

## INTRODUÇÃO

O microscópio de feixe duplo FIB/MEV (Feixe de Íons Focalizado e Microscópio Eletrônico de Varredura) consiste em um microscópio eletrônico contendo um canhão de íons e um canhão de elétrons. O feixe de íons tem uma seção de choque com a matéria muito maior que o feixe de elétrons podendo ser utilizado para escavar amostras realizando "sputtering" com resolução nanométrica. Desta forma, o FIB pode ser usado para a fabricação direta de micro/nanoestruturas, sem a necessidade de utilização de máscaras como na litografia tradicional.

Recentemente uma nova forma de litografia foi desenvolvida no FIB. Quando uma baixa dose de íons interage com um substrato cristalino de silício (Si), a superfície do substrato se amorfiza. Se o substrato for colocado em solução de KOH o silício cristalino é dissolvido enquanto a região amorfa é preservada. Desta forma as regiões que entraram em contato com o feixe de íons são preservadas.

O objetivo deste projeto foi otimizar o processo de litografia utilizando banho de KOH como mencionada acima e verificar a resolução litográfica utilizando apenas o feixe de íons (litografia direta) e utilizando banho com KOH (litografia indireta).

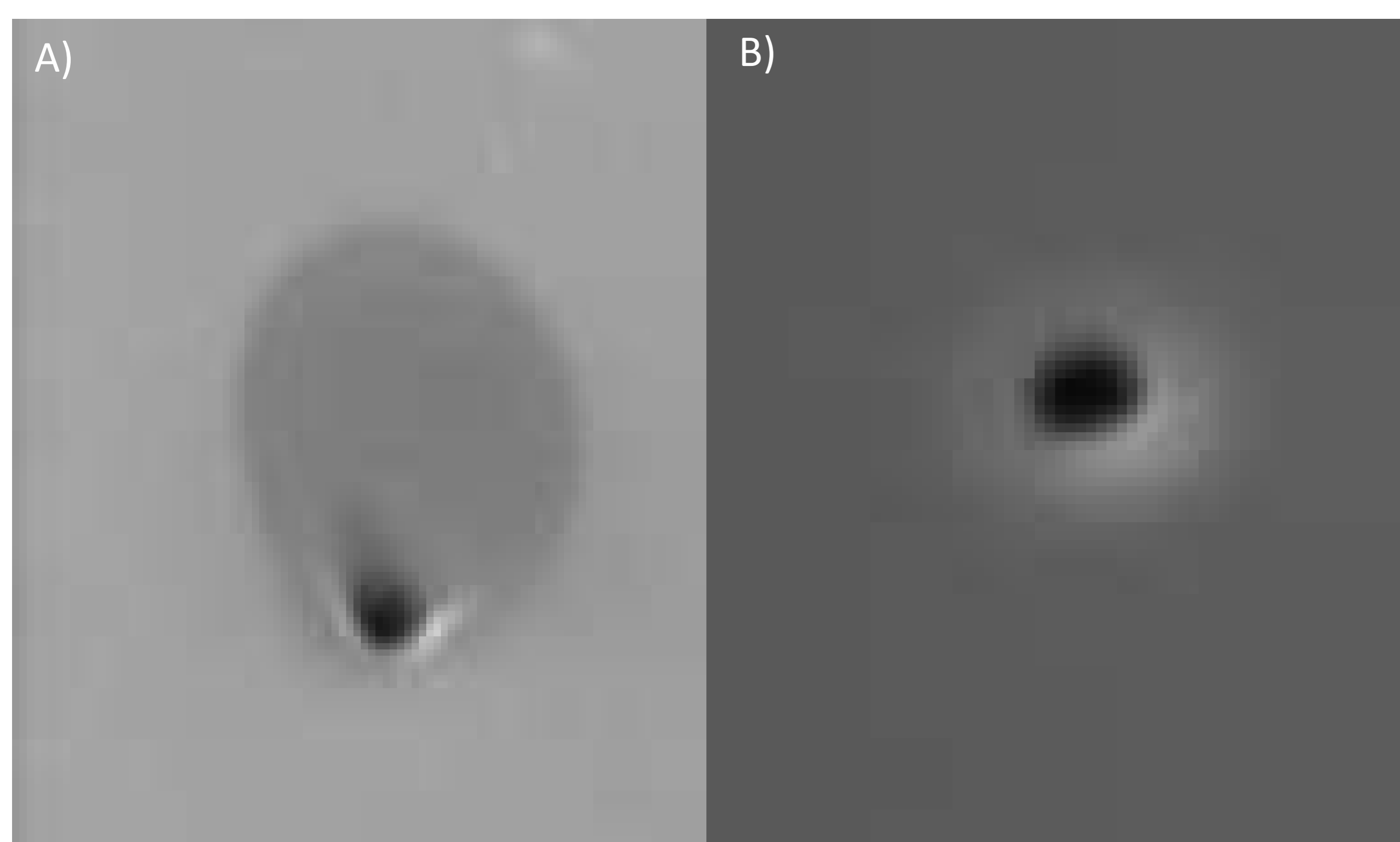


Figura 1. Furo realizado com feixe de íons em substrato de Si (001). A) Abertura da lente condensadora desalinhada. B) Abertura da lente condensadora alinhada.

A resolução do feixe de íons foi avaliada realizando furos no substrato de Si (Figura 1). A Figura 1.(A) mostra um furo realizado com um feixe desalinhado, consequentemente, houve o aparecimento de deformação em formato de pétala em volta do furo escavado. Já na Figura 1.(B), nota-se um formato mais circular do furo, sem a presença de halos, confirmando um bom alinhamento do feixe de íons. Após o alinhamento do feixe, foi realizado experimentos para o estudo da corrente, voltagem da condensadora e tamanho dos furos gerados pelo feixe de íons.

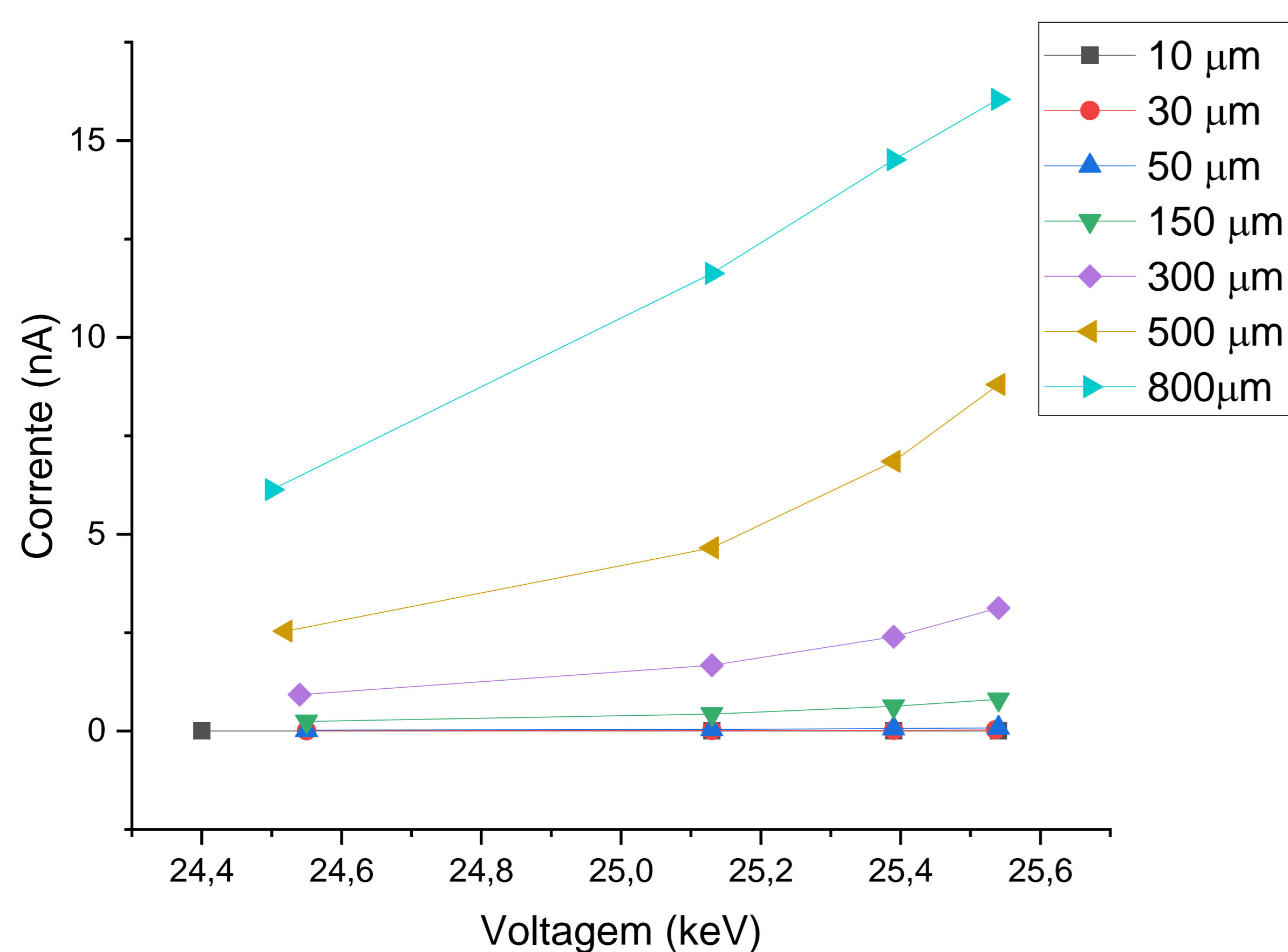


Figura 2 - Corrente do feixe de íons em função da voltagem da condensadora.

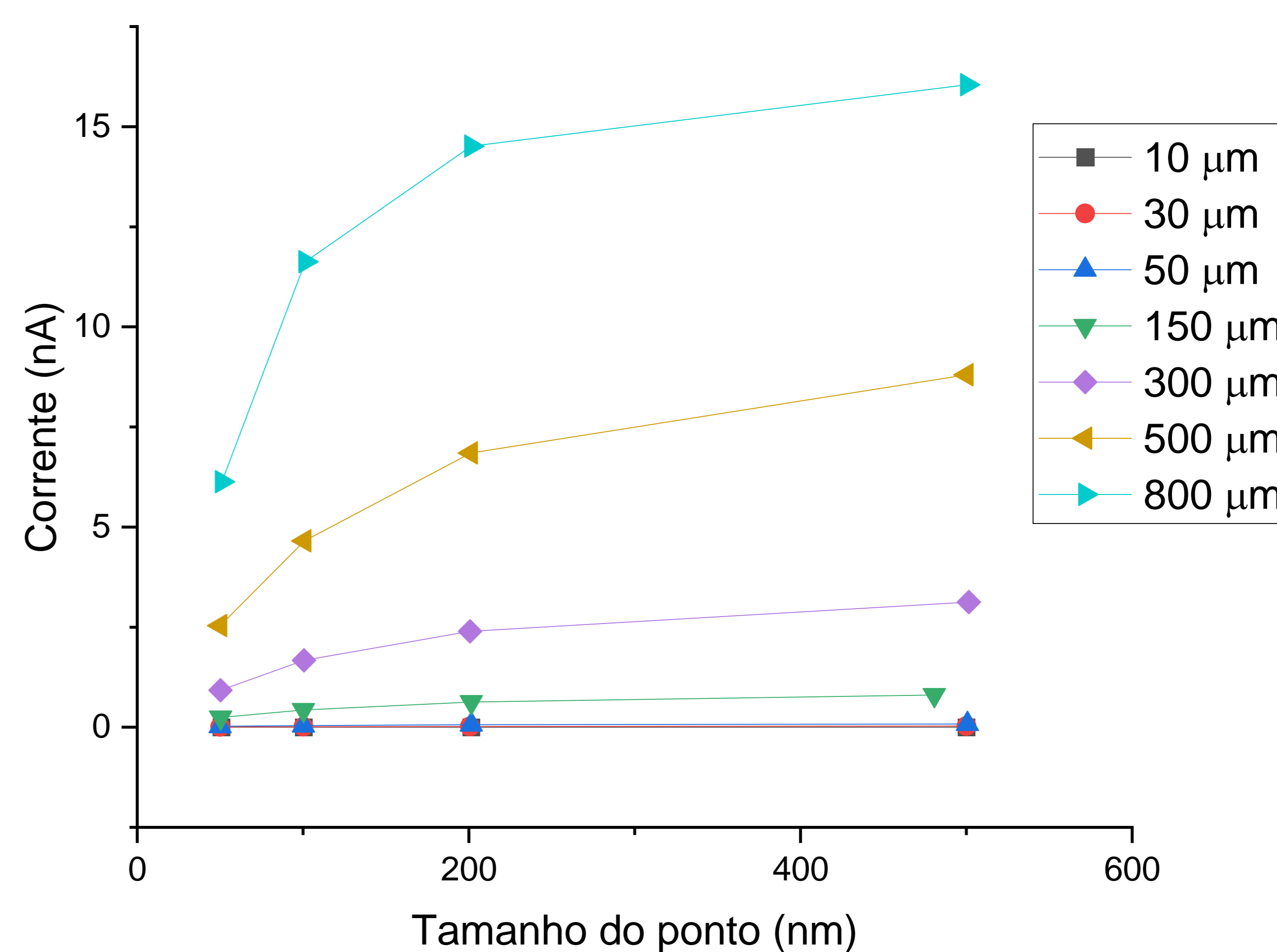


Figura 3 - Corrente do feixe de íons em função do tamanho do ponto.

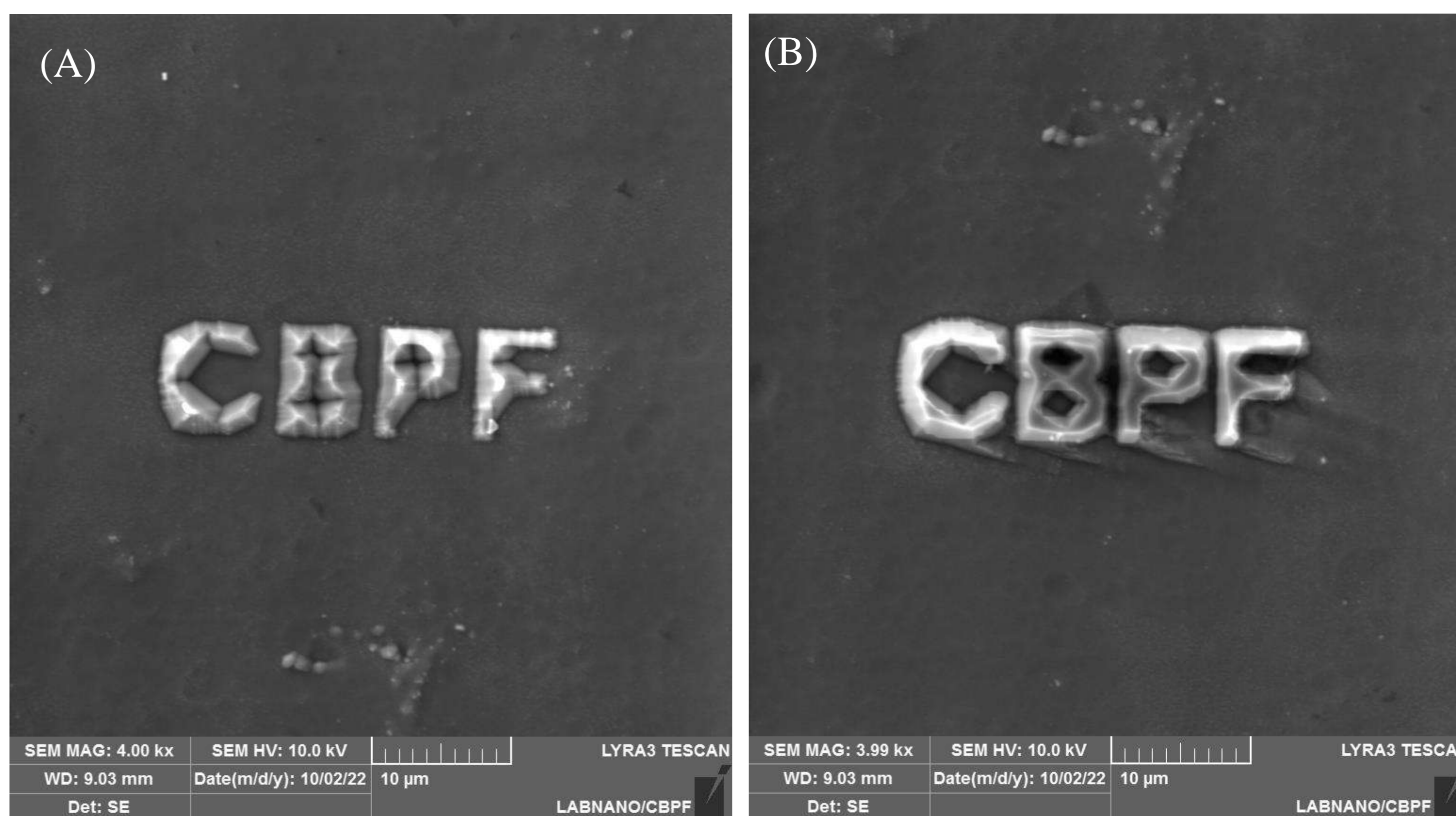


Figura 4 – Imagens geradas após banho químico com solução de KOH. (A) profundidade de 0,5 μm; (B) profundidade de 1,0 μm.

A Figura 4 mostra padrões no substrato de Si feitos com profundidades de 0,5 μm na (A) e 1 μm (B), dissolvidos em solução de KOH. Devido a maior dose de íons na Figura 4 (B), é possível observar uma maior preservação do padrão após o ataque químico com KOH, provavelmente por uma maior amorfização da região em comparação com a Figura 4A.

## REFERÊNCIA

- GIANNUZZI, Lucille A. et al. (Ed.). **Introduction to focused ion beams: instrumentation, theory, techniques and practice**. Springer Science & Business Media, 2004.
- GARG, Vivek; MOTE, Rakesh G.; FU, Jing. Facile fabrication of functional 3D micro-nano architectures with focused ion beam implantation and selective chemical etching. **Applied Surface Science**, v. 526, p. 146644, 2020.