



PÓS DE COBRE OBTIDOS POR ELETRODEPOSIÇÃO: UMA BREVE ABORDAGEM

COPPER POWDER OBTAINED BY ELECTRODEPOSITION: A BRIEF APPROACH

Victor Henrique Contrera Toro dos Santos ¹

Jean Carvalho de Oliveira²

Luiz Fernando Pereira Alves dos Santos³

Kedley Filipe dos Santos⁴

Fernanda Martins Queiroz ⁵

RESUMO

Em um momento onde a utilização amigável de recursos naturais vem comandando as novas tecnologias, a metalurgia do pó tem despontado na área da mecânica como alternativa à processos convencionais, como a usinagem, por ser uma opção econômica e sustentável. Desta forma, os processos de obtenção destes pós são amplamente estudados, pois características específicas são solicitadas à tais materiais. Uma das técnicas de obtenção é a eletrodeposição que se baseia na eletrólise. Um dos pós para o qual este processo é aplicado é o pó de cobre para produzir peças sinterizadas. Este trabalho traz uma breve abordagem do efeito dos parâmetros de eletrodeposição na morfologia dos pós obtidos.

Palavras chaves: Pó de cobre. Eletrólise. Evolução de hidrogênio. Sobreensão.

ABSTRACT

At a time when the friendly use of natural resources is driving the new technologies, powder metallurgy has emerged in the area of mechanics as an alternative to conventional processes such as machining, as it is an economical and sustainable option. Thus, the processes for obtaining these powders are widely studied because specific characteristics are required for such materials. One of the obtaining techniques is electroplating which is based on electrolysis. One of the powders to which this process is applied is copper powder to produce sintered parts. This paper presents a brief approach to the effect of electrodeposition parameters on the morphology of the obtained powders.

¹ Graduando em Tecnologia de mecânica de Precisão, Faculdade Senai Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle”. E-mail: victorhcts10@gmail.com

² Graduando em Tecnologia de mecânica de Precisão, Faculdade Senai Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle”. E-mail: jean_cso@hotmail.com

³ Graduando em Tecnologia de mecânica de Precisão, Faculdade Senai Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle”. E-mail: lufepas@hotmail.com

⁴ Graduando em Tecnologia de mecânica de Precisão, Faculdade Senai Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle”. E-mail: kedley.tkd@gmail.com

⁵ Doutora em Ciências, professora na Faculdade Senai Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle”. E-mail: Fernanda.queiroz@sp.senai.br



Keywords: Copper powder. Electrolysis, Hydrogen evolution. Overpotential.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca das indústrias por soluções sustentáveis e economicamente viáveis levou a metalurgia do pó a um grande crescimento. A procura pela produção de peças sinterizadas tem aumentado, pois além de reduzir o desperdício de material com cavacos e ferramentas, provê características praticamente únicas às peças o que vem tornando processos convencionais inviáveis. Além de oferecer uma grande gama de produtos diversificados, desde buchas auto lubrificantes, até pó de maquiagem. Estima-se que entre os anos de 2019-2014, só o mercado de pó de cobre ultrafino deva crescer 435 milhões. Por esses motivos o estudo de pós metálicos e suas ligas têm crescido industrial e academicamente tornando-se cada vez mais promissor.

As principais técnicas, na atualidade, para obtenção de pós metálicos são:

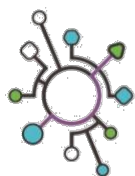
- ✓ Moagem,
- ✓ Atomização (gás ou água),
- ✓ Precipitação Química,
- ✓ Redução.

Porém, estes métodos são muitas vezes empregados por indústrias de grande porte e suas pesquisas e parâmetros de processo acabam sendo sigilosos. Assim, em meio acadêmico, se dá a preferência pelo estudo e caracterização de pós metálicos pelo processo de eletrólise, sendo dentre as demais técnicas, a mais barata e economicamente sustentável, além de proporcionar pó de altíssima pureza. A eletrólise é um processo de que envolve reações eletroquímicas geradas pela passagem de corrente elétrica por uma solução de sal (TAMILVANAN et al., 2014).

Para a aplicação de pós metálicos, muitas de suas propriedades são imprescindíveis como: O tamanho e a forma das partículas, o peso a granel, a taxa de fluxo, a resistência a corrosão, a área superficial, a densidade aparente e a qualidade do produto sinterizado, dependem da forma e tamanho das partículas, que podem ser influenciadas pelos parâmetros da eletrolise. (PAVLOVIC et al., 2010; TAMILVANAN et al., 2014).

Nikolic et al., 2012 citam a alta utilização do pó de cobre na indústria elétrica e eletrônica e as suas vantagens e aplicações como por exemplo: ótima condutividade térmica e elétrica, oferecem a vantagem de se poder utilizar com outras ligas como o titânio e o níquel e ainda apontam a utilização desses pós em processos de brasagem, chapeamento mecânico entre outros. O pó de cobre e as suas ligas possuem diversas aplicações, nas mais diversas áreas desde materiais utilizados para a confecção de medalhas até produtos com fins médicos.

A eletrólise é uma das possibilidades para obtenção de pós de cobre, partindo de sais de cobre em soluções ácidas e, dependendo do ácido empregado as propriedades do pó podem ser alteradas e o processo acelerado. Aditivos também são empregados para alterar os pós obtidos.



Neste artigo serão abordadas algumas pesquisas de produção de pós de cobre por meio da eletrólise e quais são os fatores que contribuem para a formação da morfologia dos mesmos. A pesquisa realizada traz um breve relato sobre os parâmetros estudados para alterar tais pós.

2 DESENVOLVIMENTO

Para definir as aplicações, a morfologia do pó é de fundamental importância e deve ser controlada em processos baseados em eletrólise, como é o caso da eletrodeposição. A cinética do processo, a sobretensão e a densidade de corrente são parâmetros estudados. O parâmetro corrente é fundamental para obtenção do produto final, seja ele uma camada metálica ou um pó metálico (PAVLOVIC *et al.*, 2010). Segundo Nekouei *et al.* (2013) a eletrólise por corrente alternada tem como vantagem o controle do tamanho médio das partículas. Já na eletrólise por corrente contínua pode-se conseguir um pó de cobre com altíssima pureza (acima de 99%).

Os trabalhos de (NEKOU EI *et al.*, 2013; NIKOLIC *et al.*, 2007; PAVLOVIC *et al.*, 2010) destacam alguns parâmetros que estão ligados diretamente à morfologia do pó obtido: a densidade de corrente, a corrente ser contínua ou pulsada, a temperatura do processo e o que tem despertado a atenção dos cientistas é a reação de evolução de hidrogênio durante o processo. (NIKOLIC *et al.*, 2007) Concluiu que quando a quantidade de evolução de hidrogênio era insuficiente para mudar as condições hidrodinâmicas obtinha-se partículas dendríticas, mas quando as condições eram suficientes se formavam partículas tipo couve-flor.

Nikolic *et al.*, 2012 concluíram em seus estudos que os regimes de sobretensão pulsada afetaram fortemente a geração de hidrogênio e a morfologia das partículas geradas. Partículas dendríticas foram formados com um pulso de deposição de 3 ms e com 20 ms foram obtidas o tipo couve-flor. Imagens Obtidas pelos autores são apresentadas na Figuras 1 e 2.

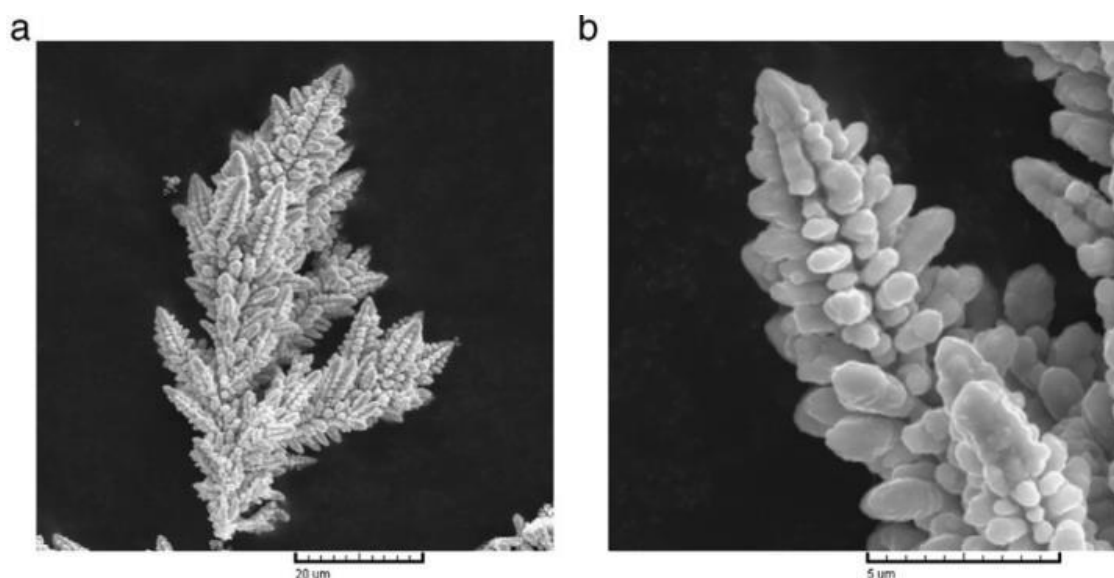


Figura 1: Morfologias dendríticas ampliadas obtidas por (NIKOLIC *et al.*, 2012).

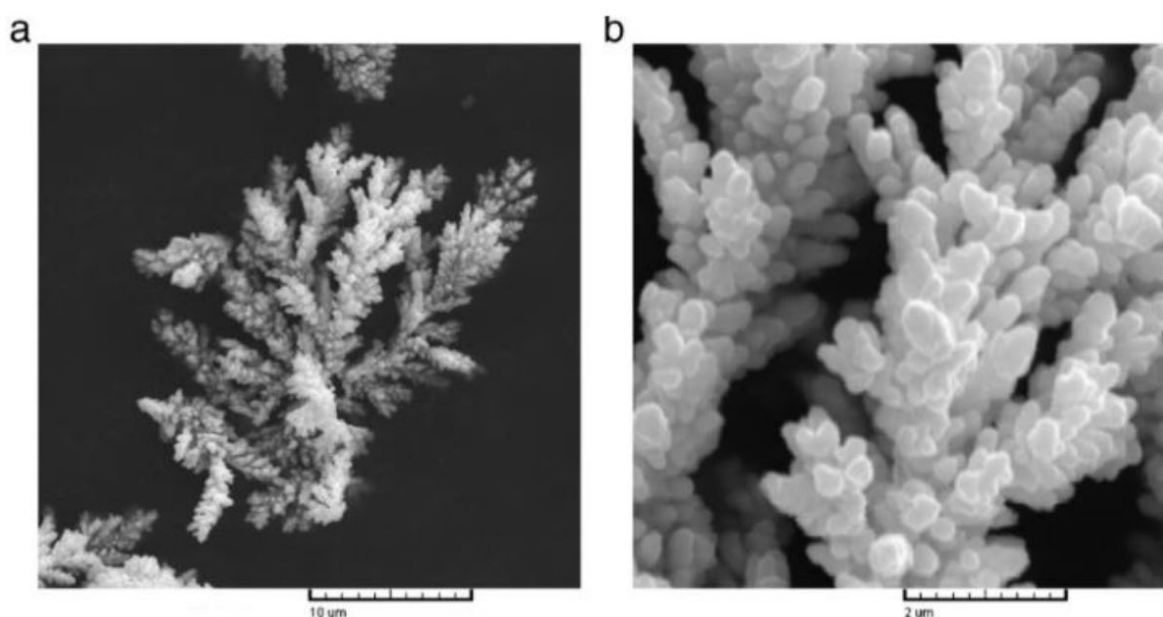


Figura 2: Morfologias tipo couve-flor ampliadas obtidas por (NIKOLIC *et al.*, 2012).

Em outros estudos (ORHAN *et al.*, 2010, 2012) chegaram à conclusão que a morfologia do pó de cobre também está correlacionada a taxa evolução do hidrogênio, assim como constatado pelos autores anteriores. A morfologia tipo couve-flor foi a principal característica obtida em altas densidades da corrente e altas sobretensões. Além disso os autores constataram que quando ocorria uma baixa evolução de hidrogênio, acabava-se formando partículas de tipo couve-flor menores. Os autores ainda apontaram outro fator importante, que é a diferença de temperaturas no processo, nos experimentos realizados com a temperatura de 45°C e 60° C obteve se partículas mais aveludadas ao contrário do experimento realizado a 30°C. (ORHAN *et al.*, 2012) ainda ressaltam, que ocorreu um aumento da área superficial e que proporcionou uma diminuição na densidade aparente. Um fato interessante mencionado pelos autores é a direta correlação da densidade aparente com a morfologia do pó de cobre, quanto menor a estrutura do tipo couve-flor, menor é a densidade aparente, o que a ponta o fato de que isso pode ser controlado pelos parâmetros da eletrolise.

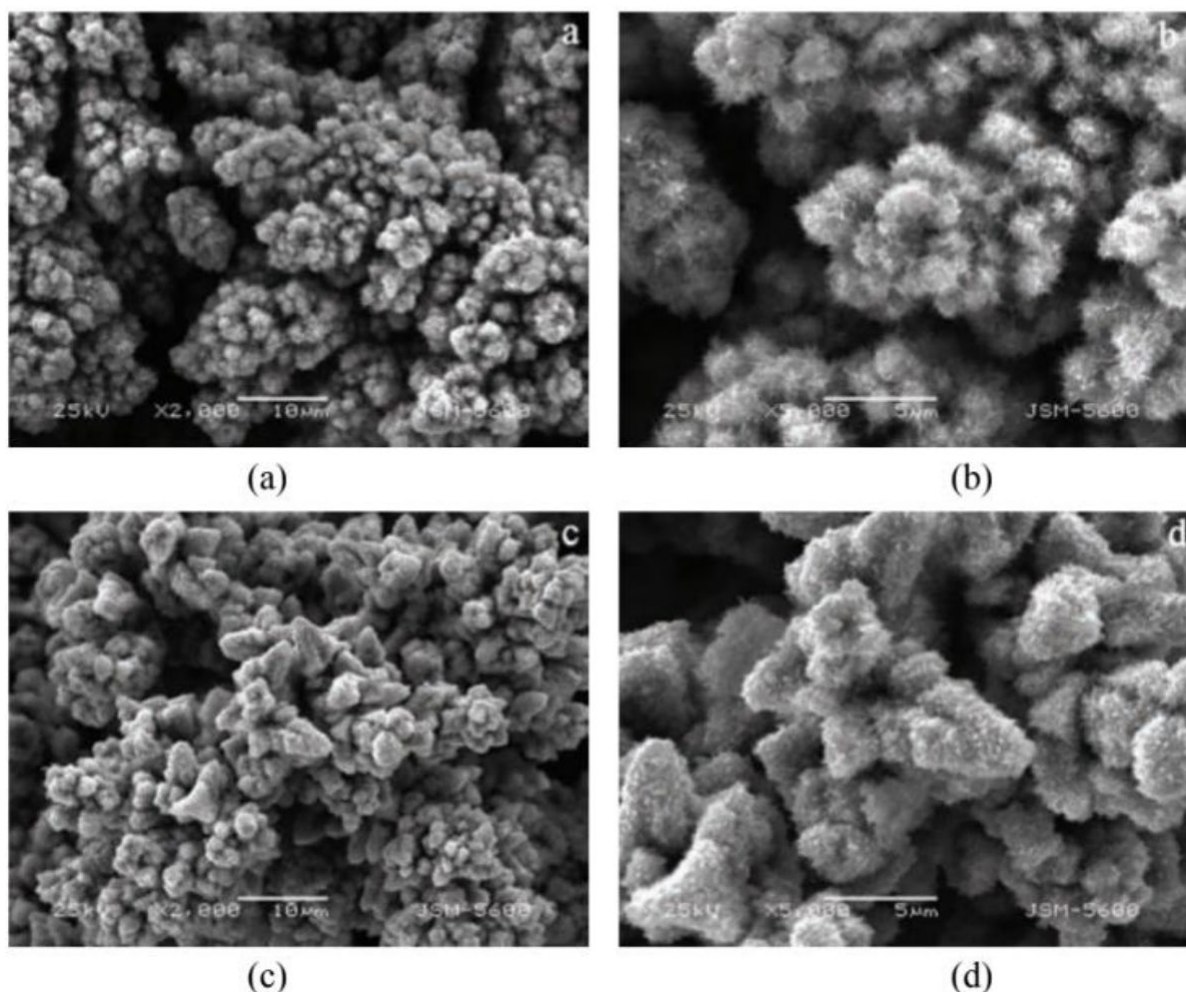
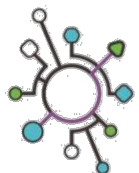


Figura 3: Efeito da temperatura na morfologia dos pós de cobre obtidos em solução Específica (ORHAN *et al.*, 2012): Temperatura de 45 °C (a e b) 60 °C (c e d).

3 CONCLUSÃO

Com esta breve abordagem pode-se concluir que com o avanço dos experimentos e análises que estão sendo realizadas, se encaminha para a construção de um modelo matemático, já em estudo por alguns grupos, que poderá estimar o formato, o tamanho e tipo de partículas de pó que será obtido de acordo com as variáveis aqui apresentadas, sendo elas: temperatura da eletrólise, densidade da corrente, regime de pulsos e a porcentagem de hidrogênio evoluído durante o processo de eletrólise, sendo que o meio ácido/aditivos tende a entrar como um fator de auxílio e facilitador da obtenção do pó na forma e tamanho que desejar.



REFERÊNCIAS

- NEKOU EI, Rasoul Khayyam *et al.* Using design of experiments in synthesis of ultra-fine copper particles by electrolysis. **Powder Technology**, Tehan, n.237, p.165-171, 25 jan. 2013. Mensal. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591013000600?via%3Dihub>. Acesso em: 13 set. 2019.
- NIKOLIC, N.D *et al.* Morphologies of electrochemically formed copper powder particles and their dependence on the quantity of evolved hydrogen. **Powder Tecnology**, Belgrade, n. 185, p.195-201, 26 out. 2007. Mensal. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591007005220>. Acesso em: 13 set. 2019.
- NIKOLIC, Nebojša D *et al.* Correlate between morphology of powder particles obtained by the different regimes of electrolysis and the quantity of evolved hydrogen. **Powder Technology**, Belgrade, n. 221, p.271-277, 12 jan. 2012. Mensal. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591012000174?via%3Dihub>. Acesso em: 06 set. 2019.
- ORHAN, Gökhan *et al.* Effect of electrolysis parameters on the morphologies of copper powder obtained in a rotating cylinder electrode cell. **Powder Technology**, Istanbul, n. 201, p.57-63, 06 mar. 2010. Mensal. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591010001221>. Acesso em: 07 set. 2019.
- ORHAN, Gökhan *et al.* Effect of electrolysis parameters on the morphologies of copper powder obtained at high current densities. **Journal Of The Serbian Chemical Society**, [S. l.], v. 77, n. 5, p.651-665, 2012. National Library of Serbia. Disponível em: https://www.shd.org.rs/JSCS/Vol77/No5/09_5148_4298.pdf. Acesso em: 05 set. 2019.
- PAVLOVIC, M. G *et al.* Characterization and Morphology of Copper Powder Particles as a Function of Different Electrolytic Regimes. **International Journal Of Electrochemical Science**, Serbia, n. 5, p.18 62-1878, 1 dez. 2010. Anual. Disponível em: <http://www.electrochemsci.org/papers/vol5/5121862.pdf>. Acesso em: 06 set. 2019.
- TAMILVANAN, A *et al.* Copper Nanoparticles: Synthetic Strategies, Properties and Multifunctional Application. **International Journal Of Nanoscience**, [S. l.], v. 13, n. 02, p.1430001-143000122, 20 abr. 2014. World Scientific Pub Co Pte Lt. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1142/s0219581x14300016>. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S0219581X14300016>. Acesso em: 06 set. 2019.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Tecnologia SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle” pela oportunidade de desenvolvimento e participação no 2º Simpósio de Informação e Conhecimento.

Sobre os autores:

¹ VICTOR HENRIQUE CONTRERA TORO DOS SANTOS



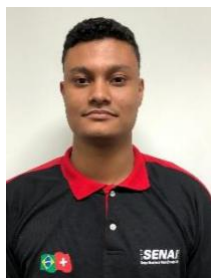
Cursando atualmente graduação em Tecnologia em Mecânica de Precisão Escola e Faculdade SENAI Suíço Brasileiro (2019).

² LUIZ FERNANDO PEREIRA ALVES DOS SANTOS



Cursando atualmente graduação em Tecnologia em Mecânica de Precisão Escola e Faculdade SENAI Suíço Brasileiro (2019).

³ JEAN CARVALHO DE OLIVEIRA



Cursando atualmente graduação em Tecnologia em Mecânica de Precisão Escola e Faculdade SENAI Suíço Brasileiro (2019).

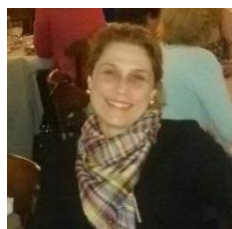


⁴ KEDLEY FILIPE DOS SANTOS



Cursando atualmente graduação em Tecnologia em Mecânica de Precisão Escola e Faculdade SENAI Suíço Brasileiro (2019).

⁵ FERNANDA MARTINS QUEIROZ



Doutora e Mestre em Ciências pelo IPEN/USP (Tecnologia Nuclear – Materiais), na área de corrosão. Eng^a. Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz. Possui experiência na área de engenharia de materiais e metalúrgica, atuando em corrosão de alumínio e suas ligas, soldagem por FSW, revestimentos metálicos (zinco), tratamentos de superfície, cromatização, anodização e caracterização química, eletroquímica e morfológica de materiais. Atualmente é docente na Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI Suíço-Brasileira nas áreas de tratamento de superfície e tecnologia de materiais.