

Desenvolvimento de sensores de raios X baseados em perovskitas inorgânicas

Raul Back Campanelli, Luana Araujo, Mauricio Martins Donatti, Jean Marie Polli

Grupo de Detectores, LNLS, CNPEM

Pesquisador responsável: Raul Back Campanelli

Introdução:

O contexto desse trabalho ocorre em meio à necessidade de desenvolvimento de novos detectores híbridos de raios-X para as instalações de altas energias (< 90 keV) do Sirius, do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) [1]. Detectores híbridos são dispositivos tecnológicos amplamente utilizados em instalações síncrotron, onde operam como contadores de fótons em grandes áreas (na ordem das centenas de cm^2 de área ativa) [2]. Seu funcionamento consiste na integração de um componente semicondutor responsável pela conversão de fótons incidentes em pulsos elétricos – chamado de sensor –, com um sistema de leitura formado por uma arquitetura em *pixels* micrométricos, capazes de discriminar cada pulso incidente ao longo de uma determinada área [2,3].

A detecção de fótons de alta energia é particularmente desafiadora devido ao fato de possuírem baixa probabilidade de absorção nos sensores semicondutores, levando a baixas eficiências de detecção [4]. Uma forma de se aumentar essa eficiência é através do emprego de sensores compostos por materiais de alto número atômico [4,5]. Nesse contexto, as perovskitas inorgânicas são particularmente promissoras, sobretudo para energias superiores a 90 keV [6]. Dessa forma, o presente projeto consiste na otimização da fabricação desses materiais para emprego em detectores de pixel híbrido.

Estado da Arte

Recentemente, os primeiros protótipos de detecção direta de raios X utilizando sensores de perovskita foram realizados [7]. Os autores demonstraram a viabilidade de acoplamento desse material em sistemas de leitura digital, chegando à aquisição de imagens. O estado da arte no contexto de detecção de imagens, no entanto, se refere à abordagem de detecção através da tecnologia de pixels híbridos. Por meio de simulações e experimentos de prova de conceito, nosso grupo demonstrou a viabilidade teórica da implementação dessa arquitetura de detector [6]. Com o presente projeto, objetiva-se a consolidação de sensores de grande área e preparo para hibridização em detectores.

Objetivos

O foco deste projeto está no estudo da otimização da síntese de sensores de perovskitas inorgânicas, e preparo para montagem em protótipos. Especificamente, esse objetivo relaciona-se com os tópicos abaixo:

- Síntese e caracterização de perovskitas inorgânicas (CsPbBr_3);
- Testes de diferentes rotas de aglutinação de cristais;
- Comparação entre rotas de síntese e resultados da literatura.

Metodologia

Os trabalhos de produção do material serão baseados em métodos já validados pelo grupo [6,8]. Trata-se de síntese por precipitação em solução, utilizando DMSO como solvente, e CsBr e PbBr_2 como sais precursores. A consolidação do componente fotossensível será avaliada por meio de técnicas de aglutinação de cristais similares às reportadas na literatura, bem como por metodologias desenvolvidas internamente. Finalmente, os materiais obtidos serão caracterizados e comparados à literatura.

Cronograma de Atividades

Atividade	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Leitura de fundamentos												
Sínteses												
Caracterizações												
Testes de aglutinação												
Caracterização de sensor												
Confecção de Relatório												

Referências

- [1] SANFELICI, Lucas et al. Solutions for the SIRIUS' Beamlines in a Nutshell. In: AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC, 2019. p. 030033.
- [2] BALLABRIGA, R. et al. Review of hybrid pixel detector readout ASICs for spectroscopic X-ray imaging. J. Instrum, v. 11, n. 01, p. P01007, 2016.
- [3] LOWE, Barrie Glyn; SAREEN, Robert Anthony. Semiconductor X-ray detectors. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014.

[4] LEE, Silah et al. Direct thermal growth of large scale Cl-doped CdTe film for low voltage high resolution X-ray image sensor. Scientific reports, v. 8, n. 1, p. 14810, 2018.

[5] ZATKO, B. et al. Imaging performance of a Timepix detector based on semi-insulating GaAs. Journal of Instrumentation, v. 13, n. 01, p. C01034, 2018.

[6] SAIDAMINOV, Makhsud I. et al. Inorganic lead halide perovskite single crystals: phase-selective low-temperature growth, carrier transport properties, and self-powered photodetection. Advanced Optical Materials, v. 5, n. 2, p. 1600704, 2017.

[7] LIU, Yanliang et al. Dynamic X-ray imaging with screen-printed perovskite CMOS array. Nature Communications, v. 15, n. 1, p. 1588, 2024.

[8] CAMPANELLI, R. B. et al. Evaluation and synthesis of perovskite crystals as high-Z sensors for hybrid pixel detectors. Scientific Reports, v. 14, n. 1, p. 27430, 2024.