

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA CARDOSO

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MISTAS DE COBRE E
PLATINA ANCORADAS EM SUBSTRATO DE SÍLICA**

CURITIBA (SEDE ECOVILLE)

2023

ANA PAULA CARDOSO

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MISTAS DE COBRE E
PLATINA ANCORADAS EM SUBSTRATO DE SÍLICA**

**Synthesis and characterization of mixed copper and platinum nanoparticles
anchored on silica substrate**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Química, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Marcela Mohallem Oliveira.

CURITIBA (SEDE ECOVILLE)

2023

ANA PAULA CARDOSO

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MISTAS DE COBRE E
PLATINA ANCORADAS EM SUBSTRATO DE SÍLICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Química, Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 23 de junho de 2023

Roberta Carolina Pelissari Rizzo Domingues
Doutora em Engenharia Química
<http://lattes.cnpq.br/7418360755556349>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Carla Requena Klimpovuz
Mestre em Química
<http://lattes.cnpq.br/0784553170885229>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcela Mohallem Oliveira
Doutora em Química
<http://lattes.cnpq.br/5307836411711847>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

CARDOSO, Ana Paula. **Síntese e caracterização de nanopartículas mistas de cobre e platina ancoradas em substrato de sílica**. 2024. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

Diferentes metodologias de síntese e aplicações das nanopartículas de cobre (CuNPs) vem sendo amplamente estudadas devido às suas propriedades interessantes, como absorção plasmon na região visível do espectro eletromagnético, baixo custo, elevada atividade catalítica e antimicrobiana. As nanopartículas de platina (PtNPs), por sua vez, apesar de não possuírem absorção plasmon na região do visível, se destacam em termos de aplicação por apresentarem elevada estabilidade química e alta atividade catalítica. Levando-se em consideração que a associação de NPs de diferentes metais gera sistemas com propriedades diferentes daquelas das NPs dos metais isolados, nesse trabalho foram sintetizados filmes de NPs monometálicos e bimetálicos de cobre (Cu) e platina (Pt) ancorados em substrato de sílica por meio de um processo de redução via rota térmica, variando-se os sais de cobre utilizados nas soluções precursoras. A metodologia empregada envolveu o uso do 3-aminopropiltriétoxissilano (APTES) como agente funcionalizante e redutor, onde a redução dos precursores metálicos ocorreu sob aquecimento com a simultânea pirólise da parte orgânica do filme em mufla à 300 °C por 15 min. As amostras foram caracterizadas pelas técnicas de espectroscopia na região do UV-Vis, espectroscopia Raman, microscopia de força atômica (AFM), microscopia eletrônica de varredura acoplada ao detector de energia dispersiva (MEV-EDS) e microscopia eletrônica de transmissão (MET). Observou-se que o tempo e temperatura utilizados na etapa de redução térmica não foram suficientes para a completa pirólise do APTES, apesar disso, foi observada a formação de NPs com estruturas cristalinas e a provável presença de óxidos de cobre em todos os sistemas contendo Cu. Verificou-se uma maior espessura e estabilidade química do filme de $\text{SO}_4 + \text{Pt}$ em comparação à amostra sem Pt, e também foi observada a formação de estruturas organizadas de carbono no filme de $\text{NO}_3 + \text{Pt}$, semelhantes à estruturas de grafeno, demonstrando-se a viabilidade da rota utilizada para a síntese de filmes de NPs de Cu e Pt, com potenciais aplicações em sensores eletroquímicos, eletro-ópticos e processos de catálise.

Palavras-chave: nanopartículas de cobre; nanopartículas de platina; nanopartículas metálicas mistas; absorção plasmon; rota térmica.

() Não autorizo a disponibilização de endereço de correio eletrônico para contato.

(X) Autorizo a disponibilização do seguinte correio eletrônico para contato:

marcelam@utfpr.edu.br

ABSTRACT

CARDOSO, Ana Paula. **Synthesis and characterization of mixed copper and platinum nanoparticles anchored on silica substrate**. 2024. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Síntese e caracterização de nanopartículas mistas de cobre e platina ancoradas em substrato de sílica.

Different synthesis methodologies and applications of copper nanoparticles (CuNPs) have been widely studied due to their interesting properties, such as plasmon absorption in the visible region of the electromagnetic spectrum, low cost, high catalytic activity and antimicrobial properties. Platinum nanoparticles (PtNPs), on other hand, despite not exhibiting plasmon absorption in the visible region, stands out in terms of application due to their high chemical stability and high catalytic activity. Considering that the combination of nanoparticles of different metals generates systems with different properties from those of isolated metal nanoparticles, this study synthesized monometallic and bimetallic films of copper (Cu) and platinum (Pt) nanoparticles anchored on a silica substrate through a thermal reduction process, varying the copper salts used in the precursor solutions. The methodology employed involved the use of 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) as a functionalizing and reducing agent, where the reduction of metallic precursors occurred under heating with simultaneous pyrolysis of the organic part of the film in a muffle furnace at 300°C for 15 minutes. The samples were characterized by UV-Vis spectroscopy, Raman spectroscopy, atomic force microscopy (AFM), scanning electron microscopy coupled with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS), and transmission electron microscopy (TEM). It was observed that the time and temperature used in the thermal reduction step were not sufficient for complete pyrolysis of APTES. Nevertheless, the formation of nanoparticles with crystalline structures and the probable presence of copper oxides in all systems containing Cu were observed. A greater thickness and chemical stability of the SO₄ + Pt films compared to the sample without Pt were verified, and the formation of organized carbon structures similar to graphene was also observed in the NO₃ + Pt film, demonstrating the feasibility of the route used for the synthesis of Cu and Pt nanoparticle films, with potential applications in electrochemical and electro-optics sensors, and catalytic processes.

Keywords: copper nanoparticles; platinum nanoparticles; mixed metal nanoparticles; plasmon absorption; thermal route.