



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102020014600-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102020014600-9

(22) Data do Depósito: 17/07/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 05/01/2021

(51) Classificação Internacional: C04B 35/16; C04B 35/645; G21F 1/06.

(52) Classificação CPC: C04B 35/16; C04B 2235/448; C04B 2235/34; C04B 35/645; G21F 1/06.

(54) Título: COMPÓSITO FORMADO COM MISTURA DE PÓ DE CHUMBO E PÓ DE BARITA PARA REVESTIR PEÇAS CERAMICAS A FIM DE ATENUAR RADIAÇÃO X, E O SEU PROCESSO DE ELABORAÇÃO

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 75095679000149. Endereço: RUA JOÃO NEGRÃO, 280 2O ANDAR, CURITIBA, PR, BRASIL(BR), 80010-200, Brasileira; UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 75101873000190. Endereço: Avenida Sete de Setembro 3165, Curitiba, PR, BRASIL (BR), 80230901

(72) Inventor: GLADIS APARECIDA GALINDO REISEMBERGER DE SOUZA; RAMÓN SIGIFREDO CORTÉS PAREDES; FRIEDA SAICLA BARROS; CARLOS DALMASO NETO.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 17/07/2020, observadas as condições legais

Expedida em: 10/05/2022

Assinado digitalmente por:  
**Alexandre Dantas Rodrigues**

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



## **COMPÓSITO FORMADO COM MISTURA DE PÓ DE CHUMBO E PÓ DE BARITA PARA REVESTIR PEÇAS CERAMICAS A FIM DE ATENUAR RADIAÇÃO X, E O SEU PROCESSO DE ELABORAÇÃO**

### Campo de invenção

[001]. Desenvolvimento de compósito, de uma mistura de pó de chumbo reciclado com pó de barita, compactados e fundidos por sinterização, este material pode ser utilizado como revestimento (pela tecnologia de Aspersão Térmica) de peças cerâmicas para atenuação dos raios X.

### Fundamentos da Invenção e Estado da Técnica

[002]. Radiação ionizante é um problema sério no que diz respeito a saúde das pessoas, e a evolução das tecnologias na área radiológica está avançando sempre, sendo necessário que a proteção radiológica a acompanhe, seja na proteção das pessoas envolvidas no processo, bem como no custo de materiais, facilidade na construção civil e reformas. Hoje, para proteção radiológica nestes ambientes, utilizam-se placas de chumbo recheando paredes e também camadas muito grossas de concreto baritado o que dificulta reforma, mudança ou nova construção de locais para diagnósticos por raios X. Desta forma, observando isto, fomos motivados a trabalhar para criar um produto que pudesse facilitar em todos estes aspectos, formando um material em pó que pudesse ser utilizado como revestimento para proteção radiológica.

[003]. Assim desenvolveu-se um compósito que é a junção de dois materiais, o Pb reciclado e a BaSO<sub>4</sub>. A necessidade de proteção do trabalhador, ou do indivíduo que utiliza radiação ionizante, como meio de diagnóstico ou de ferramenta de trabalho, é algo bastante complexo, porém extremamente indispensável. Na redução de custos e redução do

impacto ambiental, os resíduos de chumbo em pó que são reutilizados (e.g., baterias velhas) misturados aos pós de barita, foram usados como material atenuante para ambientes onde são empregadas as radiações ionizantes.

[004]. Barros (2009)<sup>1</sup> propôs em sua Tese de doutorado um material em pó de chumbo com depósito do mesmo em placa metálica, por aspersão térmica, obtendo bons resultados de atenuação, no entanto, pode-se minimizar os efeitos tóxicos do chumbo encapsulando-os em material em pó de barita e foi o que este trabalho propôs tendo ótimos resultados de atenuação. O material proposto para revestimento, após sinterização da mistura, foi uma proposta inovadora, no que diz respeito a sua viabilidade, à praticidade de aplicação na construção ou reforma de uma sala onde se utiliza radiação ionizante. Além disso a questão do aproveitamento do descarte de chumbo é interessante para os cuidados com o meio ambiente. Portanto o produto desenvolveu-se a partir de possibilidade de revestir cerâmica.

Existem estudos e registros de Patentes de pó de chumbo com pó de barita, cujas numerações são: CN107629578A e WO2015199276A1 que demonstram um tipo de mistura com os materiais barita e chumbo com álcool polivinílico e pó de cálcio, que não estão associados com material e método utilizado no desenvolvimento deste composto.

[005]. Além da praticidade adquirida com este material, o objetivo é também proporcionar a reciclagem de resíduos de chumbo para a mistura dos materiais, já que é possível reutilizar o chumbo de baterias, pilhas, e outros objetos feitos do mesmo. A contaminação do meio ambiente por materiais tóxicos, como é o caso do chumbo e a logística do descarte, é um assunto de extrema importância, e estes materiais, como baterias e afins, podem ser transformados em pó e reutilizados para confecção de revestimento atenuante para proteger os indivíduos das radiações ionizantes.

### Descrição detalhada da Invenção

[006]. Os materiais iniciais utilizados foram o Pb e BaSO<sub>4</sub> ambos em pó, misturados, em um misturador chamado de misturador Y, compactados no interior de uma matriz onde se colocou uma pressão em cima da mistura dos pós e sequencialmente houve sinterização em um forno com a temperatura de 700°C, por três horas. Na compactação os pós se aglomeraram e tornaram-se muito bem compactados, na sinterização os pós se agregaram formando uma massa com aparência de pedra, de cor amarela esverdeada, conforme ilustra a Figura 1. A pedra foi moída, num moinho e peneirada, utilizando-se peneiras apropriadas para granulometrias e assim obteve-se grãos na faixa de +63 -180 micrometros, i.e., maior que 63 µm menor que 180 µm.

[007]. Para a caracterização do compósito, foi realizada a difratometria de raios X, encontrando as fases do mesmo, ilustradas na Figura 6 e demonstradas na Tabela 1, abaixo.

TABELA 1 - FASES IDENTIFICADAS DA MISTURA DO PÓ DE BARITA COM PÓ DE CHUMBO

| Composição | Mineralógica                          | Quantidade (%) |
|------------|---------------------------------------|----------------|
| Barita     | BaSO <sub>4</sub>                     | 29,3           |
| Coesita    | SiO <sub>2</sub>                      | 58,5           |
| Galena     | PbS                                   | 5,1            |
| Blixita    | Pb <sub>2</sub> ClO <sub>2</sub> (OH) | 7,1            |

FONTE: A autora.

[008]. Com os resultados da análise por difratometria de raios X pode-se organizar o modelo matemático realizado pelo programa XCOM3 e o traçado das curvas de atenuação para a comparação do

material compósito (mistura formada Gladizite) com o chumbo, material de referência.

[009]. Avaliando-se as curvas de atenuação em massa, da mistura adquirida juntamente com a do chumbo, que é material de referência, pode-se afirmar que o chumbo é mais atenuante, quando se refere a exposição aos raios X, no entanto a fase Gladizite está próxima da curva do chumbo e atinge um bom desempenho quanto a atenuação da radiação X. O gráfico do estudo se apresenta na Figura 7.

[010]. O propósito do compósito é revestir peças cerâmicas por meio da tecnologia de Aspersão Térmica, a fim de atenuar a radiação X, fixando as mesmas nas paredes das salas de exames, em clínicas médicas, hospitais, consultórios odontológicos e ambientes industriais.

#### Descrição das figuras

[011]. Figura 1 - Aglomerado obtido pela mistura de chumbo e barita após sinterização.

[012]. Figura 2 - Microscopia eletrônica de varredura (MEV), material moído.

[013]. Figura 3 - MEV do material moído.

[014]. Figura 4 - MEV do material moído.

[015]. Figura 5 – Imagem de elétrons.

[016]. Figura 6 - Difractometria de raios x, das misturas do pó de barita com o pó de chumbo.

[017]. Figura 7 - Curvas de atenuação em massa x energia para material de referência e compósito referente aos pós misturados.

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Compósito formado com mistura de pó de chumbo e pó de barita **caracterizado por** conter:
  - a) Pelo menos 29,3% de Barita ( $\text{BaSO}_4$ );
  - b) Pelo menos 58,5% de Coesita ( $\text{SiO}_2$ );
  - c) Pelo menos 5,1% de Galena ( $\text{PbS}$ );
  - d) Pelo menos 7,1% de Blixita ( $\text{Pb}_2\text{ClO}_2(\text{OH})$ ).
  
2. Compósito formado com mistura de pó de chumbo e pó de barita, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** atenuar radiação x.
  
3. Processo para elaboração de compósito formado com mistura de pó de chumbo e pó de barita, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** conter as etapas:
  - a) Mistura de chumbo reciclado em pó com barita em pó em um misturador Y acoplado em um torno com rotação realizada por uma hora;
  - b) Compactação da mistura no interior de uma matriz onde se colocou pressão sobre a mesma;
  - c) Sinterização e fundição do material misturado em um forno com a temperatura de  $700^\circ\text{C}$ , por três horas, fundindo os pós que se transformaram num material com aparência de pedra;
  - d) Moagem do material resultante da fundição em um moinho;
  - e) O pó formado é peneirado para granulometria esperada.

## FIGURAS

FIGURA 1



FIGURA 2

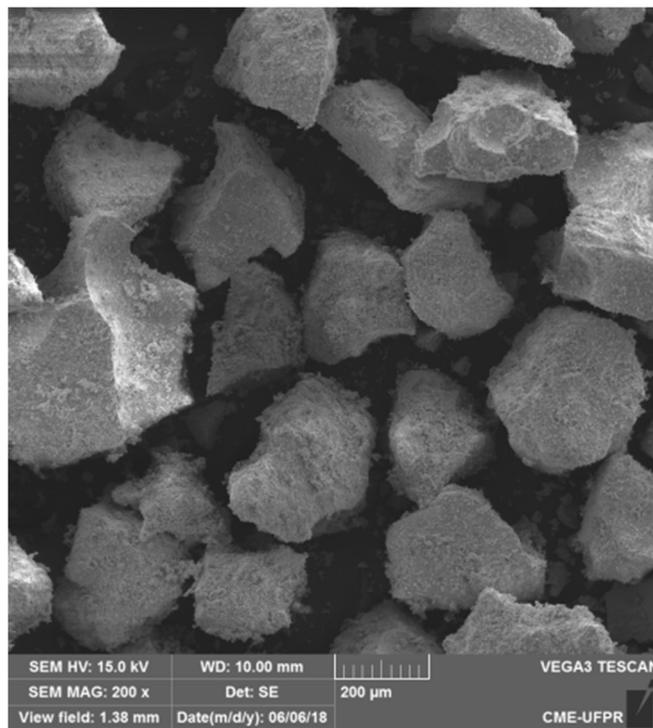


FIGURA 3

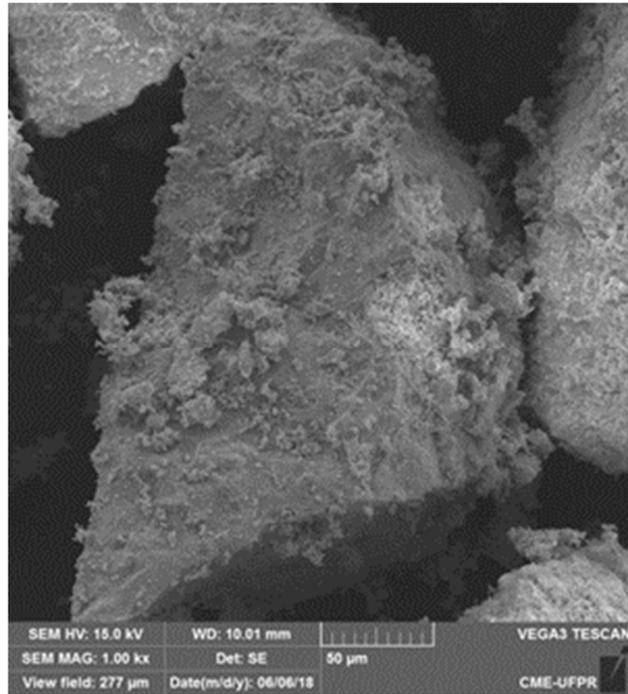


FIGURA 4

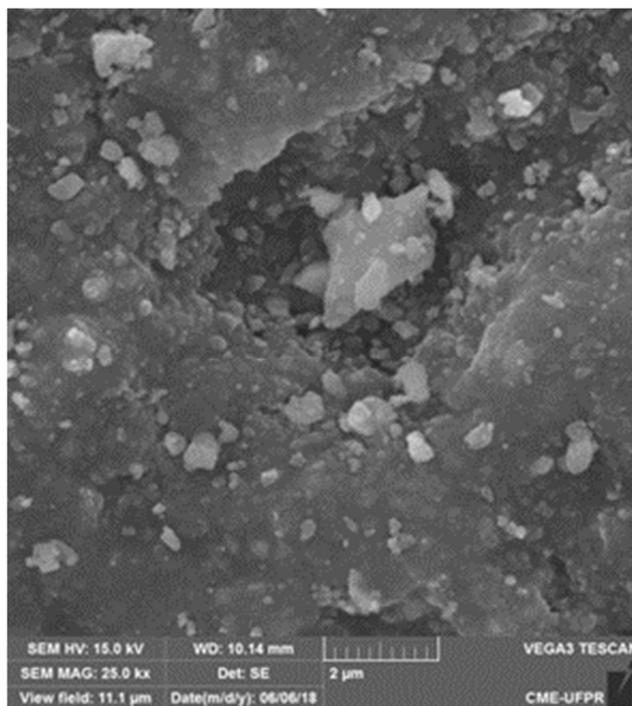


FIGURA 5

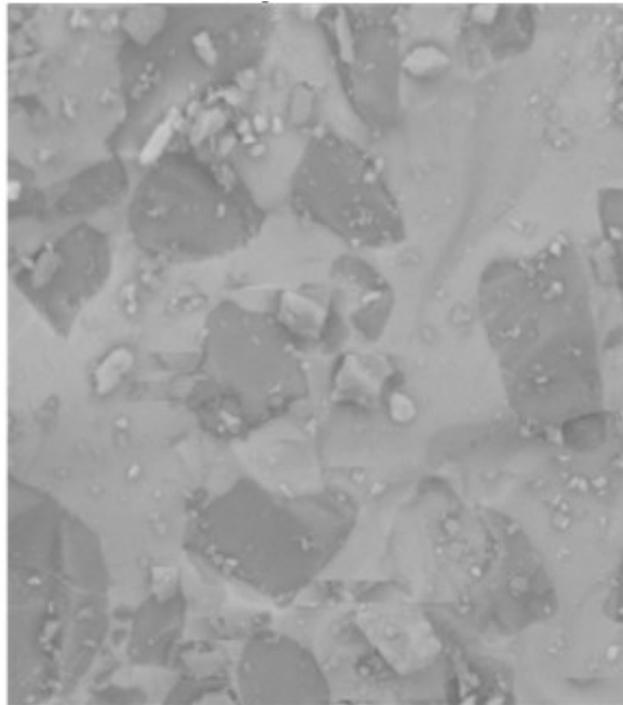


FIGURA 6

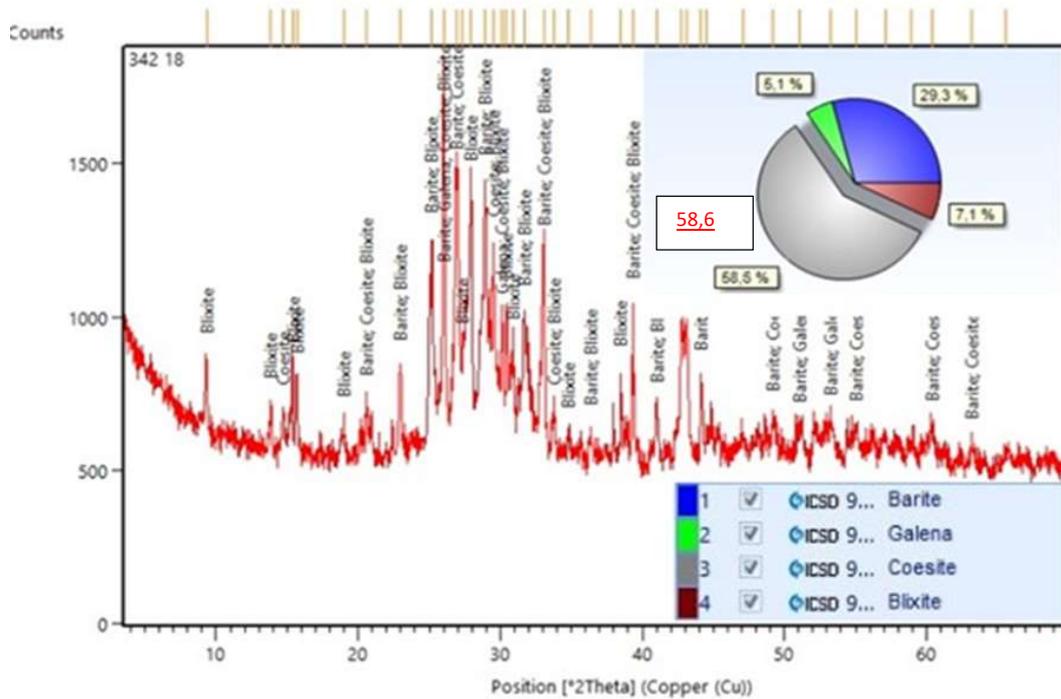


Figura 7

