

MpoBel37-001

Reologia como ferramenta para avaliar a microestrutura de compósitos de borracha natural e sílica

Correia, C.A.(1); Scagliusi, S.R.(2); Freitas, F.L.S.(1); Neto, A.C.G.(3); Valera, T.S.(3);
(1) USP; (2) EP-USP; (3) Poli-USP;

A reologia pode ser uma ferramenta interessante para estudar a microestrutura de compósitos. Quando os ensaios são conduzidos no regime de viscoelasticidade linear (VEL), a reologia apresenta-se como uma técnica complementar às demais técnicas de caracterização microestrutural. Um dos principais ensaios de VEL é o cisalhamento oscilatório de pequenas amplitudes (SAOS). Neste trabalho a microestrutura de compósitos de borracha natural (NR) e sílica foram avaliadas por ensaios reológicos de SAOS. Foram utilizados três tipos de sílica: sílica precipitada de origem mineral (SPM), sílica precipitada da casca de arroz (SPA) e cinzas da casca de arroz (CCA). As borrachas e as cargas foram misturadas em misturador fechado, com e sem a adição de compatibilizante, bis[3-(trietoxisilil)propil]tetrasulfeto, e submetidas aos ensaios reológicos. Os ensaios de reologia foram realizados utilizando um analisador de processamento de borracha (RPA elite, TA Instruments). Foram realizados ensaios de varredura de deformação de 0,3 a 60%, a 100 oC, sob frequências de 17 e 0,02 Hz, para encontrar a faixa de deformação dentro do regime de VEL. Então, foram realizados ensaios de SAOS, variando-se a frequência de 50 a 0,002 Hz, a 100 oC e deformação de 2%. Os resultados indicaram que os compósitos com adição de sílica precipitada, tanto mineral quanto da casca de arroz, atuaram restringindo a movimentação das moléculas de borracha, uma vez que os valores de G' (módulo de armazenamento) e G'' (módulo de perda) são maiores do que os observados para a NR sem sílica, para toda a faixa de frequência estudada. Os valores de G' são sempre superiores ao de G'' , o que não foi observado para a NR, que apresentou comportamento terminal típico de materiais poliméricos, com clara tendência de inversão entre os valores de G' e G'' , a baixas frequências. Adicionalmente, foi observado que os valores de G' ficam praticamente constantes, a baixas frequências. E uma possível explicação para esse comportamento é que as partículas de sílica formaram uma rede tridimensional que impede que as moléculas de borracha relaxem completamente, ou seja, há uma dispersão efetiva das partículas de sílica entre as moléculas de borracha. Para os compósitos com adição das CCA o comportamento terminal foi mais acentuado, indicando que a carga facilitou a movimentação das cadeias de borracha, devido à presença de resíduos carbonosos, que podem atuar como lubrificantes, e que as partículas de sílica não estão finamente dispersas entre as moléculas de borracha. Após a compatibilização, os compósitos com adição de SPA e SPM apresentaram a mesma tendência que os compósitos sem compatibilizante, porém os valores dos módulos G' e G'' são menores, para toda faixa de frequência. Os resultados reológicos corroboraram o observado nas microestruturas obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV), confirmando que, efetivamente, esse ensaio pode ajudar na identificação do grau de dispersão de cargas em compósitos.