

## MEMORANDO DE OFERTA TECNOLÓGICA

Nº PEDIDO INPI: BR 10 2012 01339  
DEPÓSITO EM 05/06/2012

COMPÓSITO DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO E PÓ DE BORRACHA DE PNEU PARA APLICAÇÃO EM INDÚSTRIA MOVELEIRA, AUTOMOTIVA E DE CONSTRUÇÃO CIVIL

### Inventores

Kelly Cristina de Castro, Luís Antonio Pinheiro, Adriane Bassani Soweck, Benjamim de Melo Carvalho

### Requerente

Universidade Estadual de Ponta Grossa

### Departamento

Engenharia de Materiais (DEMA)

## RESUMO

A presente invenção trata da obtenção de materiais compósitos de polímero termoplástico e pó de borracha oriundo do descarte de pneu. O processo de produção envolve a granulação do pó de borracha de pneu e a mistura com polímero termoplástico em uma extrusora mono ou dupla rosca, para granulação e posterior conformação em artefatos plásticos por processos de injeção, termoformagem, rotomoldagem e compressão, com aplicação na indústria moveleira, automotiva e de construção civil.

## DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

A elevação da frota nacional de veículos automotores aumentou a produção de pneus, que cresceu proporcionalmente ao número de veículos. Isso traz também consequências danosas ao meio ambiente e à saúde pública por meio do descarte inapropriado. Sendo que esse tipo de descarte representa ao menos três grandes riscos: elevada probabilidade de ocorrência de incêndios

devido à concentração de óleos na composição química dos pneus, além da presença de substâncias tóxicas presentes que se incineradas podem percolar no solo e atingir os lençóis freáticos e a forma dos pneus que favorece o acúmulo de água e a proliferação de animais vetores de doenças como a dengue e febre amarela.

Em meio a tantos problemas e com objetivo de minimizá-los, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estipulou uma meta na Resolução nº 416/2009 de que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as fabricantes e importadoras teriam que dar destinação correta a um pneu inservível. Diante dessa situação, evidencia-se a necessidade do desenvolvimento de tecnologias eficientes para reaproveitamento e reciclagem de pneus. Acredita-se que dentre as formas mais utilizadas para reaproveitamento e reciclagem de pneus a sua utilização na forma de pó para aplicação em misturas asfálticas ou em matrizes poliméricas sejam as mais vantajosas.

Neste último caso tem-se um compósito de matriz polimérica, que é um material constituído por uma matriz termoplástica e uma carga dispersa nesta, neste caso, o pó de borracha de pneu, de forma a se obter uma microestrutura multifásica.

## ASPECTOS INOVADORES

A concepção de um compósito está relacionada com a melhoria das propriedades finais do material com a utilização da carga. Comumente, um esforço mecânico a que o material é submetido é absorvido pela carga, que geralmente possui grande

resistência, para depois ser transmitida para a matriz. Isso ocorre porque as partículas de borracha dispersas na matriz termoplástica promovem o desenvolvimento de mecanismos de resistência, como bandas de cisalhamento e microfibrilamento.

### **VANTAGENS COMPETITIVAS**

O pneu é um dos produtos mais descartados no meio ambiente. A granulação deste material e posterior transformação em pó permite a utilização deste produto como reforço em materiais poliméricos termoplásticos, levando a um aumento na magnitude de propriedades mecânicas, como módulo elástico e resistência ao impacto.

Além de se conseguir um produto com maior valor agregado, por causa da adição do pó de borracha de pneu, a utilização deste material reduzirá o seu impacto no meio ambiente. Por conta das propriedades observadas, o compósito obtido pode ser empregado em peças de indústria moveleira (peças para apoios e acabamentos), da construção civil (tapumes e divisórias) e para a confecção de artefatos para a indústria automobilística (peças de acabamento externas e internas, como frisos e painel).

### **GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA**

A pesquisa já está desenvolvida e bem encaminhada, sendo que todos os resultados foram compilados para a elaboração da respectiva patente. Os mesmos foram publicados em um artigo científico que foi aprovado na revista

“Polímeros: Ciência e Tecnologia”, renomado periódico da área.

Referência: CASTRO, K. C.; PESSAN, L. A.; CANEVAROLO, S. V.; SOWEK, A. B.; Pinheiro, Luís A. Development and characterization of post-consumer rubber tire powder, high density polyethylene and ethylene-octene-1 copolymer ternary mixtures. *Polímeros*, v. 24, p. 654-660, 2014.

### **INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL – UEPG**

A Universidade Estadual de Ponta Grossa dispõe de um Complexo de Laboratórios Multiusuário (CLABMU) composto por vários laboratórios que abrigam equipamentos científicos de médio e grande porte, dos quais se destacam:

- Microscópio de força atômica Shimadzu;
- Espectrofotômetro de espalhamento Raman;
- Espectrofotômetro de absorção atômica Varian (modos de chama e forno de grafite);
- Espectrofotômetro UV/VIS;
- Espectrofotômetro de infravermelho;
- Difrátômetro de raios X;
- Sistema de liquefação de nitrogênio;
- Ultrafreezer;
- Ultracentrífuga refrigerada;
- Liofilizador.

### **APARATO EXPERIMENTAL**

Para além do CLABMU, as atividades são suportadas pelo seguinte aparato experimental:

#### **Caracterização Físico-Química**

- Analisador de área superficial QUANTACHROME;
- Granulômetro a laser CILAS 920;
- Equipamento de análise térmica diferencial e gravimétrica NETZSCH STA 409;
- Dilatômetro NETZSCH 402;
- Fotômetro de chama MICRONAL;
- Porosímetro de mercúrio MICROMERITCS;
- Picnômetro de hélio ULTRACHROME, para medida de densidade real de sólidos;
- Difratorômetro de raios X SHIMADZU XRD 6000;
- Espectrofotômetro de fluorescência de raios X SHIMADZU EDX-700X;
- Espectrofotômetro de infravermelho NICOLET NEXUS 470;
- Analisador termomecânico TA 2940;
- Equipamento de calorimetria diferencial de varredura (DSC) SHIMADZU TA 60;
- Câmara de envelhecimento de polímeros;
- Espectrofotômetro UV-VIS.

### Caracterização Elétrica e Térmica

- Impedancímetro SOLARTRON;
- Fonte de tensão estabilizada;
- Fonte de alta tensão KEITHLEY;
- Equipamento para determinação de condutividade térmica por Laser Flash.

### Caracterização microestrutural

- Microscópio óptico metalográfico OLYMPUS;
- Microscópio óptico de reflexão e transmissão OLYMPUS com câmara CCD;
- Microscópio estereoscópio LEICA (150X);
- Microscópio eletrônico de varredura SHIMADZU SS 550, com sistema EDS acoplado.

### Caracterização Mecânica

- Máquina universal SHIMADZU AUTOGRAPH AGS (10 kN);
- Máquina universal SHIMADZU AUTOGRAPH AGS (250 kN);
- Máquina de ensaio mecânico NANNETI;
- Abrasímetro SERVITECH;
- Microdurômetro SHIMADZU HMV2;
- Microdurômetro LEICA;
- Durômetro Vickers e Brinell;
- Durômetro Shore;
- Máquina de ensaio Charpy;
- Máquina de fluência.

### Processamento de Materiais

- Equipamento para processamento de materiais compósitos por "squeeze casting";
- Fornos para sinterização JUNG e EDG (1200°C);
- Fornos para sinterização JUNG (1400 °C);
- Forno tubular LINDBERG (1100 e 1700 °C);
- Fornos tipo box LINDBERG (1700 °C);
- Forno para queima rápida;
- Forno para sinterização de metais;
- Equipamento para fabricação de filmes poliméricos por "dip coating";
- Prensa hidráulica NANNETI (30 t);
- Prensa isostática SCHULZ;

- Prensas (10 e 15 t);
- Moinho tipo martelo;
- Moinho excêntrico;
- Moinhos de bolas;
- Mini *Spray Drier*;
- Maromba de laboratório;
- Viscosímetro (cinemática com banho térmico);
- Injetora de termoplásticos BOY-55T;
- Extrusora de rosca simples;
- Viscosímetro BROOKFIELD;
- Laminador de metais;
- Moinho de alta energia SPEX 8000;
- Moinho com acessórios ATTRITOR;
- Moinho planetário FRISTCH;
- Câmara para micro espumação.

### Corrosão em Materiais

- Potenciostato/galvanostato e impedancímetro AUTOLAB.

## DADOS DOS INVENTORES

### Prof. Dr. Luís Antonio Pinheiro

Professor adjunto do Departamento em Engenharia de Materiais e professor permanente do Programa em Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais, ambos da UEPG. É bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora nível 2 do CNPq. Graduado em Engenharia de Materiais pela UEPG e doutor em Ciência de Materiais pela UFSCar. Possui como linhas de pesquisa o estudo de reciclagem de materiais poliméricos; reaproveitamento de resíduos sólidos não perigosos; processamento de polímeros; produção de blendas, compósitos e nanocompósitos; e obtenção e aplicação de nanocelulose.

### Prof. Dra. Adriane Bassani Sowek

Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1995), mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais pela

Universidade Federal de São Carlos (1998) e doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (2003). É professora Adjunta da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e desenvolve a pesquisa com o título “Processamento e Caracterização de Polímeros”. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais com destaque em Polímeros, atuando principalmente nos seguintes temas: processamento, tenacificação, caracterização mecânica, térmica, termo-mecânica e morfológica de materiais poliméricos e misturas poliméricas; reciclagem e reaproveitamento de resíduos.

**Prof. Dr. Benjamim de Melo Carvalho**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1991), doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1998), com doutorado sanduíche pelo CNPq – Department of Polymer Engineering, The University of Akron, Ohio, USA (1997). Professor Associado do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Estadual de Ponta Grossa e Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais – UEPG. Ex-Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UEPG no período de setembro de 2006 a agosto de 2014. Atua nas seguintes linhas de pesquisa: Otimização via simulação e estudos experimentais dos processos de moldagem por injeção e rotomoldagem;

solidificação de polímeros durante processamento; nanocompósitos de matrizes termoplásticas; obtenção e aplicação de nanocelulose.

**Msc. Kelly C. de Castro**

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Centro de Ensino Superior de Campos Gerais (CESCAGE) e mestre em Engenharia e Ciência de Materiais pela UEPG. ■

**TIPO DE COLABORAÇÃO SOLICITADA**

Licenciamento da patente. Produção experimental em escala semi-industrial. Industrialização.

**FONTE DE FINANCIAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA**

Nacional. A invenção compreende os resultados das atividades desenvolvidas, no âmbito de investigação científica de mestrado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia e Ciências de Materiais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, sob financiamento da CAPES, Fundação Araucária e CNPq. ■

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA & Agência de Inovação e Propriedade Intelectual – AGIPI**

Avenida General Carlos Cavalcanti, N° 4748  
84.030-900 Uvaranas, Ponta Grossa – Paraná, BR  
Telefone: (42) 3220-3263; E-mail: agipi@uepg.br

**Local e Data:**

PONTA GROSSA, 8 DE SETEMBRO DE 2015.

O conteúdo deste documento não pode ser duplicado, usado ou publicado, no total ou em sua parte, para qualquer outro propósito que não de avaliação do potencial comercial da patente.

Este documento não tem valor legal, sendo meramente informativo. Em caso de conflito entre este documento e os contratos assinados pelo cliente com a UEPG, o contrato anula o que está contido neste documento.