

## Trabalho



<b>Título em Português:</b>	FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DE NANOVIDROS DOPADOS PARA APLICAÇÕES PLASMÔNICAS
<b>Título em Inglês:</b>	Fabrication and Optical Characterization of Doped Nanoglasses for Plasmonic Applications
<b>Autor:</b>	Vitor Gabriel Pereira Leite
<b>Instituição:</b>	Universidade de São Paulo
<b>Unidade:</b>	Instituto de Física de São Carlos
<b>Orientador:</b>	Jessica Fabiana Mariano dos Santos
<b>Área de Pesquisa / SubÁrea:</b>	Física da Matéria Condensada
<b>Agência Financiadora:</b>	CNPq - PIBIC

**FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DE  
NANOVIDROS DOPADOS PARA APLICAÇÕES  
PLASMÔNICAS**

**Vitor Gabriel Pereira Leite**

**José Yitzhak Aarón Chacaliza Ricaldi**

**Euclides Marega Junior**

**Jéssica Fabiana Mariano dos Santos**

Universidade de São Paulo

vitorgpl@estudante.ufscar.br

### **Objetivos**

O presente estudo teve como objetivo investigar a síntese e a caracterização óptica de nanovidros de borossilicato dopados com pontos quânticos (QDs) de CdS e CdSe. Para tanto, a partir da moagem dos vidros com CdS e CdSe, foram produzidos filmes finos por meio da técnica de *spin-coating* sobre substratos de silício. A caracterização morfológica das nanopartículas foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (SEM), que permitiu a análise estatística das distribuições de tamanho. As propriedades fotoluminescentes dos filmes, por sua vez, foram avaliadas por microscopia confocal de fluorescência.

### **Métodos e Procedimentos**

As amostras de vidro borossilicato *bulk* foram preparadas por melt-quenching, incorporando 2 wt% de QDs de CdS (Amostra 1) e 0,4 wt% de QDs de CdSe (Amostra 2). Após resfriamento, os vidros *bulk* foram inicialmente moídos manualmente e, em seguida, submetidos à

moagem mecânica seca em moinho de rotação contendo esferas de zircônia (relação 1:8 amostra:esferas) por aproximadamente 200 h a 35 RPM. Na sequência, produzimos soluções à base de polimetilmetacrilato (PMMA) a 6% dissolvido em anisol com o pó obtido; a partir destas soluções foram sintetizados filmes finos em substrato de silício através da técnica de *spin-coating*. A Figura 1 destaca o processo de moagem manual e a produção dos filmes finos

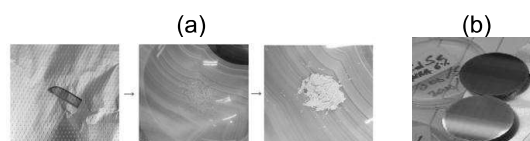


Figura 1(a) Moagem da Amostra 1 em almofariz e pistilo. (b) Filmes contendo nanovidros dopados sobre substrato de silício.

A caracterização morfológica dos filmes fabricados, foi realizada por SEM; as micrografias obtidas foram analisadas no software *ImageJ* para determinar a distribuição de dimensões dos nanovidros, com ajuste

estatístico LogNormal das distribuições de tamanho. A luminescência dos filmes foi avaliada em microscópio confocal de fluorescência, obtendo-se imagens de reflexão e emissão em regiões espectrais distintas.

## Resultados

A luminescência sob excitação a 405 nm do vidro borossilicato com CdS apresenta bandas largas de emissões com picos em ~450, 610 e 650 nm, como apresentado na Figura 2. Comportamento semelhante foi observado na amostra de CdSe

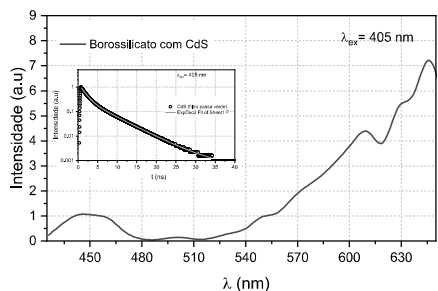


Figura 2. Emissão na região do visível da amostra vítrea de borossilicato dopada com CdS,

As curvas temporais de decaimento fotoluminescente nessas faixas foram adequadamente ajustadas por funções bi-exponenciais (inset da Figura 2).

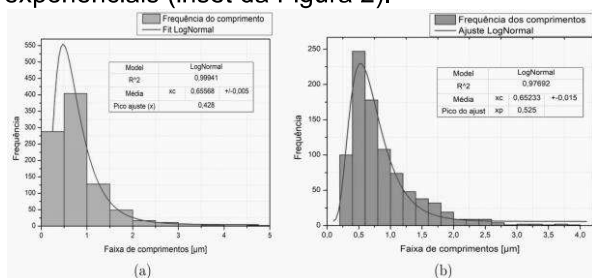


Figura 3: Distribuição granulométrica do nanovidro no filme com CdS (a) e CdSe (b).

Nos filmes finos obtidos por spin-coating, as imagens de MEV mostraram nanopartículas de vidro com geometria e tamanhos heterogêneos, indicando que o processo de moagem não produziu partículas uniformes. Observou-se que, em geral, as partículas nos filmes estavam relativamente espaçadas entre si, o que permite analisar a luminescência dos QDs quase isoladamente. A análise estatística da distribuição de tamanhos extraídos das micrografias apontou picos aproximados em ~428 nm para nanovidros de CdS e ~525 nm para CdSe (Fig. 3), embora algumas partículas tenham alcançado ~3,5 μm, evidenciando a falta

de uniformidade no processo de moagem. Esses resultados corroboram que as propriedades ópticas observadas nos filmes são dominadas pela luminescência intrínseca dos QDs, sem acoplamento forte com o nanovidro dopante devido à grande diferença de escala.

## Conclusões

Este estudo de iniciação científica comprovou a viabilidade de sintetizar nanovidros de borossilicato dopados com QDs de CdS e CdSe. Verificou-se que as nanopartículas resultantes exibem distribuição heterogênea de tamanhos, com médias em torno de 428 nm (CdS) e 525 nm (CdSe). Apesar dessa variabilidade morfológica, os filmes finos produzidos apresentaram potencial para investigações futuras: as partículas permanecem suficientemente espaçadas para permitir análises isoladas da luminescência dos QDs, sem acoplamentos ópticos significativos com a matriz vítrea. Esses achados aprofundam a compreensão sobre nanofabricação e caracterização óptica em sistemas quânticos de vidro e contribuíram de forma relevante para a formação do aluno envolvido.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflito de interesses. **Contribuição dos autores:** O estudante Vitor Gabriel Pereira Leite concebeu o experimento e realizou a síntese de nanovidros e analisou os dados. José e Euclides realizaram a síntese dos filmes e tomaram as medidas espectroscópicas. A Prof.<sup>a</sup> Jessica Fabiana dos Santos orientou o projeto, supervisionou a execução das análises e participou da redação crítica do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final deste resumo.

## Referências

- GIDWANI, B. et al. *Quantum dots: Prospectives, toxicity, advances and applications. Journal of Drug Delivery Science and Technology*, v. 61, p. 102308, 2021.
- SONAWANE, R. et al. *CdS/CdSe quantum dots in glass matrix. Bulletin of Materials Science*, v. 31, n. 3, p. 495–499, 2008.
- HINTERWIRTH, H. et al. *Comparative method evaluation for size and size-distribution analysis of gold nanoparticles. Journal of Separation Science*, v. 36, n. 17, p. 2952–2961, 2013.
- RICALDI, J. Y. A. C. *Thin films based on Er<sup>3+</sup> doped germanate-tellurite nanoglasses for Plasmonics. Dissertação (Mestrado) – Univ. de São Paulo, São Carlos, 2023.*

**FABRICATION AND OPTICAL  
CHARACTERIZATION OF QUANTUM DOT -  
DOPED NANOGASSES FOR PLASMONIC  
APPLICATIONS**

**Vitor Gabriel Pereira Leite**

**José Yitzhak Aarón Chacaliza Ricaldi**

**Euclides Marega Junior**

**Jéssica Fabiana Mariano dos Santos**

Universidade de São Paulo

vitorgpl@estudante.ufscar.br

### **Objectives**

This study aimed to investigate the synthesis and optical characterization of borosilicate nanoglasses doped with CdS and CdSe quantum dots (QDs). For this purpose, the glasses containing CdS and CdSe were first milled and subsequently used to produce thin films by spin-coating on silicon substrates. The morphological characterization of the nanoparticles was performed using scanning electron microscopy (SEM), which allowed for statistical analysis of their size distributions. The photoluminescent properties of the films were evaluated using confocal fluorescence microscopy.

### **Materials and Methods**

Bulk borosilicate glass samples were prepared by melt-quenching, incorporating 2 wt% CdS QDs (Sample 1) and 0.4 wt% CdSe QDs (Sample 2). After cooling, the bulk glasses were initially ground manually and then subjected to dry mechanical milling in a rotary mill containing zirconia spheres (sample:spheres ratio 1:8) for

approximately 200 hours at 35 rpm. Subsequently, we prepared solutions based on 6wt% polymethyl methacrylate (PMMA) dissolved in anisole with the obtained powder; from these solutions, thin films were synthesized on silicon substrates by spin-coating. Figure 1 shows the process of manual ground and the thin film synthesis.

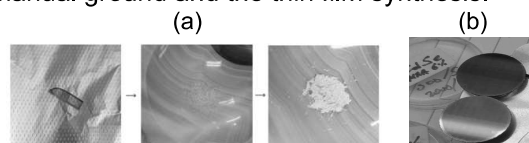


Figure 1(a) Manual ground of sample 1 in mortar and pestle. (b) Films containing doped nanoglasses over silicon substrate

The morphological characterization of the resulting films was performed by SEM. The micrographs obtained were analyzed using ImageJ software to determine the nanoglasses' size distribution, which was fit to a lognormal statistical model. The luminescence of the films was evaluated by confocal fluorescence

microscopy, acquiring reflection and emission images in different spectral regions.

## Results

The luminescence under 405 nm excitation of the CdS-doped borosilicate glass exhibited broad emission bands with peaks around ~450, 610, and 650 nm, as shown in Figure 2. Similar behavior was observed for the CdSe sample.

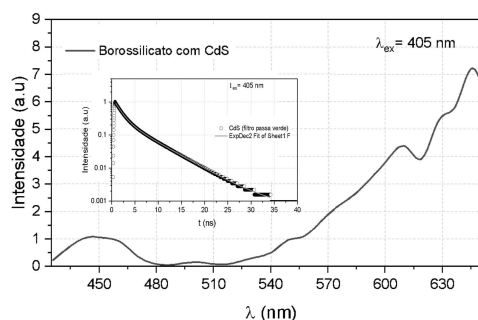


Figure 2. Visible-region emission of the CdS-doped borosilicate glass sample.

The time-resolved photoluminescence decay curves in these bands were well fitted by biexponential functions. (Figure 2 inset).

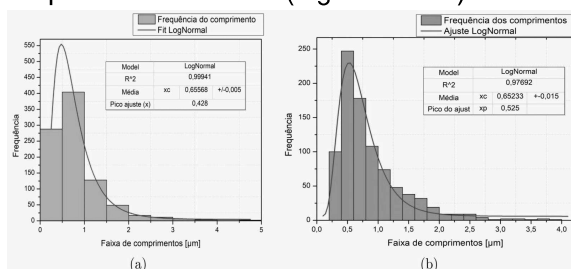


Figura 3: Distribuição granulométrica do nanovidro no filme com CdS (a) e CdSe (b).

In the spin-coated thin films, SEM images revealed glass nanoparticles with heterogeneous shapes and sizes, indicating that the milling process did not produce uniform particles. It was observed that, in general, the particles in the films were relatively spaced from each other, allowing the luminescence of the QDs to be analyzed almost in isolation. The statistical analysis of the size distributions extracted from the micrographs has shown peaks at approximately ~428 nm for the CdS nanoglass and ~525 nm for CdSe (Fig. 3); however, some particles reached ~3.5 μm, highlighting the lack of uniformity in the milling process. These results support that the optical properties observed in the films are dominated

by the intrinsic luminescence of the QDs, with no strong coupling to the dopant nanoglass due to the large difference in scale.

## Conclusions

This study demonstrated the feasibility of synthesizing borosilicate nanoglasses doped with CdS and CdSe QDs. The resulting nanoparticles exhibited a heterogeneous size distribution, with mean sizes around 428 nm (CdS) and 525 nm (CdSe). Despite this morphological variability, the produced thin films showed potential for future investigations: the particles remained sufficiently spaced to allow isolated analysis of the QDs' luminescence, without significant optical coupling to the glass matrix. These findings deepen the understanding of nanofabrication and optical characterization in glassy quantum systems and have contributed significantly to the training of the involved student.

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Author Contributions:** Student Vitor Gabriel Pereira Leite conceived the experiment, synthesized the nanoglasses, and analyzed the data. José and Euclides synthesized the films and performed the spectroscopic measurements. Prof. Jessica Fabiana dos Santos supervised the project, oversaw the analyses, and participated in writing the manuscript. All authors approved the final version of this abstract.

## References

- GIDWANI, B. et al. *Quantum dots: Prospectives, toxicity, advances and applications. Journal of Drug Delivery Science and Technology*, v. 61, p. 102308, 2021.
- SONAWANE, R. et al. *CdS/CdSe quantum dots in glass matrix. Bulletin of Materials Science*, v. 31, n. 3, p. 495–499, 2008.
- HINTERWIRTH, H. et al. *Comparative method evaluation for size and size-distribution analysis of gold nanoparticles. Journal of Separation Science*, v. 36, n. 17, p. 2952–2961, 2013.
- RICALDI, J. Y. A. C. *Thin films based on Er<sup>3+</sup> doped germanate-tellurite nanoglasses for Plasmonics. Dissertação (Mestrado) – Univ. de São Paulo, São Carlos, 2023.*