

Ciência e Engenharia de Materiais

4

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

4

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant'Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência e engenharia de materiais 4 [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-64-2

DOI 10.22533/at.ed.642182910

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO COMPARATIVO DA ABSORÇÃO DE UMIDADE ENTRE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS HÍBRIDOS REFORÇADOS COM TECIDOS DE ALTO DESEMPENHO	
<i>Helen Fernandes de Sousa</i>	
<i>Eval Oliveira Miranda Junior</i>	
<i>Ana Claudia Rangel da Conceição</i>	
<i>Victor Antunes Silva Barbosa</i>	
<i>Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto</i>	
<i>Mirtânia Antunes Leão</i>	
CAPÍTULO 2	15
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS REFORÇADOS COM TECIDO HÍBRIDO DE KEVLAR-CARBONO: INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE UMIDADE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
<i>Eval Oliveira Miranda Junior</i>	
<i>Helen Fernandes de Sousa</i>	
<i>Ana Claudia Rangel da Conceição</i>	
<i>Victor Antunes Silva Barbosa</i>	
<i>Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto</i>	
<i>Mirtânia Antunes Leão</i>	
CAPÍTULO 3	25
FRICTION AND WEAR OF NANOCOMPOSITES POLYSTYRENE / KAOLINITE	
<i>José Costa de Macêdo Neto</i>	
<i>Ana Emília Guedes</i>	
<i>Nayra Reis do Nascimento</i>	
<i>João Evangelista Neto</i>	
<i>Waldeir Silva Dias</i>	
<i>Bruno Mello de Freitas</i>	
<i>Solenise Pinto Rodrigues Kimura</i>	
<i>Eduardo Rafael Barreda</i>	
CAPÍTULO 4	33
INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE CAULIM E DE AGENTE COMPATIBILIZANTE NO ÍNDICE DE FLUIDEZ DE COMPÓSITOS PEAD/CAULIM	
<i>Márcio Alves de Lima</i>	
<i>Gilmara Brandão Pereira</i>	
<i>Ezequiel de Andrade Silva</i>	
<i>Cirlene Fourquet Bandeira</i>	
<i>Roberto de Oliveira Magnago</i>	
<i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
CAPÍTULO 5	40
ESTUDO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL EM LAMINADOS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS	
<i>Sérgio Renan Lopes Tinô</i>	
<i>Ana Claudia de Melo Caldas Batista</i>	
<i>Raphael Siqueira Fontes</i>	
<i>Eve Maria Freire de Aquino</i>	
CAPÍTULO 6	48
ANÁLISE MECÂNICA DE ESTRUTURAS SANDUÍCHES COM DIFERENTES NÚCLEOS	
<i>Vanessa Cristina Da Costa Oliveira</i>	
<i>Vanessa Maria Yae Do Rosário Taketa</i>	
<i>Carmen Gilda Barroso Tavares Dias</i>	

CAPÍTULO 7 58

MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS POR FIBRAS DE ALGODÃO CONTÍNUAS E ALINHADAS

César Tadeu Nasser Medeiros Branco
Wassim Raja El Banna
Deibson Silva da Costa
Roberto Tetsuo Fujiyama

CAPÍTULO 8 66

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL E RESÍDUO DE COURO APLICADO COMO ISOLANTE TÉRMICO DE EDIFÍCIOS

Maria Alessandra Bacaro Boscoli
Fernando Sérgio Okimoto
Saulo Guths
Guilherme Dognani
Eduardo Roque Budemberg
Ado Eloizo Job

CAPÍTULO 9 82

ANÁLISE COMPARATIVA DE UM MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIMÉRICA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRA DE PIAÇAVA DO AMAZONAS.

Waldeir Silva Dias
Bruno Mello de Freitas
José Costa de Macedo Neto
Guilherme Moreira dos Santos
Solenise Pinto Rodrigues Kimura
Sarah Elisa Medeiros
João Christian Paixão Fonseca

CAPÍTULO 10 92

ANALYSIS OF THE STIFFNESS OF DOWEL LAMINATED TIMBER (DLT) PANELS MADE WITH LAMELLAS OF PINUS TAEDA AND ELLIOTTII WITH DOWELS OF PELTOGYNE SPP., LEGUMINOSAE

Marcos Cesar de Moraes Pereira
Carlito Calil Junior

CAPÍTULO 11 98

NANOCOMPÓSITO DE POLÍMERO VERDE: COMPORTAMENTO MECÂNICO E DE INFLAMABILIDADE

Felippe Fabrício dos Santos Siqueira
Renato Lemos Cosse
Joyce Batista Azevedo
Tatianny Soares Alves
Renata Barbosa

CAPÍTULO 12 108

DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS DE POLIPROPILENO/ARGILA BENTONÍTICA ORGANOFÍLICA

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira
Marisa Cristina Guimarães Rocha
Joaquim Teixeira de Assis
Jessica Verly
Ana Lúcia Nazareth da Silva
Luiz Carlos Bertolino

CAPÍTULO 13 123

COMPATIBILIZAÇÃO E EFEITO DA DEGRADAÇÃO TERMO-HIDROLÍTICA EM BLENDS PS/PCL

Danilo Diniz Siqueira
Dayanne Diniz de Souza Moraes

Rodolfo da Silva Barbosa Ferreira
Edcleide Maria Araújo
Danielly Campos França
Elieber Barros Barbosa
Amanda Dantas Oliveira

CAPÍTULO 14..... 139

MEMBRANAS DE FIBRA OCA DE CARBETO DE SILÍCIO: OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Sandriely Sonaly Lima Oliveira
Rodolfo da Silva Barbosa Ferreira
Bruna Aline Araújo
Keila Machado de Medeiros
Hélio de Lucena Lira
Edcleide Maria Araújo

CAPÍTULO 15..... 150

OBTENÇÃO DE NANOFIBRAS DE SÍLICA PELO MÉTODO SBS E INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DE SUA APLICAÇÃO COMO CARGA EM MATRIZ POLIMÉRICA

Edvânia Trajano Teófilo
Gabriel Lucena de Oliveira
Radamés da Silva Teixeira
Francisco Diassis Cavalcante da Silva
Rosiane Maria da Costa Farias
Romualdo Rodrigues Menezes

CAPÍTULO 16..... 161

SINERGISMO ENTRE AS PROPRIEDADES ÓPTICAS E FOTOCATALÍTICAS DE FIBRAS DOS ÓXIDOS DE TITÂNIO E TUNGSTÊNIO

Luana Góes Soares da Silva
Annelise Kopp Alves

CAPÍTULO 17..... 177

ADSORÇÃO DO POLI (3-OCTILTIOFENO) EM ÓXIDO DE ZINCO PARA USO EM CÉLULAS SOLARES

Guilherme Arielo Rodrigues Maia
Guilherme José Turcatel Alves
Bianca Vanjura Dias
Gideã Taques Tractz
Leticia Fernanda Gonçalves Larsson
Everson do Prado Banczek
Sandra Regina Masetto Antunes
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

SOBRE A ORGANIZADORA..... 186

FRICITION AND WEAR OF NANOCOMPOSITES POLYSTYRENE / KAOLINITE

José Costa de Macêdo Neto

Department of Materials Engineering, School of
Engineering, Amazonas State University

Manaus- Amazonas

Ana Emília Guedes

Department of Mechanical Engineering, Federal
University of Rio Grande do Norte

Natal- Rio Grande do Norte

Nayra Reis do Nascimento

Department of Materials Engineering and
Bioprocess, Faculty of Chemical Engineering,
University of Campinas

Campinas, São Paulo

João Evangelista Neto

Department of Materials Engineering, School of
Engineering, Amazonas State University

Manaus- Amazonas

Waldeir Silva Dias

Department of Materials Engineering, School of
Engineering, Amazonas State University

Manaus- Amazonas

Bruno Mello de Freitas

Department of Materials Engineering, School of
Engineering, Amazonas State University

Manaus- Amazonas

Solenise Pinto Rodrigues Kimura

Department of Materials Engineering, School of
Engineering, Amazonas State University

Manaus- Amazonas

Eduardo Rafael Barreda

Department of Mechanical Engineering, Federal
University of Rio Grande do Norte

Natal- Rio Grande do Norte

ABSTRACT: The production of polymeric nanocomposites materials using natural clays the reinforcement Has Been researched enough. The improved properties Compared to the polymer without reinforcement is the great appeal of this kind of materials. The kaolinite is a natural clay used as filler in polymer nanocomposites. In this article we were producing a nanocomposite polymer by polymerizing in situ in Polystyrene emulsion with 0, 1, and 3% kaolinite. The nanocomposite was characterized by XRD and TEM. The nanocomposites were characterized using friction and wear tests. The results showed that the nanocomposite with 3% kaolinite showed higher wear resistance and higher coefficient of friction.

KEYWORDS: polymer nanocomposites, kaolinite, wear, friction.

1 | INTRODUCTION

Polymer nanocomposites is a class of material where the load is at least one of their dimensions in nanometric size (1-100nm) dispersed in a polymer matrix (KIM, 2011). The

morphology of nanoparticles used in nanocomposites is shaped like nanospheres, nanofibers, nanotubes, nanowires and layered nanomaterial (Ma, 2014; ROMERO, 2012; CHIU, 2014; IMAI, 2010).

Nano-fillers widely used in polymeric nanocomposites are natural layered clays (6). Among the natural layered clays, the kaolinite stands out to be abundant in nature and chemically inert (GARDOLINSKI, 2003).

Clays present several advantages to the preparation of nanocomposites. They are the nano-filler most abundantly available, can be easily dispersed in the majority of polymers, present high chemical intercalation ability and can be organically modified. The resulting properties of the final material can be superior to the properties of other engineering materials, such as pure polymers, microcomposites and the traditional polymeric composites (VILLANUEVA, 2009). Compared to polymer composites, the nanocomposites that use clays as reinforcement can show better gas and membrane barrier properties (due to the high aspect ratio of the clays), flammability and thermal resistance (due to high energy binding of clay silicates and low thermal expansion in comparison to metals and polymers) and electrical properties (due to the ability to exchange cations or transfer protons from water in the interlayer) (PAUL, 2008).

The wear resistance is an important property being investigated for composite materials and polymer nanocomposites. The wear phenomenon can be defined as the degradation of a material resulting from the use or from the interaction with the environment. The wear can occur due to the frictional such as gears, floors, hydraulic pumps, bones, teeth and others. The main types of wear are classified as: abrasion, adhesion and erosion.

Some studies have been conducted on composite materials and nanocomposites, such as the poly (methyl methacrylate) (PMMA) and zirconium oxide (ZrO₂) filled composites (AKINCI, 2014); Ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) composites filled with carbon nanotube (MCNTs) (WANG, 2016); high-density polyethylene (HDPE) nanocomposites with organosilane-functionalized graphitic nanomaterials (LIU, 2014).

The objective of this study is to investigate the friction and the wear of polymeric nanocomposites polystyrene / kaolinite (0, 1 and 3% by weight of kaolinite in relation to styrene monomer) produced by *in situ* emulsion polymerization.

2 | EXPERIMENTAL

Reagents

The kaolinite from the State of Amazon, Brazil and processed by Arnil Union Northeast mining company (located in the State of Rio Grande do Norte, Brazil).

Dimethylsulfoxide (DMSO, Synth), monomer styrene (St, Sigma Aldrich) washed four times with a 10 w/v% sodium hydroxide (Fmaia), potassium persulfate (KPS, Sigma Aldrich), sodium lauryl sulfate (SLS, Fmaia), hydroquinone (Sigma Aldrich). Distilled and deionized water.

Synthesis of the nanocomposite polystyrene / kaolinite

The nanocomposite polystyrene / kaolinite (PS-KAO) was prepared by *in situ* emulsion polymerization. For the synthesis of the polymer nanocomposite a batch reactor (capacity of 1000mL) with heating jacket, mechanical stirrer, reflux condenser, and purging tube was used. 1 and 3%wt (based on monomer) of kaolinite (%KAO) modified with DMSO by method described by Essaway et al. (2009) 133.90g of St, 537.94g of water, an aqueous solution of 3.48g of SLS and another with 0.57g of KPS were added to the batch reactor. The reaction took place at 60°C, in constant agitation at 60rpm, under nitrogen flow, in 90 minutes.

Characterization

X-ray Diffraction (XRD)

(Shimadzo, XRD 7000) with CuK α radiation $k = 1.54060 \text{ \AA}$ with 2θ varying between 1.4-70° was utilized for characterization of clay and nanocomposites.

High Resolution Transmission Electronic Microscope (HRTEM)

For the present work, a High Resolution Transmission Electronic Microscope JEOL, JEM 3010 URP, Japan, equipped with a camera CCD, Gatan MSC794, was used. The images were obtained with image capturing software Gatan, Digital Micrograph. The conditions for HRTEM were 300 kV tension, spot size = $1\mu\text{m}$ and α -selector = 3, and beam current $111\mu\text{A}$. Magnification was between 20,000-1,500,000.

Scanning electronic microscope (SEM)

Was used the TM-3000 model by Hitachi with DPI=95.91, Pixel Size=3310.55 Accelerating Voltage=15000 Volt.

Sample preparation and wear tests

Samples were injected using a mini-injector (Haake, MiniJet II, Thermo Fisher Scientific) with dimensions of 10mm of diameter and 3mm of thick disc. All samples of PS and nanocomposites PS-KAO were injected with an injection pressure of 500bar, injection time 30sec, cylinder temperature 200°C, mold temperature 40°C, 250bar discharge pressure and discharge time 15sec.

The samples were submitted to an ultrasonic bath for 10 minutes in isopropyl alcohol to remove impurities, and then dried with a hot air flow before starting the test. Finally, samples were weighed on analytical scale with a resolution of 0.1 mg.

The test was performed on a pin-on-disc tribometer type High Frequency

Reciprocating Test Rig - HFRR (PCS®Instruments). The normal load applied was 10N, $1,00 \pm 0.02$ mm length of path under a frequency of 20 ± 1 Hz at 50°C and the test duration was 60 minutes. The pair tribological (ball-disk: polymeric nanocomposite) were placed in the HFRR holders. A steel ball used was 52100 (bearing steel, microhardness 570-750HV, 6.0mm diameter).

3 | RESULTS

The Figure 1(i) shows XDR of kaolinite where it is observed the basal spacing ($d_{001} = 0.72$ nm, $2\theta = 12.33^\circ$) (14). The Figure 1(ii) and 1(iii) shows XDR of polystyrene and nanocomposite polystyrene / kaolinite, respectively. The XRD of the formed nanocomposites (Figure 1(iii)) illustrates the absence of any reflection pertaining to the presence of any remaining ordering of the kaolinite, this holds mainly for the layers that become exfoliated and/or intercalated within the polymer matrix (ESSAWY, 2009).

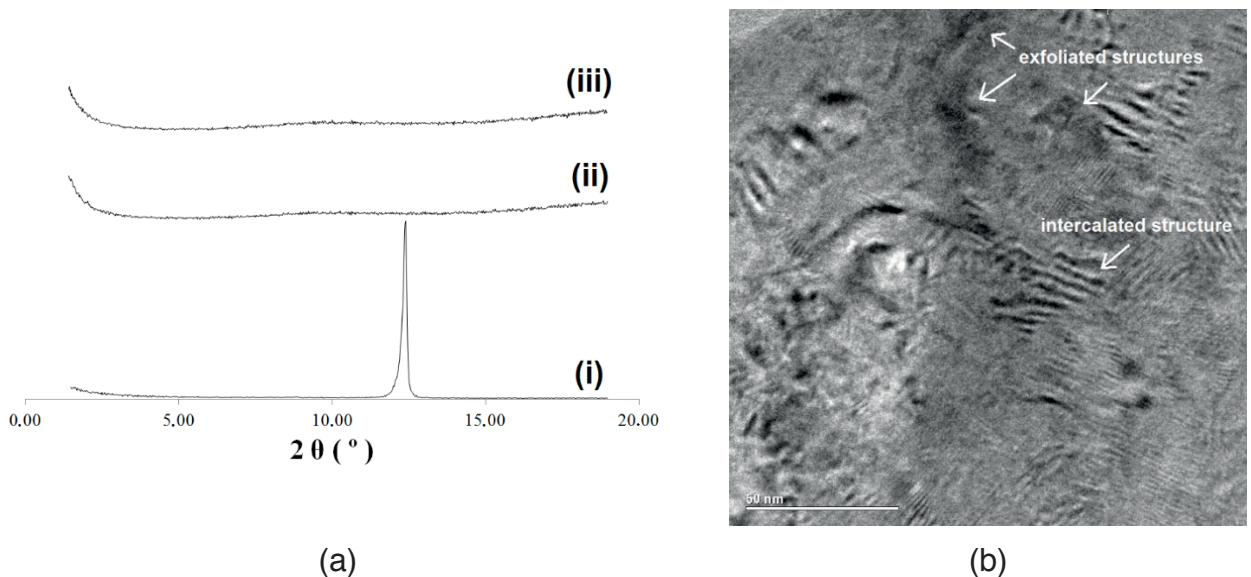


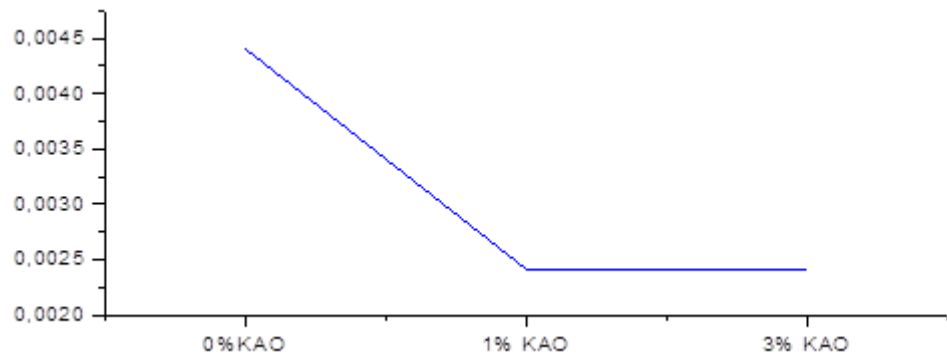
Figure 1. (a) XRD patterns of (i) Kaolinite, (ii) Polystyrene, (iii) Nanocomposite. (b) HRTEM image Clay disposition in the polymer matrix (PS). Magnification of 200k.

The clay, in intercalated form with ordered layers, as well as the polymer can be observed by Figure 1b. The monomer may have permeated between the layers of clay and polymerized, thus resulting in intercalation (ZHANG B, 2007).

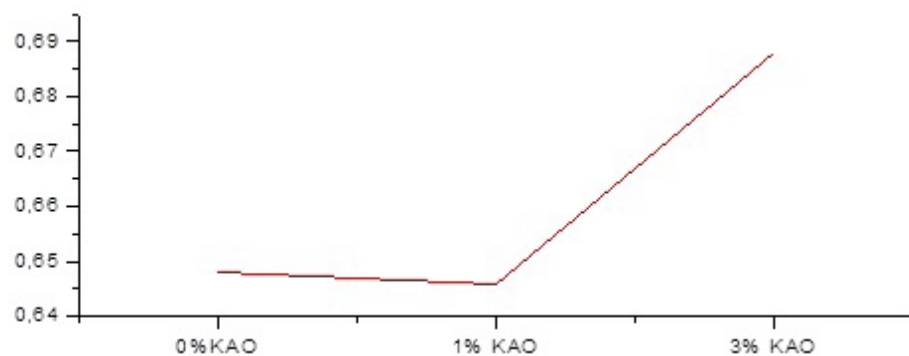
Exfoliated clay morphologies are shown as dark lines in Figure 1b, randomly distributed, in the polymer matrix. These exfoliated structures show a total absence of order between clay layers. Even though kaolinite exfoliation is rare, due to the high cohesiveness between layers, it was possible to obtain a great amount of exfoliated clay in the polystyrene (NETO, 2015).

From Figure 2 (a) it is observed mass losses from nanocomposites PS with 0, 1, and 3%KAO. It is observed that the nanocomposite with 0%KAO achieved greater

weight loss than the nanocomposites with 1 and 3%KAO. The presence of exfoliated and intercalated clay hampered the loss of mass during and testing. The Figure 2(b) shows the friction coefficient of the nanocomposites with 0, 1, and 3%KAO. The higher coefficient of friction was presented to the sample with 3%KAO. The hardness of the clay is greater than that of neat polystyrene (0%KAO) and added clay in the polystyrene matrix increased the coefficient of friction of the nanocomposites (AKINCI, 2014).



(a)



(b)

Figure 2. (a) Mass Loss, (b) Coefficient of Friction.

Figure 3 shows the image in Scanning Electron Microscopy-SEM from wear nanocomposites with 0 (A), 1 (B) and 3% KAO (C) with of 30, 80 and 50X (magnitude), respectively. It is observed in Fig. 2 (A, 30X) that 0% KAO showed fewer slots and grooves that nanocomposites with 1 and 3% KAO (Fig. B, C, 30X). In Fig. (A, 80X) but presented microcracks. This behavior shows that nanocomposite 0%KAO showed less wear resistance.

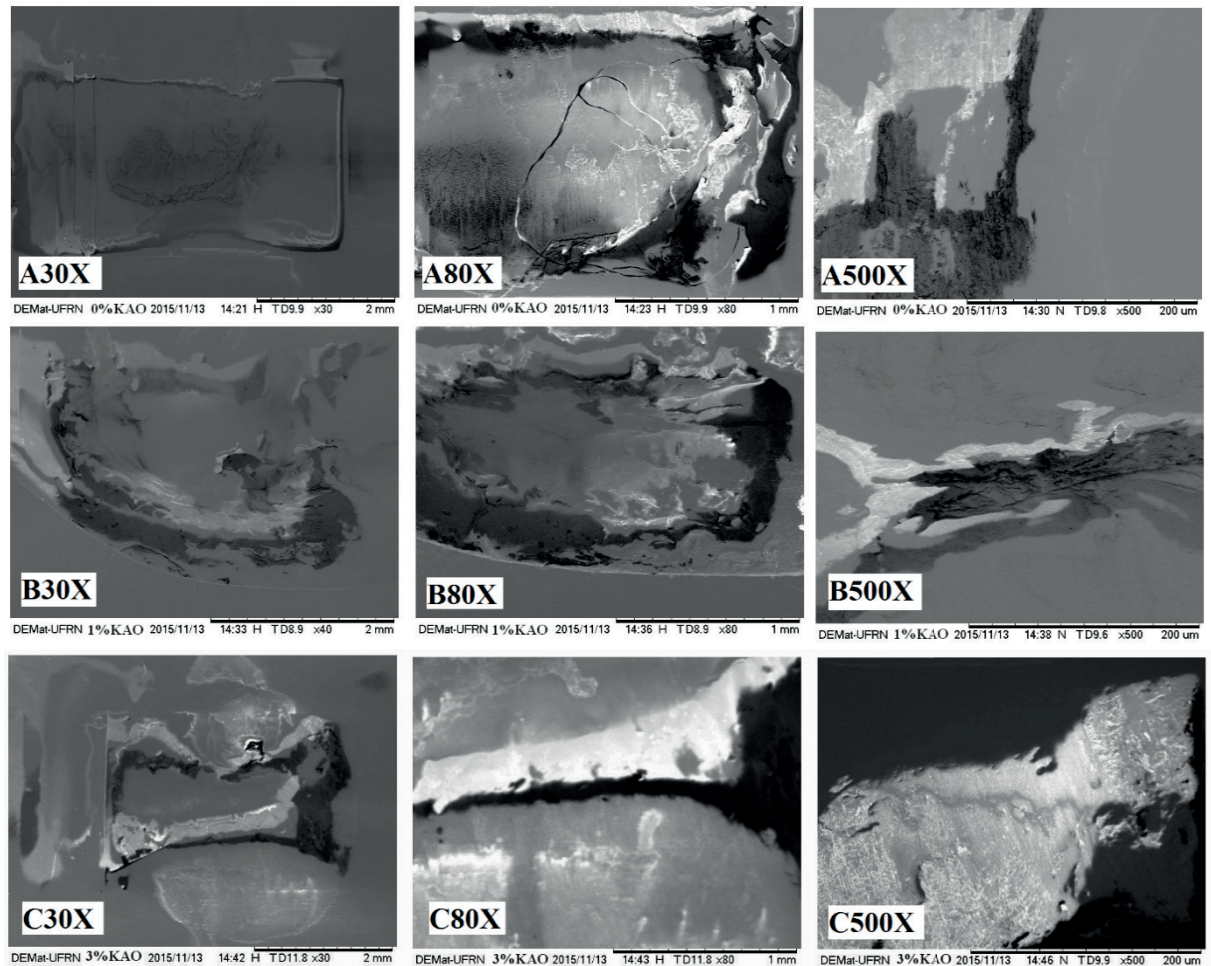


Figure 3. SEM of: A(0%Kao), B(1%Kao), C(3%Kao).

It can be seen by Figs. 2 (B, 80, 500X) and (C, 80X, 500X) that nanocomposites with 1 and 3%KAO showed more grooves and ridges that the 0%KAO (Fig. 2 A, 80X, 500X). Clay in the polystyrene matrix caused a rougher on the ball. The exfoliated and intercalated clay lamellae exert a high pressure on the polystyrene which surrounds it making it difficult to be plastically deformed and thereby increasing wear resistance (DASARI, 2005).

4 | CONCLUSION

The nanocomposites produced by *in situ* emulsion polymerization with 1 and 3% clay showed a mass loss less than the one with 0% KAO. Nanocomposites with 0 and 1%KAO showed lower coefficient of friction than nanocomposite with 3% KAO. By the SEM images it is observed that the nanocomposites with 1 and 3%KAO presented more risks, grooves and plastic deformation than the nanocomposite 0%KAO.

REFERENCES

- AKINCI, A.; SEN, S.; SEN, U. **Friction and wear behavior of zirconium oxide reinforced PMMA composites**. *Composites: Part B*, v.56, p. 42-47, 2014.
- CHIU, C. -W.; HUANG, T. -K.; WANG, Y. -C.; ALAMANI, B.G.; LIN, J. -J. Intercalation strategies in clay/polymer hybrids. *Prog. Polym. Sci.*, v. 39, 443-485, 2014.
- DASARI, A.; YU, Z. Z.; MAI, Yiu-Wing, VARLET, G. H. H. J. **Clay exfoliation and organic modification on wear of nylon 6 nanocomposites processed by different routes**. *Compos. Sci. Technol.*, v. 65, p.2314–2328, 2005.
- ESSAWY, H. A.; YOUSSEF, A. M.; ABD EL-HAKIM, A. A.; RABIE, A. M.. **Exfoliation of Kaolinite Nanolayers in Poly(methylmethacrylate) Using Redox Initiator System Involving Intercalating Component**. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, P. 177–184, 2009;
- GARDOLINSKI, J. E.; FILHO, H. P. M.; WYPYCH, Fernando. **Comportamento térmico da caulinita hidratada**. *Quim. Nova*, v. 26, p. 30-35, 2003.
- IMAI, T. In **Dielectric Polymer Nanocomposites**; NELSON, J. K.: Springer: New York, 2010, Chapter 3, p 65-93.
- KIM S.; PALOMINO, A. M. **Factors influencing the synthesis of tunable clay–polymer nanocomposites using bentonite and polyacrylamide**. *Appl. Clay Sci.* v. 51, p.491-498, 2011.
- LIU, Tian; WANG, Yu; EYLER, Allen; ZHONG, Wei-Hong. **Synergistic effects of hybrid graphitic nanofillers on simultaneously enhanced wear and mechanical properties of polymer nanocomposites**. *Eur. Polym. J.*, v. 55, p. 210-221, 2014.
- Ma P.-C.; ZHANG, Y. **Perspectives of carbon nanotubes/polymer nanocomposites for wind blade materials**. *Renewable Sustainable Energy Rev.* v. 30, p. 651:660, 2014.
- NETO, J. M.; BOTAN, R.; LONA, L. M. F.; NETO, J. E.; PIPPO, W. A., **Polystyrene/kaolinite nanocomposite synthesis and characterization via in situ emulsion polymerization**. *Polym. Bull.* v. 72, 387-404, 2015.
- PAUL, D. R.; ROBESON, L. M., **Polymer nanotechnology: Nanocomposites**. *Polymer*, v. 49, p. 3187-3204, 2008.
- REHIM, M. H. A.; YOUSSEF, A. M.; ESSAWY, M. H. A. **Hybridization of kaolinite by consecutive intercalation: Preparation and characterization of hyperbranched poly(amidoamine)-kaolinite nanocomposites**. *Chem. Phys.* v. 119, p.546-552, 2010.
- ROMERO-IBARRA I.C.; BONILLA-BLANCAS E.; SÁNCHEZ-SOLÍS A.; MANERO O. **Influence of the morphology of barium sulfate nanofibers and nanospheres on the physical properties of polyurethane nanocomposites**. *Eur. Polym. J.*, v. 48, p. 670-676, 2012.

VILLANUEVA, M. P.; CABEDO, L.; GIMÉNEZ, E.; LAGARÓN, J. M.; COATES, P. D.; KELLY, A. L. **Study of the dispersion of nanoclays in a LDPE matrix using microscopy and in-process ultrasonic monitoring.** Polim. Test. V. 28, p. 277-287, 2009.

WANG, Q.; WANG, H.; WANG, Y.; YAN, F. **The influences of several carbon additions on the fretting wear behaviors of UHMWPE composites.** Tribol. Int. v. 93, p. 390-398, 2016.

ZHANG B.; Y. PAN, Li, X.; JIA, X.; WANG, X. **Intercalation of acrylic acid and sodium acrylate into kaolinite and their in situ polymerization.** J. Phys. Chem. Solids. v. 68, p. 135-142, 2007.

SOBRE A ORGANIZADORA:

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-64-2

