

Tinta condutora de baixo custo à base de pó de grafite

Low cost conductive ink based on graphite powder

⁽¹⁾ Bruno Rangel dos Santos, brunoorangel@gmail.com

⁽¹⁾ Lidiane Gomes da Silva, g.lidiane@yahoo.com.br

⁽¹⁾ Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Av. Dr. Antônio Braga Filho, nº 687, Porto Velho, Itajubá – Minas Gerais.

Recebido: 10 de Maio de 2018; Revisado: 06 de Agosto de 2018.

Resumo

Com o avanço das tecnologias na área de eletrônicos, uma das invenções que vem ganhando espaço é a tinta condutora. Material a base de carbono e polimetilmetacrilato, que conduz eletricidade chegando a 12 VDC. Neste contexto tem-se como princípio da pesquisa confeccionar uma tinta condutora com a utilização de materiais de baixo custo, para aplicação em Engenharia Elétrica. O material produzido pode ser utilizado no isolamento de superfícies, confecção de trilhas de circuitos simples e melhoramento de algumas, com diversas outras aplicações. Com a utilização de materiais de baixo custo e a facilidade de produção desta tinta viabilizam a aplicação da mesma, sendo que este material pode ser encontrado no mercado com um preço variando entre R\$79,9 e R\$22,00 10mL. Foram utilizados os seguintes materiais no preparo da tinta condutiva: verniz, grafeno (pó de grafite) e um solvente. Neste contexto este trabalho visa produzir uma tinta com baixo custo e boa qualidade. No processo da produção da tinta, foi utilizado o pó de carbono (pó de grafite), que apresenta baixo custo e facilidade de se encontrar no mercado, e um verniz sem pigmentação (marcas: Colorama® e Sparlack®) e um solvente (aguarrás da marca Natrieli®). Inicialmente verificou-se a massa efetiva de verniz após a evaporação do solvente, para tanto pincelou-se e pesou-se 5 amostras de cada verniz sobre uma superfície quadrada laminada (2,00 x 2,00cm), totalizando 10 amostras. Logo após 48 horas as lâminas foram novamente pesadas. Analisou-se ambos os vernizes e devido a sua baixa rendimento que chega a 34,1%, o verniz da marca Colorama® foi descartado, já que o da marca Sparlack® tem rendimento de 52,6%. Analisou-se morfológica, tamanho e distribuição de partículas do pó de grafite por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As amostras foram lavadas com água destilada e deionizada, em sonicador com amplitude de 30% por trinta minutos. Logo em seguida foram filtradas e colocadas em uma estufa a vácuo a 100°C até total evaporação da água. O MEV, assim como todo o processo de preparação da tinta foi desenvolvida no laboratório de biomateriais da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). A primeira amostra de tinta condutora foi elaborada misturando-se pó do grafite, verniz e solvente, em concentrações variando de 2 a 20% em massa de grafite, 2% de solvente e o restante de verniz no qual as amostras que tem quantidade de 14% a 20% em massa de grafite, através do teste de condutividade (feito por um multímetro), chegaram a conduzir. Isso comprova trabalhos já feitos na área que quanto mais concentração, maior a capacidade de conduzir.

Palavras Chave: Polimetilmetacrilato, tinta condutora, condutividade.

Abstract

With the advancement of technologies in the area of electronics, one of the inventions that has been gaining space is the conductive ink. Material based on carbon and polymethylmethacrylate, which conducts electricity to 12 VDC. In this context, we have as a research principle to make a conductive paint with the use of materials of low cost, for application in Electrical Engineering. The material produced can be used in the insulation of surfaces, to make tracks of simple circuits and to improve some others, with several other applications. The use of materials of low cost and the ease of production of this paint allow the application of the same, and this material can be found in the market with a price ranging from R\$ 79.90 to R\$ 22.00 10mL. The following materials were

used in the preparation of the conductive paint: varnish, graphene (graphite powder) and a solvent. In this context this work aims to produce an ink at a low cost and good quality.

In the process of producing the paint, carbon powder (graphite powder) was used, which is low cost and easy to find on the market, a non-pigmented varnish (brands: Colorama® and Sparlack®) and a solvent (white spirit Natrieli®). The effective varnish mass was initially checked after evaporation of the solvent, 5 samples of each varnish were weighted on a square (2.00 x 2.00 cm) surface, totaling 10 samples. Shortly after 48 hours the slides were again weighed. Both varnishes were analyzed and because of their low profitability, which reached 34.1%, the Colorama® brand varnish was discarded, since the Sparlack® brand has a 52.6% yield. Morphology, size and particle distribution of the graphite powder were analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM). The samples were washed with distilled and deionized water in a sonicator with a 30% amplitude for thirty minutes. They were then filtered and placed in a vacuum oven at 100 °C until total evaporation of the water. The SEM, as well as the whole ink preparation process, was developed in the Biomaterials Laboratory of the Federal University of Itajubá (UNIFEI). The first conductive ink sample was prepared by mixing the graphite powder, varnish and solvent in concentrations ranging from 2 to 20% by weight of graphite, 2% of solvent and the remainder of the varnish in which the samples having an amount of 14 % to 20% by mass of graphite, through the conductivity test (made by a multimeter), were able to drive. This proves work already done in the area that the more concentration, the greater the ability to drive.

Key-words: Polymethylmethacrylate, conductive paint, conductivity.

Introdução

As tintas condutoras existentes no mercado atualmente são de difícil acesso e de valores variando entre R\$79,9 e R\$22,00. Sendo que este material que pode ser utilizado para o isolamento eletromagnético de equipamentos ou até mesmo como um reforço de preenchimento de trilhas em placas de circuito impresso. Alguns pesquisadores vêm trabalhando no desenvolvimento deste material, sendo principal foco destas pesquisas a quantidade de pó de carbono na composição desta tinta.

Segundo Junqueira (2012), quanto maior a quantidade de grafite na composição da tinta, menor resistividade.

Diversos estudos destacam a utilização diferente material como tinta condutora entre os compostos utilizados tem-se metal fundido, polímeros condutores, compostos organometálicos, precursores metálicos e suspensões de nanopartículas metálicas (SANTOS, 2018). Em artigos recentes, tintas condutivas metálicas de prata, ouro, cobre e a base de carbono foram desenvolvidas e aplicadas à tecnologia de impressão, devido sua boa condutividade. Assim, a eletrônica impressa é uma das questões importantes sobre as tecnologias emergentes na área de embalagens eletrônicas e manufatura. Barry (2017) utilizou verniz, grafeno e um solvente, para preparar a tinta.

Lewis (2012) criou na universidade de Illinois nos Estados Unidos uma caneta com tinta à base de prata, já a empresa Bare

Conductive® (REDAÇÃO TERRA, 2013) desenvolveu uma tinta condutiva, registrada como bare Paint, solúvel em água que vem como substituto de trilhas e soldas, podendo ser aplicadas em cartolina, madeira, plástico, dentre outros materiais sem precisar produzir primeiro uma placa de circuito. Neste contexto este trabalho visa testar a efetividade do pó carbono para a produção de uma tinta com baixo custo e boa qualidade.

Material e Métodos

No processo da produção da tinta, foi utilizado o pó de carbono (pó de grafite), que apresenta baixo custo e facilidade de se encontrar no mercado, e um verniz sem pigmentação (marcas: Colorama® e Sparlack®) e um solvente (aguarrás da marca Natrieli®).

Inicialmente verificou-se a massa efetiva de verniz após a evaporação do solvente, para tanto pincelou-se e pesou-se 5 amostras de cada verniz sobre uma superfície quadrada laminada (2,00 x 2,00cm), totalizando 10 amostras. Logo após 48 horas as lâminas foram novamente pesadas.

Analisou-se a estrutura morfológica, tamanho e distribuição de partículas do pó de grafite por Microscopia Eletrônica de Varredura MEV.

As amostras foram lavadas com água destilada e deionizada, em sonicador com

amplitude de 30% por trinta minutos. Logo em seguida foram filtradas e colocadas em uma estufa a vácuo a 100°C até total evaporação da água. A análise de MEV, assim como todo o processo de preparação da tinta foi desenvolvida no laboratório de biomateriais da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). A primeira amostra de tinta condutora foi elaborada misturando-se pó do grafite, verniz e solvente, em concentrações variando de 2 a 20% em massa de grafite, 2% de solvente e o restante de verniz.

Resultado e discussão

Analisou-se inicialmente a massa efetiva de verniz presente em cada amostra (Sparlack® e Colorama®). Obteve-se massa final de verniz seco, 52,6% para o verniz Sparlack® e de 34,1% para o Colorama®. Devido ao baixo rendimento do verniz colorama, este foi descartado para a fabricação da tinta condutora.

Analisou-se a morfologia das partículas de pó de grafite lavadas e não lavadas por MEV(Figuras 1 e 2)

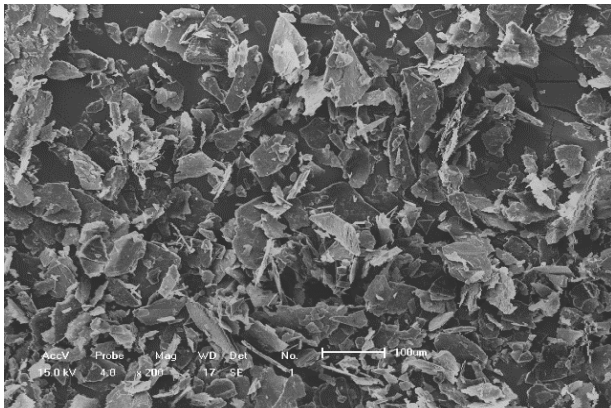


Figura 1: Amostra de pó de Carbono sem lavar (ampliação de 200 vezes).

Observou-se que a amostra após ser lavada, as partículas encontram-se mais dispersas (separadas), com isso, sugerindo uma possível melhor condução elétrica conforme Junqueira (2012). Devido ao tamanho reduzido a área de molhabilidade do verniz será maior, podendo ocasionar uma mistura mais homogênea para a tinta condutora facilitando o processo de condução.

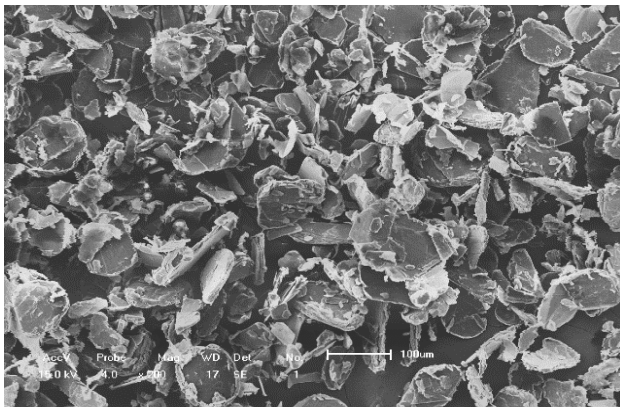


Figura 2- Amostra de pó de Carbono lavado (ampliação de 200 vezes)

Observou-se que as partículas de carbono antes e depois de serem lavadas não alteraram suas geometrias, formatos irregulares de “flakes”. Com relação ao

tamanho médio e dispersão a amostra lavada apresentou tamanho médio menor ($66\mu\text{m}$), que as não lavadas ($135\mu\text{m}$). Obteve-se dez amostras de tinta condutora (Figura 3), denominado grupo 1, com diferentes concentrações de grafite e verniz (Tabela 1).



Figura 3- Amostras de tinta condutora

Realizou-se um teste simples e rápido de contato, em que as tintas foram depositadas sobre uma superfície não condutora e submetidas ao contato de um multímetro. (Figura 4).



Figura 4 - Amostras para teste de condução de corrente

Após avaliação dos resultados obtidos verificou-se que as amostras de 1 a 6 não conduziram, já as amostras de 7 a 10, apresentaram boa condutividade (Tabela 1).

Esses resultados evidenciam que a condutividade depende da porcentagem de material condutor, o mesmo resultado foi verificado em outros trabalhos da área

(JUNQUEIRA, 2012; BRAGA, 2012; BARRY, 2017).

Tabela1- Amostras variando as concentrações

| Amostra | %C em massa | Massa final de tinta (g) | Massa grafite (g) |
|---------|-------------|--------------------------|-------------------|
| 1 | 2% | 0.50 | 0.01 |
| 2 | 4% | 1.00 | 0.04 |
| 3 | 6% | 1.50 | 0.09 |
| 4 | 8% | 2.00 | 0.16 |
| 5 | 10% | 2.50 | 0.25 |
| 6 | 12% | 3.00 | 0.36 |
| 7 | 14% | 3.50 | 0.49 |
| 8 | 16% | 4.00 | 0.64 |
| 9 | 18% | 4.50 | 0.81 |
| 10 | 20% | 5.00 | 1.00 |

Conclusões

O material Sparlack® foi escolhido para produzir a tinta devido ao seu bom rendimento, cerca de 52, 6% em massa. O pó de grafite deve ser lavado com água deionizada no sonicador com amplitude de 30%, por um período de trinta minutos para retirar as impurezas e aumentar a dispersão das partículas. A porcentagem de grafite influência na condutividade elétrica, onde a partir de 14% de massa, a tinta começa a conduzir. Todo o material utilizado na produção da tinta condutiva pode ser obtido num preço acessível, que gera no produto final baixo custo e boa qualidade.

Agradecimentos

À FAPEMIG pela atribuição da bolsa, a professora Dra. Lidiane Gomes, que orientou e apoiou em todo desenvolvimento da pesquisa e ao Professor Dr. Rossano Gimenes pela co-orientação e nos ceder seu laboratório e equipamentos.

Referências

BARE CONDUCTIVE. Bare Paint Technical Data Sheet. Disponível em: <https://static.sparkfun.com/datasheets/E-Textiles/Materials/TechnicalDataSheet_BareConductivePaint.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2017.

BRAGA, P. C. O. de. **Síntese e caracterização de Nanohíbridos de polianilina e nanopartículas de prata.** 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Materiais Para Engenharia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

BRENNAN, Barry et al. Structural, chemical and electrical characterisation of conductive graphene-polymer composite films. *Applied Surface Science*, [s.l.], v. 403, 2017 p.403-412. Disponível em BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.01.132>.

JUNQUEIRA, V.. **Percolação e Caracterização Elétrica em Tintas Condutoras.** 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Materiais Para Engenharia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

SANTOS, G. J. B dos. **Nova proposta de tinta condutiva de baixo custo, para aplicação em placas de circuito impresso.** 2018. 40f. Monografia(Graduação Engenharia Elétrica). Universidade Federal

de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, 2018.

REDAÇÃO GALILEU. **Tinta condutora é capaz de iluminar seus rabiscos.**

Disponível em:

<<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI299690-17770,00-TINTA+CONDUTORA+E+CAPAZ+DE+ILUMINAR+SEUS+RABISCOS.html>>.

Acesso em: 18 ago. 2017.

REDAÇÃO TERRA. **Tinta que conduz energia substitui circuito de fio elétrico.**

Disponível em:

<<https://www.terra.com.br/noticias/tecnologia/eletronicos/tinta-que-conduz-energia-substitui-circuito-de-fio-eletrico,b42d80470c8de310VgnVCM400009bcceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 18 ago. 2017.