

INVESTIGAÇÃO DOS EFEITOS DA VELOCIDADE DE DEPOSIÇÃO DE PEROVSKITA PARA A FABRICAÇÃO DE CÉLULAS SOLARES POR MÁQUINA ROLO A ROLO

Lorena L. Carvalho^{1*}, Jaqueline B. Silva¹, Jair F. Rodrigues¹, Gabriela A. Soares¹, Adriano S. Marques¹, Diego Bagnis¹

¹ Oninn Centro de Inovações, Belo Horizonte - MG, Brasil, 31035-536

*e-mail: lorena.carvalho@oninn.com

Dispositivos de perovskita organometálica (PVSK) representam uma promissora tecnologia fotovoltaica de terceira geração, caracterizada por rápido desenvolvimento e crescente relevância nos últimos anos devido às suas propriedades físico-químicas que permitem o processamento em solução por técnicas de alto rendimento e baixo custo. Diante disso, o avanço das pesquisas em composição dos materiais, arquitetura dos dispositivos e métodos de fabricação tem impulsionado sua evolução acelerada. Com eficiências certificadas de 26,1% em células de laboratório e 18,6% em módulos, as PVSK despontam como a tecnologia solar mais promissora para a próxima geração de energia fotovoltaica¹. Contudo, a estabilidade dos dispositivos ainda representa um desafio para a consolidação comercial dessa tecnologia. Neste trabalho, são apresentados estudos de otimização dos parâmetros de velocidade de deposição da camada ativa de PVSK em configuração planar *p-i-n*, em células solares de área ativa de 0,55 cm², em fase de escalonamento para máquina rolo a rolo (*R2R*). Todos os dispositivos foram preparados em atmosfera ambiente sobre substratos flexíveis à base de PET, utilizando sistema de solvente livre de DMF e cristalização assistida por aquecimento, variando-se a velocidade de deposição de 0,5 a 1,2 m/min. Todas as camadas até a PVSK foram depositadas por *slot-die*, enquanto as demais camadas foram evaporadas. Foram avaliadas a cristalização e a uniformidade de resultados, confrontados com caracterização por difração de raios-X (XRD). Os dispositivos foram caracterizados por Eficiência Quântica Externa, Espectrofotometria UV-visível e a eficiência medida utilizando simulador solar Classe AAA com lâmpada de xenônio com potência de 1000 W/m² (1-sun) e espectro AM 1,5G. As células atingiram eficiências de conversão de potência (PCE) de até 14% em varredura reversa, demonstrando benefícios claros do aumento da velocidade de deposição da camada ativa, mesmo sem alteração de outros parâmetros. Essa condição favoreceu uma cristalização do filme mais organizada, garantindo uniformidade, repetibilidade e reprodutibilidade no processo de fabricação. Entretanto, as análises de XRD revelaram elevada intensidade nos picos referentes à fase PbI₂ e baixa conversão de PVSK, o que pode comprometer a estabilidade elétrica e reduzir a expectativa de vida útil dos dispositivos. Logo, estudos mais completos de tempo de vida útil são necessários, visto que essa tendência sugere um balanço delicado entre otimização da cristalização e preservação da durabilidade, ponto essencial para o avanço da tecnologia em direção à produção em larga escala.

[1] Best Research-Cell Efficiency Chart. NREL, 3 de abril de 2025. Photovoltaic Research. Disponível em: <<https://www2.nrel.gov/pv/cell-efficiency>>. Acesso em: 10 de maio de 2025.