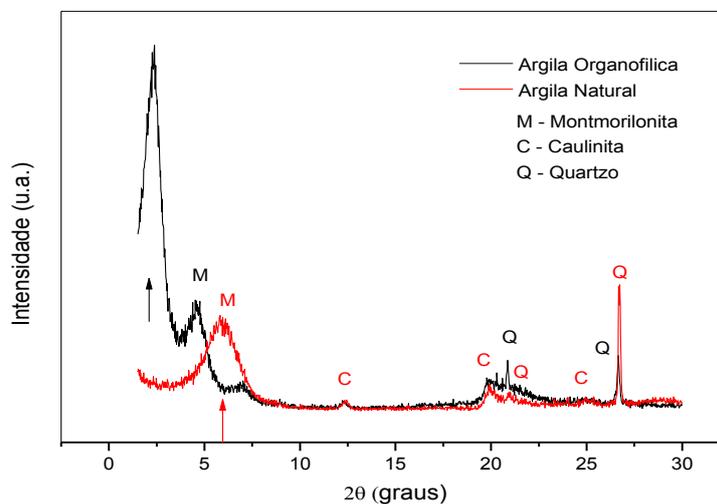


Figura 5: Difratogramas da argila natural e da argila tratada

Nota-se que o tratamento com o tensoativo diminuiu a intensidade dos picos de quartzo, minimizando o efeito deste mineral acessório que pode atuar como agente concentrador de tensões na matriz polimérica. Comparando-se os difratogramas, observa-se uma expansão na distância interplanar d_{001} , pois há um deslocamento para ângulos menores, para esquerda do pico característico deste plano, que é identificado nos difratogramas por setas. Para argila natural, o pico encontra-se em $2\theta=5,9^\circ$ e para a organofílica, em $2\theta=2,4^\circ$. Utilizando-se a Lei de Bragg ($n\lambda=2d\text{sen}\theta$, onde $n=1$ e $\lambda=1,542$), calculou-se o aumento da distância interplanar basal, que aumentou de 1,5 para 3,9 nm, após a organofilização, indicando mais uma vez que moléculas do tensoativo encontram-se intercaladas entre as lamelas da argila. [5,6,8]

Na Figura 6 são apresentados os difratogramas da argila organofílica, do poli (metacrilato de metila) e dos sistemas com 1 e 3% em peso de argila organofílica.

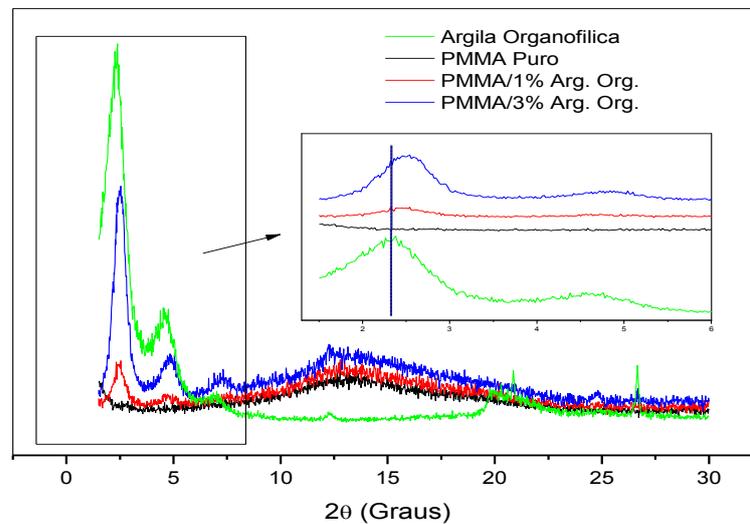


Figura 6: Comparação entre os difratogramas da argila organofílica, do PMMA puro e os difratogramas dos sistemas com 1 e 3% em peso de argila organofílica

Observando-se os difratogramas, nota-se que não há evidências de que as moléculas do PMMA penetraram entre as lamelas da argila, pois não há aumento na distância interplanar basal d_{001} . A distância calculada para o PMMA com 1 e 3% em peso de argila foi de 3,8 nm que, comparada à distância apresentada pela argila organofílica, que foi de 3,9 nm, sugere que houve uma pequena redução. Este efeito pode ser atribuído ao elevado peso molecular do PMMA, indicado pelo baixo índice de fluidez, que dificulta a difusão das moléculas e que, durante o processo de solidificação, podem ter comprimido as lamelas da argila, diminuindo assim a distância interplanar basal. Observa-se claramente esta diminuição na ampliação feita, ocasionada pelo deslocamento do pico para a direita nos difratogramas dos sistemas obtidos. Entre 2,5° e 5°, o sistema com 1% em peso de argila apresenta o segundo pico característico da montmorilonita numa menor intensidade. Diminuições dos picos característicos das argilas podem indicar esfoliação de algumas lamelas de argila. ^[2,7] Já o ombro alargado entre 10 e 15° caracteriza a natureza amorfa do poli (metacrilato de metila).

A Tabela 1 apresenta o comportamento dos sistemas frente ao ensaio mecânico de tração, impacto e de dureza.

Tabela 1: Descrição dos valores obtidos durante o ensaio de tração, impacto e de dureza

Propriedades Mecânicas	PMMA Puro	PMMA/1%ARG ORG	PMMA/3%ARG ORG
Módulo Elástico [GPa]	1,54 ± 0,05	1,59 ± 0,05	1,65 ± 0,05
Resistência à Tração [MPa]	37,51 ± 0,45	37,06 ± 0,26	37,08 ± 0,15
Alongamento até a Ruptura [%]	17,71 ± 0,89	19,33 ± 0,26	14,09 ± 0,33
Resistência ao Impacto [J/m]	57,62 ± 3,98	47,84 ± 2,13	38,30 ± 3,30
Dureza Shore D	47,38 ± 0,96	49,23 ± 0,88	50,29 ± 0,98

Observa-se que o módulo sofreu um discreto aumento com adição da argila organofílica. Este efeito pode ser atribuído ao fato da argila ter uma elevada razão de aspecto (relação comprimento/diâmetro da camada), o que favorece as interações superficiais com o polímero, restringindo sua mobilidade e, por conseguinte, promovendo o aumento da rigidez do material. ^[9] Em relação à resistência à tração, observa-se que a adição da argila em até 3% em peso não alterou esta propriedade. A natureza elastomérica do PMMA utilizado pode ter ajudado a mantê-la, pois resultados semelhantes foram obtidos por Ribeiro ^[2], que apresentou estudos com um PMMA comum e um PMMA com propriedades elastoméricas. Outra possível causa está relacionada com a boa dispersão da argila na matriz polimérica, pois conforme reportado por Araújo e Mélo ^[10], a má dispersão da carga pode ocasionar queda na resistência à tração. No caso dos sistemas obtidos, sugere-se que o processo de dispersão da argila na matriz foi eficiente, diminuindo o efeito de aglomerados e mantendo os valores para resistência à tração. Esta eficiência pode ser comprovada por se observar o aspecto dos corpos de prova utilizados no ensaio (Figura 7), cuja transparência não foi significativamente afetada pela inserção das partículas de argila, pois as inscrições “PMMA PURO”, “PMMA+1%ARGILA” e “PMMA+3%ARGILA” estão por trás dos corpos de prova e são claramente observadas. A boa dispersão da argila na matriz pode ser atribuída ao efeito dos seguintes fatores: da sequência de mistura, ou seja, da pré-mistura que foi feita antes da extrusão, da configuração da rosca da extrusora composta por elementos de mistura dispersivos e distributivos, do processo de moldagem por injeção e, por fim, da natureza polar da matriz. ^[10,11]

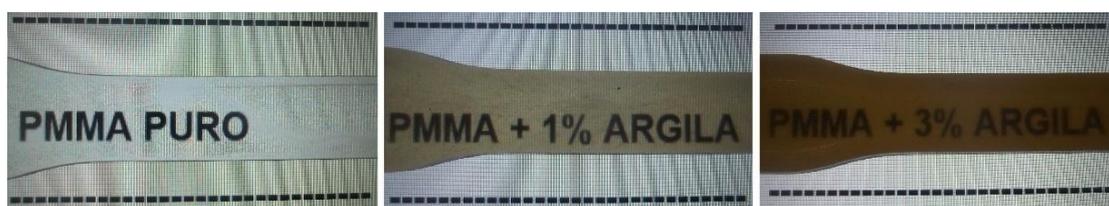


Figura 7: Corpos de prova sem aglomerações visíveis de argila e com transparência razoável

Com relação ao alongamento apresentado até a ruptura, observa-se que com a adição de 1% em peso de argila organofílica, o alongamento obtido foi maior do que no puro e com 3%. Resultados semelhantes foram reportados por Lee e Jang ^[12], Xiongwei et al. ^[13] e Brostow et al. ^[14], onde teores menores de argila proporcionaram ganhos maiores, nas propriedades mecânicas. Este resultado fornece indícios de que existe um valor limite ou uma concentração crítica para que a argila proporcione um aumento no alongamento dos nanocompósitos. ^[12] É interessante lembrar que com 1% de argila organofílica o sistema apresentou indícios de esfoliação (Figura 6), que não se observou com 3%, o que pode ter contribuído para melhoria de propriedades mecânicas ^[2,8], inclusive da resistência à abrasão como será observado mais à frente.

Quanto a resistência ao impacto do PMMA, após a adição da argila organofílica houve uma queda, ou seja, a perda de ductilidade. No estudo de polímeros é sabido que a adição de reforços convencionais pode contribuir para o aumento da rigidez do material, o que aconteceu, e ao mesmo tempo reduzir a resistência ao impacto. Uma possível razão para este comportamento é que o reforço pode atuar como concentrador de tensões e os defeitos iniciados em torno do reforço rapidamente geram trincas que causam a fratura ou a falha do material. ^[11] Quanto à dureza do PMMA, após a adição de nanopartículas de argila organofílica, observou-se que esta propriedade tende a aumentar, o que também será confirmado mais à frente pelo ensaio de risco de Hoffman.

A Tabela 2 apresenta os valores para os índices de desgaste e a Figura 8 apresenta as imagens dos corpos de prova, após o ensaio de resistência à abrasão.

Tabela 2: Descrição dos valores obtidos durante o ensaio de abrasão

Composição	Índice de Desgaste (I)
PMMA Puro	0,2184 ± 0,210
PMMA/ 1% ARG ORG	0,1630 ± 0,050
PMMA/ 3% ARG ORG	0,3085 ± 0,001

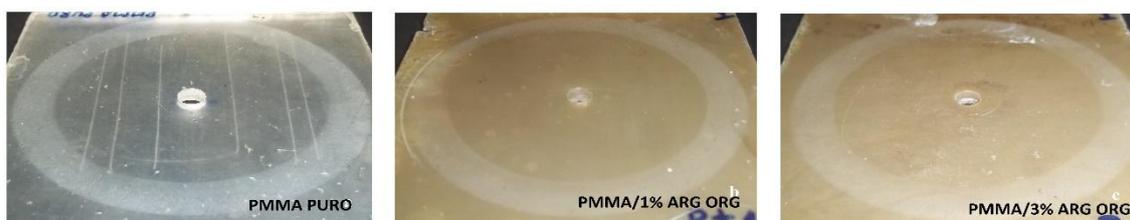


Figura 8: Imagens dos desgastes realizado nas placas

Observa-se que o índice de desgaste diminuiu com a inserção de 1% em peso de argila organofílica e aumentou com 3%, o que significa que o sistema com 3% de argila resistiu mais a abrasão que os demais. Brostow et al. [14] e Avella et al. [15] apresentaram estudos relacionados com a resistência à abrasão do poli (metacrilato de metila). No caso de Brostow et al., que produziu nanocompósitos de poli (metacrilato de metila) com argila bentonítica nacional, variando a concentração de argila entre 0 e 5% em peso, a taxa de desgaste também exibiu um mínimo com 1% de argila e aumentou, à medida que a porcentagem de argila aumentava. Este comportamento análogo pode ser explicado da seguinte maneira: Com 1% em peso de argila, consegue-se uma melhor dispersão desta carga, o que a faz atuar como reforço, aumentando a resistência ao desgaste (diminuição do índice de desgaste), mas à medida que se aumenta a quantidade de argila, o efeito das aglomerações começa a se manifestar, reduzindo a resistência ao desgaste (aumento do índice de desgaste). [14]

Na Figura 9 são apresentadas as imagens dos riscos impressos durante o ensaio de risco de Hoffman para avaliação da dureza.

Figura 9: Imagens dos riscos realizados pelo Ensaio de Risco de Hoffman (500µm)

a) PMMA Puro; b) PMMA/1% Arg Org; c) PMMA/3% Arg Org;



Percebe-se diferenças significativas entre os riscos impressos. O PMMA puro sofre desgaste pelo mecanismo de microcorte [3], o que é coerente, pois o polímero utilizado neste trabalho apresenta características elastoméricas (dúctil). No caso dos sistemas com argila, nota-se que o mecanismo envolvido no desgaste é o microlascamento [3], pois as lascas deixadas pelo risco no material são claramente observadas, sendo ainda mais intenso com 3% em peso de argila organofílica, indicando que o material fica frágil com a adição da argila, resultado este que corrobora com o aumento do módulo elástico e da dureza [4].

CONCLUSÕES

A organofilização da argila foi realizada com sucesso. As análises por FTIR e o DRX indicaram que as moléculas do tensoativo penetraram entre as lamelas da argila,

aumentando a distância interplanar basal. Para os sistemas PMMA/argila, o difratograma do PMMA com 1% de argila apresentou um dos picos característicos da montmorilonita com uma menor intensidade, o que fornece indícios da esfoliação de algumas lamelas de argila. Este fato pode ter contribuído para este sistema apresentar comportamento diferenciado, como aumento do alongamento até a ruptura e menor índice de resistência ao desgaste, pois com um menor teor de argila, consegue-se uma melhor dispersão, o que fez a carga atuar como reforço, mas à medida que se aumentou o teor de argila, o efeito dos aglomerados começou a aparecer, reduzindo a resistência ao desgaste por abrasão e o alongamento até a ruptura. Os mecanismos de risco também foram claramente identificados, sendo de microsulcamento para o PMMA puro e de microlascamento para os sistemas com 1 e 3% de argila organofílica, indicando aumento na dureza ao se adicionar argila, resultado que também foi confirmado pelo ensaio de dureza. O objetivo principal deste trabalho era desenvolver um poli (metacrilato de metila) mais resistente à abrasão e ao risco, sem comprometer a transparência. Este objetivo foi cumprido. Desenvolveu-se compósitos de PMMA com um produto nacional de baixo custo, uma argila bentonítica organofílica, que exibiram melhorias nestas propriedades, com transparência razoável e propriedades mecânicas balanceadas.

AGRADECIMENTOS

Aos fornecedores dos materiais e ao CNPq e CAPES, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. PENZEL, E.; ELVERS, B.; HAWKINS, S.; SCHULZ, G., Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. VCH Publishers: Weinheim, v. A21, p. 473-486, 1992.
2. RIBEIRO, L. A. Preparação e caracterização de nanocompósitos de poli (metacrilato de metila) com argila s montmorilonita organicamente modificadas para aplicação tecnológica. 2013, 196p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Centro de Ciências exatas e da Terra, UFRN, Natal.
3. GAHR, K. H. Z. Microstructure and wear of material. Tribology series Elsevier, v. 10, p. 560, 1987.
4. KOLESKE, J.V. Painting and coating testing manual, ASTM International, 1995.
5. BARBOSA, R. Estudo da modificação de argila bentoníticas para aplicação em nanocompósitos de polietileno. 2009, p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.
6. PAIVA, L. B.; MORALES, A R.; DIAZ, F. R. V. Argila s Organofílicas: caracterização, metodologias de preparação, compostos de intercalação e técnicas de caracterização. Cerâm., v. 54, n. 330, p. 213-226, 2008.

7. ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Nanocompósitos de PA6/argila: Efeito do peso molecular. In: PAZ, R. A.; MEDEIROS, V. N.; MAIA, L. F.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A.; Nanocompósitos poliméricos: pesquisas na UFCG com argila s bentoníticas, p. 79-102. Campina Grande, Edufcg, 2012.
8. ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Argilas bentoníticas e nanocompósitos poliméricos. In: BARBOSA, R.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A.; Nanocompósitos poliméricos: pesquisas na UFCG com argila s bentoníticas, p. 17-30. Campina Grande, Edufcg, 2012.
9. FORNES, T.D.; HUNTER, D.L.; PAUL, D.R. Nylon 6 nanocomposites from alkylammonium modified clay: The role of alkyl tails on exfoliation. *Macromol.*, v. 37, p. 1793-1798, 2004.
10. ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Nanocompósitos de PP/argila bentonítica. In: RODRIGUES, A. W. B.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A.; Nanocompósitos poliméricos: pesquisas na UFCG com argila s bentoníticas, p. 51-76. Campina Grande, Edufcg, 2012.
11. ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Desenvolvimento de nanocompósitos de blendas poliméricas com matriz de PA6 e argila. In: AGRAWAL, P.; BRITO, G. F.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A.; Nanocompósitos poliméricos: pesquisas na UFCG com argila s bentoníticas, p. 105-132. Campina Grande, Edufcg, 2012.
12. LEE, D. C.; JANG, L. W. Preparation and Characterization of PMMA-Clay Hybrid Composite by Emulsion Polymerization. *J. of App. Pol. Science.*, v. 61, 1117-1122, 1996.
13. XIONGWEI, Q.; TONGHUA, G.; GUODONG, L.; QINGYAN, S.; LIUCHENG, Z. Preparation, Structural Characterization, and Properties of Poly(methyl methacrylate)/Montmorillonite Nanocomposites by Bulk Polymerization. *J. of App. Pol. Science*, v. 97, 348–357, 2005.
14. BROSTOW, W.; DUTTA, M.; SOUZA DE, R.; RUSEK, P.; MEDEIROS, M.; ITO, E. N. Nanocomposites of poly(methyl methacrylate) (PMMA) and montmorillonite (MMT) Brazilian clay: A tribological study. *Exp. Pol. Letter*, v.4, n. 9, p. 570–575, 2010.
15. AVELLA, M.; ERRICO, M. E.; MARTUSCELLI, E. Novel PMMA/CaCO₃ Nanocomposites Abrasion Resistant Prepared by an in Situ Polymerization Process. *Nano Letters*, v. 1, n. 4, p. 213-217, 2001.

USE OF NATIONAL ORGANOCLAY IN THE DEVELOPMENT OF POLYMER COMPOSITES WITH BETTER ABRASIVE PROPERTIES

The poly (methyl methacrylate) (PMMA) has replaced glass in many applications because it is transparent, easy to be polished and tougher. It has a low density, easy handling and reducing transportation costs, and does not generate splinters when broken, compromising safety. However, PMMA has low abrasion resistance and risk. Aiming to propose a solution to this problem without compromising transparency, PMMA composites were developed with 1 and 3% organoclay, obtained by fusion in twin screw extruder ZSK-18mm. The composites were characterized by XDR, FTIR and subjected to mechanical tensile, impact, hardness, abrasion and risk. The analysis carried out by XDR and FTIR indicated organophilization the efficiency of the process. There was a decrease in impact resistance and increased hardness and abrasion resistance with increasing concentrations of clay.

Keywords: Poly (methyl methacrylate), organoclay, abrasion resistance