

## MEMORANDO DE OFERTA TECNOLÓGICA

Nº PEDIDO INPI: BR 10 2016 011306-7  
DEPÓSITO EM 18/05/2016

PROCESSO DE OBTENÇÃO DE TECIDO TRATADO  
COM ÓXIDO DE CHUMBO PARA PROTEÇÃO  
CONTRA RAIOS X

### Inventores

Carolina Tiek Magalhães Kishimoto, Rosilene Aparecida  
Prestes e Luís Antonio Pinheiro

### Requerente

Universidade Estadual de Ponta Grossa

### Departamento

Engenharia de Materiais (DEMA)

## RESUMO

A presente invenção trata do processo de obtenção de tecido revestido de óxido de chumbo de atuar como barreira para radiação X. Os estudos de barreira de radiação X. Os estudos de barragem de radiação mostraram que o material produzido, utilizado tanto o tecido de algodão quanto o de poliéster, possui um maior coeficiente de atenuação mássico quando comparado ao avental de chumbo utilizado atualmente. Este coeficiente relaciona a densidade do material e a sua capacidade de barrar a radiação X. Pode-se considerar o tecido modificado como tendo eficiência superior ao avental de chumbo, quando comparados os coeficientes de atenuação mássica, densidade e custo de produção. Estas características conferem ao produto potencial extremamente elevado de comercialização nas áreas de saúde e equipamentos de proteção individual.

## DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

A radiação X é caracterizada como altamente ionizante (que ioniza átomos e moléculas), sendo,

portanto carcinogênica e possivelmente teratogênica, podendo danificar a célula e o material genético (DNA), tornando indispensável o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) durante a utilização da radiação. O elemento mais utilizado como blindagem de raios X é o chumbo, devido a sua eficiência e abundância na crosta terrestre. O material desenvolvido nesse trabalho consiste de uma fina camada de óxido de chumbo sobre as fibras de tecido usadas no dia a dia, como algodão e poliéster. A adsorção baseia-se no tratamento do tecido, dependente do tipo de tecido utilizado, a fim de criar grupos químicos onde o chumbo possa ficar adsorvido. O tecido então passa por um processo de oxidação, para a fixação do óxido de chumbo nas fibras. Dessa forma a camada formada, em escala micrométrica, impede que os raios X passem pelo tecido.

## ASPECTOS INOVADORES

**Utilização de menor quantidade de chumbo, conseqüentemente, fabricação de um vestuário três vezes mais leve, e uma eficiência de blindagem de raios X semelhante aos EPI utilizados atualmente.**

A produção de EPI contra raios X é feita a partir de um composto de borracha onde o chumbo atua como elemento protetor, fabricados na forma de aventais. Entretanto, a quantidade de chumbo utilizada é muito grande o que torna o material pesado e de difícil manipulação, além do alto custo cobrado pela vestimenta. O tecido recoberto com óxido de chumbo possui uma camada milimétrica do metal sobre as fibras, que são sobrepostas no processo de tear, proporcionando o material a

propriedade de blindagem de radiação. Isso faz com que o aparato seja mais leve, barrando a mesma quantidade de radiação que os aventais produzidos atualmente. O custo para produção também é reduzido, pois não é necessária a utilização de altas temperaturas, como por exemplo, no caso do compósito de chumbo.

#### GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA

**Resultados Laboratoriais:** Com vistas ao desenvolvimento dos referidos produtos, o trabalho experimental consistiu na preparação das fibras de tecido recobertas com óxido de chumbo, nos laboratórios do Departamento de Química e as amostras obtidas foram caracterizadas no laboratório multiusuários da UEPG (C-Labmu) pelas técnicas de difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura acoplada à análise de energia dispersiva de raios X (MEV-EDX), Espectroscopia de Infravermelho por refletância com Transformada de Fourier (FTIR), imageamento por raios X clínico e medida de blindagem de radiação utilizando contador Geiger. Os resultados indicam que houve a deposição de óxido de chumbo sobre a superfície das fibras do tecido. O material produzido é três vezes mais leve que os aventais utilizados atualmente barrando uma quantidade aproximadamente igual de radiação.

#### 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;
- Difratorômetro 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 HVM2;
- 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

#### Dr. Jarem Raul Garcia

Bacharel em Química formado pela Universidade de São Paulo (1994), Mestre em Ciências (com ênfase em Físico-Química) pela Universidade de São Paulo (1997) e Doutor em Ciências (com

ênfase em Físico-Química), também pela Universidade de São Paulo (2002). Atualmente é professor adjunto no Departamento de Química da UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Eletroquímica, e Química de Interface atuando principalmente em temas relacionados com a preparação eletroquímica de polímeros condutores e sua aplicação em dispositivos fotovoltaicos e em temas relacionados com o tratamento e proteção de superfícies metálicas. É autor e/ou co-autor de mais de 70 artigos científicos e 5 patentes, sendo estas: Célula Orgânica com efeito transparente e de baixo custo, (2016). Processo de obtenção de tecido protetor contra raios X tratado com óxido de chumbo (2016). Processo de recuperação de metais e componentes de PCI via redução eletroquímica (2016). Preparação de Folhas de Grafeno a partir de Grafite de Baixa Cristalinidade Proveniente de Diferentes Tipos de Resíduos.2013 (BR 10 2013 019478 6). Processo de preparação de filmes finos ou ultrafinos e nanocompósitos de nanopartículas de óxidos metálicos e/ou metais impregnados e/ou depositados em substratos vítreos, poliméricos, madeiras, metais e outros. 2008 (PI0004642). Filmes LBLS contendo PPV ancorado ao híbrido silano-Pt utilizados na determinação simultânea de dopamina e interferentes. 2012, Brasil. (PI06538). Processo de Incorporação Consecutiva de Nanopartículas de Prata e Nanopartículas de Óxido de Zinco Sobre Diferentes Tipos de Tecidos. 2013, Brasil. (PI0170356). Processo de separação das camadas de PEBD.AL.PEBD para reciclagem de embalagens cartonadas longa vida através do uso

de uma solução composta por uma mistura de ácidos orgânicos e inorgânicos. 2011, Brasil. (PI0001689), sendo esta já licenciada para a empresa Zero Resíduos (<http://www.zeror.com.br/noticias/zero-residuos-e-uepg-celebram-acordo-de-cooperacao-tecnico-cientifica/>).

#### **Dr<sup>a</sup> Karen Wohnrath**

Possui graduação em Licenciatura e Bacharelado em Química pela Universidade Federal do Paraná (1992), mestrado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1995) e doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1999). Atualmente é professor associado da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR (UEPG). Tem experiência na área de Síntese de Complexos Inorgânicos e Compósitos, com ênfase na Aplicação destes Materiais para o desenvolvimento de Eletrodos Modificados obtidos pela técnica Langmuir-Blodgett, pasta de carbono e Layer-by-Layer. É autora e/ou coautora de mais de 70 artigos científicos e 3 patentes: Preparação de Folhas de Grafeno a partir de Grafite de Baixa Cristalinidade Proveniente de Diferentes Tipos de Resíduos. 2013 (BR 10 2013 019478 6). Processo de preparação de filmes finos ou ultrafinos e nanocompósitos de nanopartículas de óxidos metálicos e/ou metais impregnados e/ou depositados em substratos vítreos, poliméricos, madeiras, metais e outros. 2008 (PI0004642). Filmes LBLs contendo PPV ancorado ao híbrido silano-Pt utilizados na determinação simultânea de dopamina e interferentes. 2012, Brasil. (PI06538). Processo de separação das camadas de

PEBD.AL.PEBD para reciclagem de embalagens cartonadas longa vida através do uso de uma solução composta por uma mistura de ácidos orgânicos e inorgânicos. 2011, Brasil.(PI0001689). Processo de obtenção de tecido protetor contra raios X tratado com óxido de chumbo, (2016).

#### **Dr<sup>a</sup>. Christiana Andrade Pessoa**

Possui mestrado (1997) e doutorado (2001) em Química pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Tem experiência na área de Química Inorgânica, com ênfase em sílica gel modificada com óxidos metálicos e no desenvolvimentos de eletrodos modificados. Vem atuando principalmente nos seguintes temas: eletrodos de pasta de carbono, filmes finos (LBL, self assembly) e aplicação de técnicas voltamétricas.

#### **Dr. Fábio Santana dos Santos**

Bacharel em Química Tecnológica (com Ênfase em Química Ambiental), formado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2007. Mestre em Química Aplicada também pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2009. Doutor em Físico-Química no Curso de Doutorado em Química Associação Ampla UEL/UEPG/UNICENTRO. Atua principalmente nos seguintes temas: polímeros condutores, dispositivos emissores de luz (OLEDs), PPV. Participa atualmente de 4 projetos de pesquisa financiados pelas agências CAPES, CNPq e Função Araucária nas áreas de química de superfície e produção materiais aplicados a dispositivos fotovoltaicos. Coautor de 2 patentes:

Preparação de Folhas de Grafeno a partir de Grafite de Baixa Cristalinidade Proveniente de Diferentes Tipos de Resíduos.2013 (BR 10 2013 019478 6). Processo de separação das camadas de PEBD.AL.PEBD para reciclagem de embalagens cartonadas longa vida através do uso de uma solução composta por uma mistura de ácidos orgânicos e inorgânicos. 2011, Brasil.(PI0001689).

**Msc Gustavo Marciniuk**

Bacharel em Química Tecnológica com ênfase em Química Ambiental, 2009, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, sob orientação do prof. Dr. Jarem Raul Garcia em TCC e projeto de IC, trabalhando com Eletroquímica e dispositivos híbridos orgânicos. Mestre em Química Aplicada, 2014, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, sob orientação do Prof. Dr. Jarem Raul Garcia, com o projeto intitulado Preparação de compósitos ternários formados por óxido de metal de transição/polímero condutor/carbono amorfo para aplicação em supercapacitores. Atualmente, doutorando em Físico-Química no programa associado de pós-graduação em química - UEL/UEPG/UNICENTRO, trabalhando com compósitos ternários baseados em óxido de grafeno óxido de manganês e polímeros condutores, aplicados como dispositivos eletroquímicos de armazenamento de energia.

**Msc. Rodolfo Thiago Ferreira**

Aluno do 3º ano do curso de Doutorado em Química Associado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Possui experiência em Química e Astronomia. Em Química, faz parte do

Grupo de Desenvolvimento de Eletrodos Modificados (GDEM), atuando nas áreas de Eletroquímica, Eletroanalítica, Química Ambiental e Polímeros Condutores. Em Astronomia, faz parte da equipe responsável pelo Observatório Astronômico da UEPG, atuando nas áreas de Espectroscopia Óptica e divulgação científica em astronomia. É coautor de 3 patentes: Preparação de Folhas de Grafeno a partir de Grafite de Baixa Cristalinidade Proveniente de Diferentes Tipos de Resíduos.2013 (BR 10 2013 019478 6). Processo de separação das camadas de PEBD.AL.PEBD para reciclagem de embalagens cartonadas longa vida através do uso de uma solução composta por uma mistura de ácidos orgânicos e inorgânicos. 2011, Brasil.(PI0001689). Processo de obtenção de tecido protetor contra raios X tratado com óxido de chumbo (2016).

**Msc. Alex Vieira Pedroso**

Bacharel em Química Tecnológica com ênfase em Química Ambiental (2012) e mestre em Química Aplicada na área de química de materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2015). Atuou como químico de P&D na empresa Águia Química Ltda. para otimização de resinas sintéticas aplicadas comercialmente em revestimentos e compósitos. Atualmente é doutorando do Programa Associado de Pós-Graduação em Química UEL/UEPG/Unicentro, onde desenvolve materiais fotoativos para aplicação em células solares orgânicas com ênfase na utilização de matérias-primas de baixo custo e proveniente de fontes renováveis.

**Rodolfo Bonoto Estevam**

Bacharel em Química Tecnológica com ênfase em Química Ambiental pela universidade Estadual de Ponta Grossa (2016). Atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química Aplicada pela UEPG, desenvolvendo a pesquisa na preparação de *Quantum Dots* de carbono com propriedades luminescentes e a aplicação em célula solares sensibilizadas por corantes. É o autor da patente Processo de obtenção de tecido protetor contra raios X tratado com óxido de chumbo, (2016) BR 10 2016 011306 7. ■

contratos assinados pelo cliente com a UEPG, o contrato anula o que está contido neste documento.

**TIPO DE COLABORAÇÃO SOLICITADA**

**Proposta de Parceria.** Esta tecnologia esta em fase de licenciamento para uma sociedade de Propósitos Científicos com o grupo de pesquisa GGAETS. Posteriormente busca-se a produção experimental em escala semi-industrial. Industrialização.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
AGÊNCIA DE INOVAÇÃO E PROPRIEDADE  
INTELLECTUAL – AGIPI**

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

**PONTA GROSSA, 20 DE SETEMBRO DE 2013.**

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