

## **ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE COMPÓSITOS DE BIOPOLIETILENO E ARGILAS NACIONAIS.**

**CÂMARA, Débora dos Santos**<sup>1C</sup>; CAVALCANTI, Shirley Nóbrega<sup>2</sup>; MELO, Tomás Jeferson Alves de<sup>3</sup>; AGRAWAL, Pankaj<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, deborasantoscâmara@gmail.com.

<sup>2</sup> Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, shirleynobre@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, tomas.jeferson@ufcg.edu.br.

<sup>4</sup> Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, pankajucj@gmail.com.

### **RESUMO**

Os biopolímeros apresentam-se como alternativa aos polímeros originários de fontes fósseis, principalmente na aplicação de produtos de descarte rápido, reduzindo-se a poluição ambiental e assegurando a produção de produtos a partir de fontes renováveis. Este trabalho teve como objetivo desenvolver biocompósitos de biopolietileno / 3 pcr de argila argilas naturais. As argilas foram caracterizadas por Difração de Raios X (DRX) e o efeito da modificação do BioPe foi investigado por ensaios reológicos. A caracterização por DRX dos argilominerais natural evidenciou que as amostras estudadas apresentavam os principais elementos químicos presentes na composição dos argilominerais Brasgel e Vermiculita, para os biocompósitos, as análises reológicas sob regime oscilatório em baixas frequências indicaram que a adição das argilas diminuiu a viscosidade complexa, os módulos de armazenamento e de perda e diminuiu o coeficiente de amortecimento, sugerindo a formação de uma rede estrutural de partículas e/ou aglomerados

**PALAVRAS-CHAVE:** Biopolietileno, Biocompositos, Brasgel, Vermiculita.

### **1. INTRODUÇÃO**

Os polímeros derivados de fontes fósseis não renováveis (ex. petróleo), são resistentes a degradação, causam impacto ambiental, devido à grande quantidade de resíduos lançados ao meio ambiente sem controle, principalmente de embalagens descartáveis. Neste contexto surge à produção de matéria prima a partir de fontes renováveis como os biopolímeros, que são obtidos do milho, cana-de-açúcar, celulose, quitina, etc.<sup>1,2</sup> Os polímeros verdes, como o biopolietileno (BioPe), apesar de não serem biodegradáveis, são provenientes de fontes vegetais e apresentam a vantagem de possuírem um balanço neutro de CO<sub>2</sub>, pois o CO<sub>2</sub> liberado na sua combustão é consumido pelas plantas utilizadas como matéria- prima fechando o ciclo do carbono.

Quando comparados com os polímeros convencionais para aplicações específicas, os biopolímeros apresentam algumas limitações, necessitando de modificações para tornarem-se viáveis economicamente. Atualmente algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas em biocompósitos obtidos a partir de matriz de biopolímeros de fontes renováveis ou não; a grande vantagem nestes sistemas é a possibilidade de ter um amplo leque de propriedades em função da composição utilizada e das propriedades inerentes de cada componente da mistura.<sup>3</sup>

### **2. METODOLOGIA**

Foi utilizado como matriz o Polietileno Verde SHC 7260, da Braskem. E as argilas utilizadas foram a bentonítica Brasgel PA, da empresa Bentonit União Nordeste – BUN e a Vermiculita da UBM – União Brasileira de Mineração S/A.

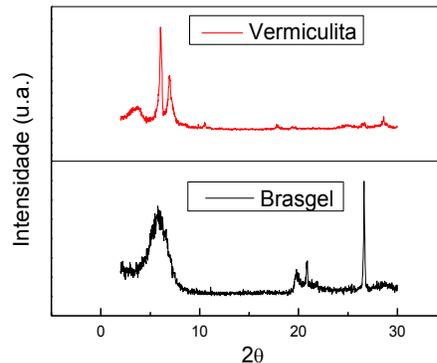
As composições foram preparadas na proporção de 1:1 do BioPe/argila em um misturador interno RHEOMIX 600, acoplado a um reômetro de torque PolyLab QC da Thermo-Scientific com rotores do tipo roller sob temperatura de 200°C. A massa total dentro da câmara de mistura foi mantida constante em 50g para todas as amostras. O concentrado resultante foi misturado com o BioPE na concentração de 3 pcr de argila, em extrusora de rosca dupla co-rotacional modular, modelo ZSK de 18mm da Coperion-Werner-Pfleiderer. As análises por DRX das argilas, foram realizadas no equipamento SHIMADZU XRD-6000. As análises foram realizadas utilizando-se radiação de CuK $\alpha$ , tensão de 40 kV, corrente de 30 mA, velocidade de varredura de 2º/min e varredura entre 2 $\theta$  de 2 a 30º. As amostras de argilas para essas análises foram na forma de pó. Os

ensaios reológicos foram feitos em regime oscilatório em um reômetro rotacional /oscilatório Physica MCR301 da ANTON PAAR, sob atmosfera de ar. A geometria de ensaio utilizada foi a de placas paralelas, com diâmetro de 25 mm e “gap” de 1mm, temperatura de 200 °C, com amplitude de deformação aplicada dentro do regime viscoelástico linear, em que a deformação utilizada para todos os amostras foi de 2%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

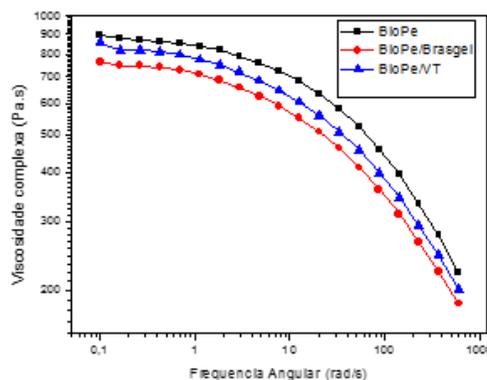
Na Figura 1 estão apresentados os difratogramas de raios – x das argilas Brasgel e Vermiculita. Através dos difratogramas da amostra Brasgel, observa-se, um pico a 12,89Å e outro a 4,46 Å, característico da presença de argilomineral do grupo da esmectita, e a presença de quartzo, caracterizado pelas distâncias interplanares de 4,25Å e 3,34Å. Para a argila Vermiculita, foi observado o pico característico desta argila com distância interplanar de 14,28Å ( $2\theta = 6,14^\circ$ ) referente as reflexões basais do plano (002). Os picos de baixa intensidade que aparecem com distância interplanar de 4,78 Å, 3,6 Å, 2,87 Å e 2,06 Å também são característicos da vermiculita. Esta amostra apresenta interestratificações de vermiculita mais biotita com distâncias de 12,58 Å, 3,09 Å e 1,68 Å e ainda a presença de biotita com distância de 2,4 Å, em concordância com a literatura observada.

**Figura 1** - Difratogramas de raios X das argilas: Brasgel e Vermiculita.



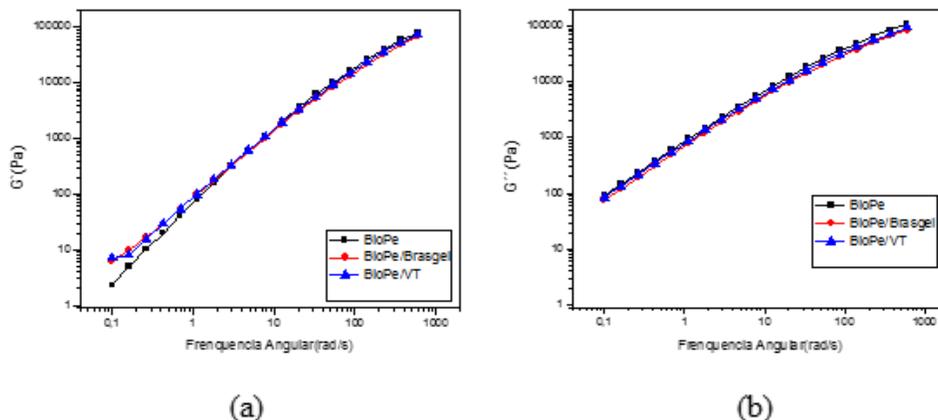
O comportamento da viscosidade complexa em função da frequência para o BioPe e para os sistemas BioPe/Argilas encontram-se na Figura 2. Observa-se que, a viscosidade complexa das amostras apresentaram perfis semelhantes, com um platô newtoniano em baixas frequências. Entretanto, a partir da frequência de 1 rad/s é possível observar comportamento pseudoplástico para todos os sistemas, que é a viscosidade complexa diminuindo com a frequência, e acima de 100 rad/s se aproxima do polímero puro em frequências elevadas. Isto se deve ao fato do alinhamento preferencial das partículas de argila e das moléculas do polímero, no sentido do escoamento, oferecer menor resistência a deformação.<sup>5</sup>

**Figura 2** - Viscosidade Complexa em função da frequência angular para o BioPe e para os bionanocompósitos formados contendo 3 pcr de argila.



Nas Figuras 3 (a e b) estão apresentados os resultados de  $G'$  (módulo de armazenamento) e  $G''$  (módulo de perda) em função da frequência angular, para o BioPe e para os sistemas respectivamente, onde observa-se que comparado ao BioPe, o  $G'$  tende a aumentar com a presença de argila e sua inclinação (declividade) torna-se menor em baixas frequências, para os sistemas, podendo ser atribuído à tendência de formação de um pseudosólido, visto com a presença de argila aumenta as possibilidades de contato entre as partículas e/ou aglomerados de partículas dispersos na matriz polimérica. Já para o módulo de perda ( $G''$ ) (Figura 3 b) não houve aparentemente mudanças significativas entre os sistemas comparados ao BioPe, em toda faixa de frequência.

**Figura 3** - Módulo( $G'$ ) (a) e ( $G''$ ) (b) em função da frequência para o BioPe e os bionanocompósitos BioPe/argilas.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização por DRX dos argilominerais naturais, Brasgel e Vermiculita, evidenciou que as amostras estudadas apresentavam os principais elementos químicos em sua composição. As análises reológicas realizadas, sob regime oscilatório em baixas frequências, indicaram que a adição das argilas, nas duas composições, diminuiu tanto a viscosidade complexa, como os módulos de armazenamento e de perda, sugerindo então que houve a formação de uma rede estrutural de partículas e/ou de aglomerados. Vê-se então a importância de estudar as propriedades reológicas de compósitos e nanocompósitos para entender as suas características de processabilidade e da relação entre a sua estrutura e as suas propriedades. É possível também extrair informações sobre o estado de distribuição e de dispersão das partículas na matriz polimérica, embora ainda existam controvérsias sobre o tipo de estrutura formada.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. G. F. Brito; P. Agrawal; E. M. Araújo; T. J. A. Mélo. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, 2011, v.6.2, 127-139.
2. P. Agrawal; A. M. Alves; G. F. Brito; S. N. Cavalcanti; A. P. M. Araújo; T. J. A. Mélo. Effect of Ethylene-Methyl Acrylate Compatibilizer on the Thermo-Mechanical, Rheological, and Morphological Properties of Poly(Lactic Acid)/ Biopolyethylene/Clay Biocomposites. Polymer Composites, 2016, v.39, E164-E173.
3. S. N. Cavalcanti; A. M. Alves; P. Agrawal; M. P. Silva; A. P. M. Araújo; E. M. Araújo; T. J. A. Mélo. Effect of the Content of Organophilic Clays and Impact Modifier on the Mechanical Properties of Poly (lactic acid) PLA Biocomposites. Macromol. Symp. 2016, v.367, 76-81.
4. A. B. Martins; H. S. Ferreira; H. C. Ferreira; G. A. Neves. Desenvolvimento de argilas bentoníticas organofilizadas para uso em fluidos não aquosos de baixo conteúdo aromático. In Anais do 4<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, Campinas, 2007.
5. Lee, S. M.; Tiwari, D. Organo and inorgano-organo-modified clays in the remediation of aqueous solutions: An overview. Applied Clay Science, 2012, v.59-60, 84-102.