



NANOTECNOLOGIA

Borracha reforçada

Empresa cria material nanoestruturado composto de polímero e argila para aplicação em vários segmentos industriais

YURI VASCONCELOS

A expectativa é grande nos laboratórios da Orbys, empresa de pequeno porte fundada há quatro anos e atualmente abrigada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), localizado no *campus* da Cidade Universitária em São Paulo. Se tudo correr bem, ela começará, no próximo ano, a fabricação em escala comercial do Imbrik, um material composto de borracha natural e argila para ser empregado em produtos de vários segmentos industriais. Na indústria é comum a adição de argila à borracha na formulação, principalmente para reduzir o custo do composto. A novidade é a tecnolo-

gia da Orbys permitir que a argila seja finamente dividida, chegando a uma espessura nanométrica, que equivale a 100 mil vezes menos a espessura de um fio de cabelo. A mistura de argila nanométrica e borracha, denominada de nanocompósito, traz algumas vantagens ao produto. Chamado de Imbrik, ele possui, segundo a empresa, vários níveis de resistência e maleabilidade, ocupando uma faixa entre as borrachas crua e a vulcanizada, como a utilizada nos pneus. Ele poderá ser utilizado na fabricação de uma série de itens que usam borracha como matéria-prima como calçados, artigos esportivos, brinquedos, pneus e autopeças. Os primeiros volumes do novo material

serão destinados ao mercado em 2009 e deverão ser utilizados na fabricação de bolas de tênis e solados de sapato. “As negociações com os fabricantes desses materiais estão bem adiantadas. Estamos confiantes que os dois produtos estarão à disposição dos consumidores no próximo ano”, espera o engenheiro naval Eduardo Figueiredo, proprietário da Orbys. O preço do Imbrik, segundo o empresário, será equivalente ou, em alguns casos, inferior quando comparado aos tipos de borracha industriais concorrentes.

A história do Imbrik teve sua origem nos laboratórios do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Foi lá que o



**Bolas de tênis
com o novo
material
demoram mais
a murchar**

professor Fernando Galembeck e sua equipe começaram o desenvolvimento de uma nova substância ao mesclar borracha natural e argila. “O primeiro resultado experimental que levou a esse produto foi obtido pela pesquisadora Márcia Rippel, durante o seu trabalho de doutorado (finalizado em 2005). A parceria com a Orbys permitiu que percebêssemos algumas possibilidades de aplicação do nanocompósito e, ao mesmo tempo, nos ajudou a entender o que seria necessário para chegar aos produtos finais”, ressalta Galembeck.

O pesquisador também destaca nesse trabalho outro aspecto positivo da pesquisa, que foi a descoberta da estabilização do Imbrik por adesão eletrostática, fenômeno físico no qual as partículas negativas da borracha natural e da argila formam um sanduíche com um “recheio” de íons positivos (átomos com perda de elétron) do líquido onde esses dois materiais são imersos. “A adesão eletrostática é um mecanismo que já foi discutido na literatura, há décadas, mas andava meio desacreditado. Mostramos que ele é fundamental para a estabilização do produto. O curioso é ela ter sido descoberta antes de percebermos que a sua formação se deve, em grande parte, a esse mecanismo de

adesão. Nesse caso, como em muitos outros, a tecnologia veio antes da teoria e dos modelos científicos”, destaca Galembeck. Essa descoberta gerou artigos publicados em revistas científicas como o *Journal of Physical Chemistry, Chemistry of Materials e Polymer*.

A pesquisa foi bem-sucedida e resultou no depósito de duas patentes relativas ao processo de produção de nanocompósitos poliméricos com argilas esfoliadas, nome dado ao processo de separação das lâminas do mineral. Em dezembro de 2004, a Orbys adquiriu o direito exclusivo de exploração comercial da tecnologia. O contrato firmado com a Agência de Inovação (Inova) da Unicamp previa o pagamento de valores relativos ao direito de uso da patente e a *royalties* – as cifras são mantidas em sigilo pelas partes. Os *royalties* relativos a um porcentual das vendas do produto estavam previstos para começar a ser pagos dois anos depois do licenciamento, mas como aconteceu um atraso na finalização da tecnologia o pagamento foi postergado. Em julho deste ano, confiante no sucesso do produto, a Orbys solicitou a extensão da patente para outros países.

No licenciamento, a empresa assinou com a Unicamp um Convênio de

Cooperação Técnica visando ao aprimoramento do processo de produção e ao desenvolvimento de aplicações industriais dos nanocompósitos. “Levamos dois anos e meio para conceber o Imbrik e tornar o processo industrialmente viável. Foram necessários mais seis meses para chegarmos ao protótipo da bolinha de tênis, que ficou pronto em janeiro deste ano”, destaca Figueiredo. Em 2005, a empresa iniciou um programa de desenvolvimento de materiais à base de nanocompósitos poliméricos para a indústria de calçados com apoio do Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTeC) e da Unicamp. Desde o licenciamento, já foram investidos R\$ 2,5 milhões no desenvolvimento do Imbrik, sendo que a maior parte dos recursos, de R\$ 1,8 milhão, foi bancada pelo dono da Orbys. O restante corresponde a nove financiamentos obtidos em agências de fomento como FAPESP, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

Na FAPESP, a Orbys obteve a aprovação de quatro projetos do Programa Pesquisa Inovativa na Pequena e Micro



> OS PROJETOS

1. *Desenvolvimento de uma nova série de nanocompósitos de polímeros sintéticos e argilas do tipo montmorilonita, a partir dos látexes de borracha nitrílica, nitrílica carboxilada e estireno-butadieno*
2. *Desenvolvimento de aplicações para os nanocompósitos polímero/argila e seu processo de produção em escala industrial*

MODALIDADE

1. Programa Pesquisa Inovativa na Pequena e Micro Empresa (Pipe)
2. Programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas em Apoio à Inovação Tecnológica (RHAe-Inovação)

COORDENADORES

1. ARLETE TAVARES ALMEIDA - Orbys
2. EDUARDO FIGUEIREDO - Orbys

INVESTIMENTO

1. R\$ 350.678,00 (FAPESP)
2. R\$ 96.000,00 (CNPq)

Empresa (Pipe). Um deles encontra-se mais avançado, na segunda fase de execução, e é destinado ao desenvolvimento de nanocompósitos a partir de borrachas sintéticas, similares ao Imbrik. O projeto prevê o repasse de recursos da ordem de R\$ 300 mil que serão empregados em ensaios laboratoriais e na compra de equipamentos que viabilizem a planta piloto para escalonamento, com capacidade para produzir 1.300 quilos de nanocompósitos por mês. O auxílio do Sebrae foi usado para financiar ensaios do novo material no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), enquanto o CNPq concedeu duas bolsas para o desenvolvimento de blendas nanocompósitas formuladas a partir da mistura de dois ou mais polímeros ou borrachas com argila. Os recursos da Finep, por sua vez, foram empregados no fomento a pesquisas para a aplicação da nanotecnologia na produção de insumos para o setor calçadista e para a fabricação de adesivos a partir do nanocompósito polimérico e outros insumos para o setor calça-

disto. Essa última pesquisa não atingiu os resultados esperados no segmento de adesivos, porém ela foi importante para o desenvolvimento de solados e outras aplicações.

Argila em lâminas - Nanocompósitos poliméricos, como o Imbrik, são materiais formados pela combinação de um polímero (plástico ou borracha) e um composto inorgânico sintético ou natural, como a argila. Seu preparo pode ocorrer por mistura, adicionando argila ao látex natural ou sintético. O segredo do novo material, atóxico e fabricado com insumos naturais, está na melhoria de suas características físico-químicas. “Os grãos de argila são estruturados na forma de lâminas superpostas, que se assemelham a uma pilha de cartas de baralho. Essas lâminas, também chamadas de lamelas, são separadas numa dimensão nanométrica (equivalente a um milímetro dividido por um milhão de vezes) e misturadas ao látex. São essas lamelas que, ao aderir fortemente ao polímero, conferem a ele propriedades mecânicas superiores”, afirma a química



O Imbrik granulado, ao centro, para moldar sola de sapato e, ao lado, anel para molas industriais

Arlete Tavares Almeida, gerente de Pesquisa e Desenvolvimento da Orbys.

O Imbrik é um material translúcido e apresenta uma coloração que varia do bege-claro ao marrom. O insumo possui várias formas de apresentação, como emulsão (líquida), mantas, fardos e granulados. Suas propriedades mecânicas variam conforme as composições polímero-argila usadas na fabricação. Segundo a Orbys, entre as várias vantagens do nanocompósito polimérico vale ressaltar sua maior tensão de ruptura, maior estabilidade térmica – o que significa que suporta temperaturas mais elevadas sem degradar –, maior resistência à flexão e a esforços sem sofrer deformação. Ele também apresenta maior resistência química ante óleos e solventes e forma filmes mais perfeitos e menos porosos. Por fim, possui altas propriedades de barreira, o que significa redução da permeabilidade a gases em até 90%. Essa última característica chamou a atenção de um fabricante nacional de bolas de tênis, interessado em elevar a durabilidade e a resistência de seu produto, que é vendido a gra-

nel, sem a embalagem pressurizada que protege as bolas. “O Imbrik retém o gás no interior das bolas e aumenta sua vida útil”, explica a química Adriana De Donato, responsável pela área de produção industrial da Orbys. A perda do gás presente na bolinha é que faz com que ela murche e se torne inapropriada para o jogo. Uma empresa argentina também já demonstrou interesse pelo nanocompósito e está conduzindo testes com protótipos das bolinhas feitas com o material.

O nanocompósito polimérico da Orbys, segundo Figueiredo, está sendo avaliado por cerca de 30 indústrias de oito diferentes segmentos de mercado, entre as quais cinco grandes fabricantes de calçados. “Nosso parceiro no setor calçadista é o IBTeC, de Novo Hamburgo, no Rio Grande do Sul. Já fizemos protótipos do solado com o Imbrik e agora as indústrias de calçado estão realizando testes”, diz o dono da Orbys. Um forte apelo do solado é seu caráter ambientalmente correto. “Por não ser vulcanizado – e, assim, não levar enxofre –, como boa parte

das borrachas usadas em sapatos, ele pode ser considerado um material reciclável e reprocessável. Essas, por sinal, são características do Imbrik de uma forma geral”, explica Arlete. Além do látex de borracha natural, a Orbys está desenvolvendo uma linha de produtos que inclui nanocompósitos obtidos a partir de borrachas sintéticas.

A produção em larga escala do Imbrik não será feita pela Orbys, mas, sim, por uma indústria parceira. “A parte sensível do projeto, que consiste na esfoliação – ou separação em lâminas – da argila e preparação da suspensão, será realizada por nós. O restante do processo vai ser terceirizado. Já temos um memorando de intenções com um beneficiador de borracha no interior paulista”, afirma o dono da Orbys, ressaltando que prefere não divulgar o nome da empresa porque o contrato ainda não foi assinado. A produção inicial do produto está estimada em 25 toneladas mensais. Embora ainda não tenha fechado qualquer contrato de fornecimento, os planos para o futuro são ousados. “Em 2014 esperamos atingir a marca de 1.800 toneladas por ano, o que representará um faturamento de mais de R\$ 25 milhões”, afirma Figueiredo, que, antes de montar a Orbys, trabalhou por duas décadas nas áreas de telecomunicações, na indústria petrolífera, de defesa e exportação de *commodities* agrícolas. ■

► Artigos científicos

1. VALADARES, L. F.; LINARES, E. M.; BRAGANÇA, F. C.; GALEMBECK, F. Electrostatic Adhesion of Nanosized Particles: The Cohesive Role of Water. *Journal of Physical Chemistry C*. v.112, (23): 8534-8544. 2008.
2. BRAGANÇA, F.C.; VALADARES, L.F.; LEITE, C.A.P.; GALEMBECK, F. Counterion Effect on the Morphological and Mechanical Properties of Polymer-Clay Nanocomposites Prepared in an Aqueous Medium. *Chemistry of Materials*. v. 19, (13): 3334-3342. 2007.