

CBPF

Centro Brasileiro de
Pesquisas Físicas



Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

Crescimento de filmes finos de Mn_xO_y e Cu_xO_y sobre Cu (111)

Gabriel Alves^{1,2} , G. Felix² , R. Caetano² , Fernando Stavale²

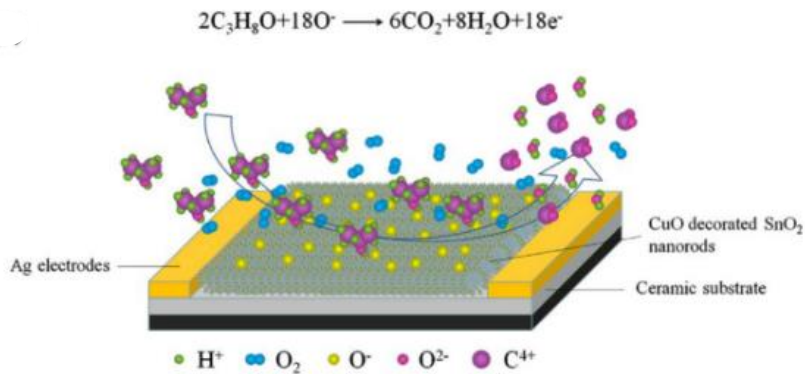
¹ Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ

² Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)

Rio de Janeiro,
Julho 2019

Introdução

- O estudo dos óxidos metálicos é de importância fundamental na compreensão de suas estruturas cristalinas e eletrônicas.
- Aplicações: monitoramento de gases, catálise, corrosão, conversão de energia e entre outras.



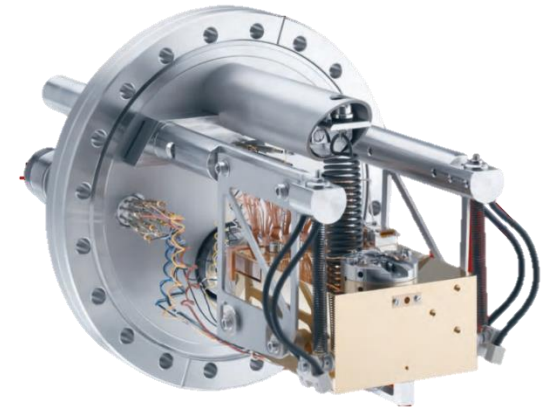
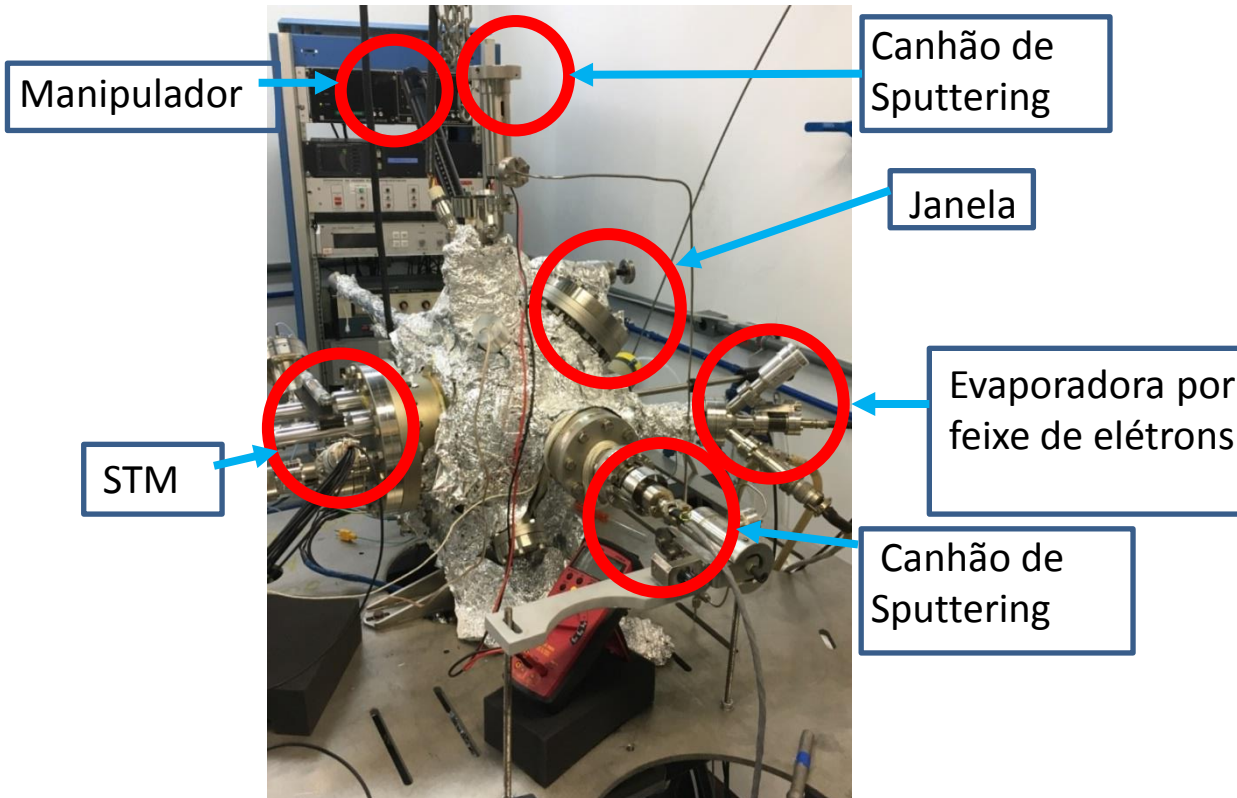
<https://www.mdpi.com/2079-6412/8/12/425/htm>



<https://www.touchesustentavel.com.br/como-funciona-o-painel-fotovoltaico/>

Introdução

- O microscópio de varredura por tunelamento (scanning tunneling microscope - STM) é o equipamento fundamental para gerar imagens dessas estruturas cristalinas e eletrônicas dos materiais, átomo por átomo.
- O STM explora as irregularidades nas superfícies, tais como átomos ausentes, impurezas ou defeitos intersticiais.

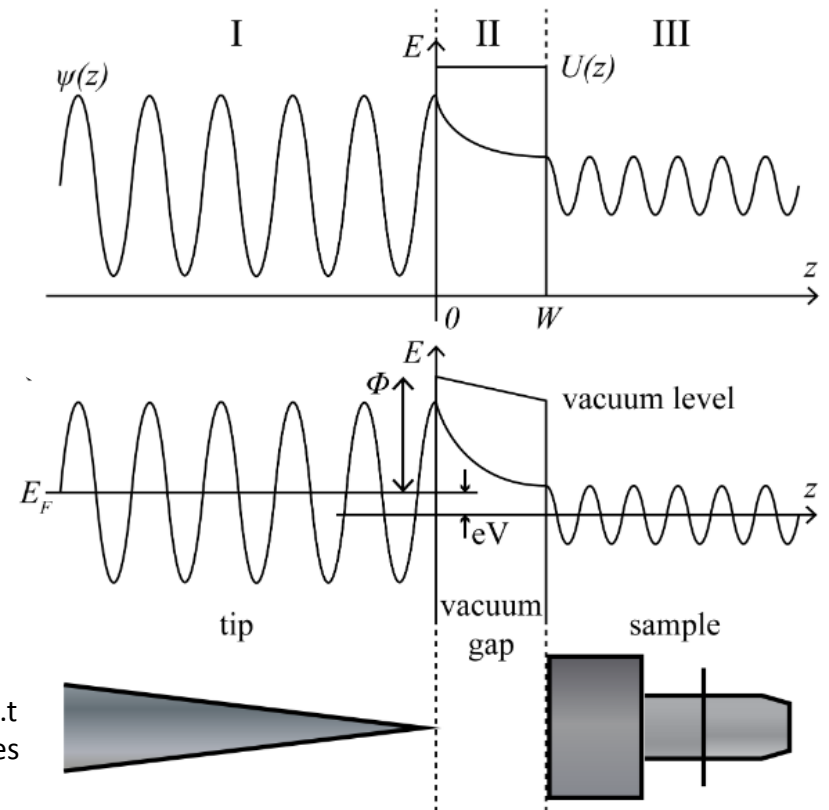


https://www.specs-group.com/fileadmin/user_upload/products/brochures/SPECS-Broschure_Aarhus-SPM-Series_RZ-web.pdf

Teoria do STM (Scanning Tunneling Microscope)

- 2 eletrodos são dispostos frente a frente no vácuo de modo que haja uma barreira de potencial entre ambos (ponta e cristal).
- Na Mecânica Quântica, os elétrons são representados por funções de onda.
- Se a distância entre os eletrodos for muito pequena, a probabilidade do elétron passar de um componente a outro é grande.

$$\Psi = e^{\pm k \cdot z}, \text{ sendo } k^2 = \frac{2m}{\hbar} \cdot (V_b - E)$$



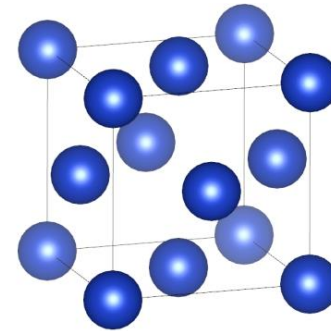
<https://www.maths.tcd.ie/~bmurphy/thesis/thesis3.html>

Estruturas do metal

Tipo de metal

Cu

Estrutura



Parâmetro de rede

$$a = 3.58 \text{ \AA}$$

Distancia Interatômica

$$b = 2.53 \text{ \AA}$$

Cu (111)

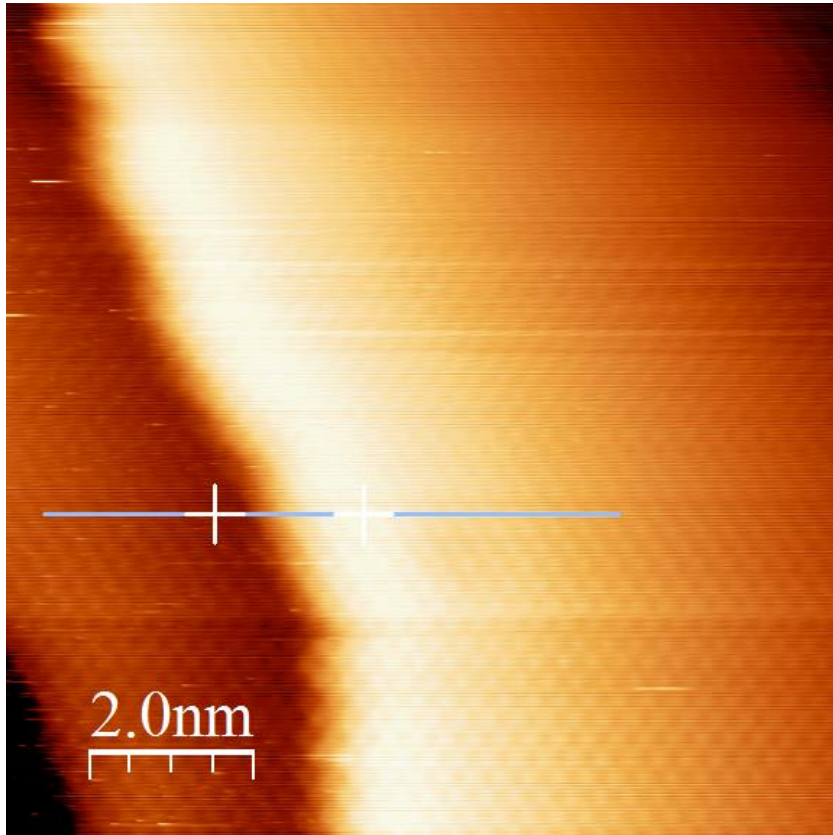
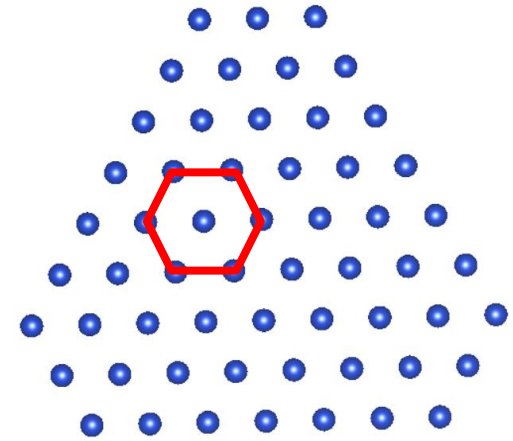


Figura 1. 10,0nm x 10,0nm. $I_t = -0,15 \text{ nA}$. $V_t = -0,34 \text{ V}$.
 $P = 2,6 \cdot 10^{-9} \text{ Torr}$

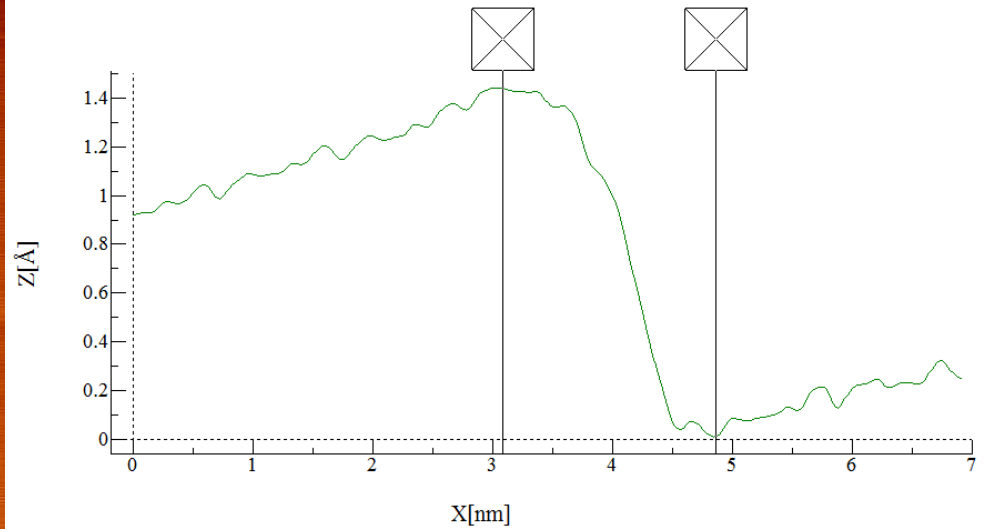


Figura 2. Degrau atômico: 1,435 Å.

Cu (111)

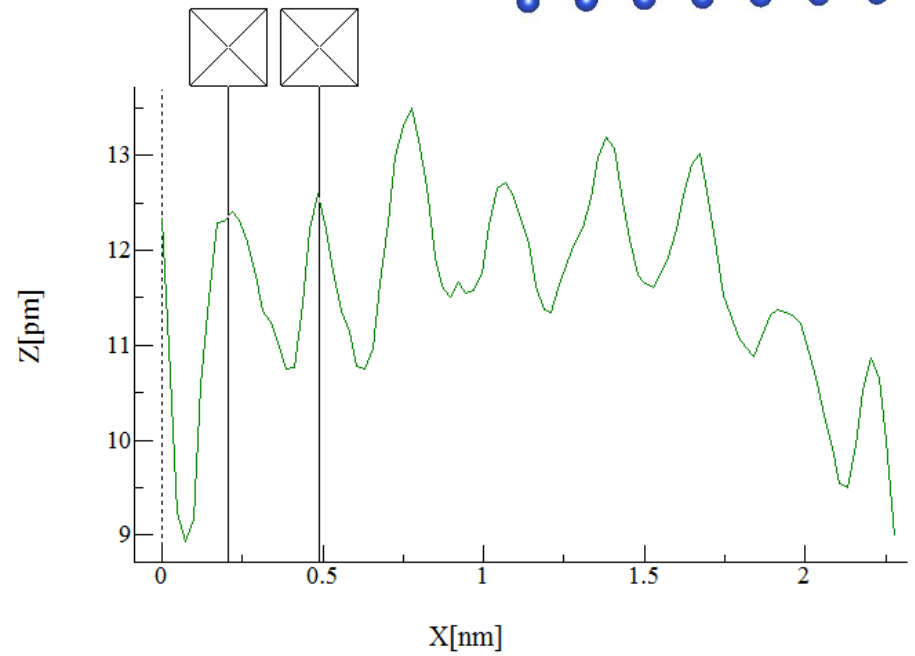
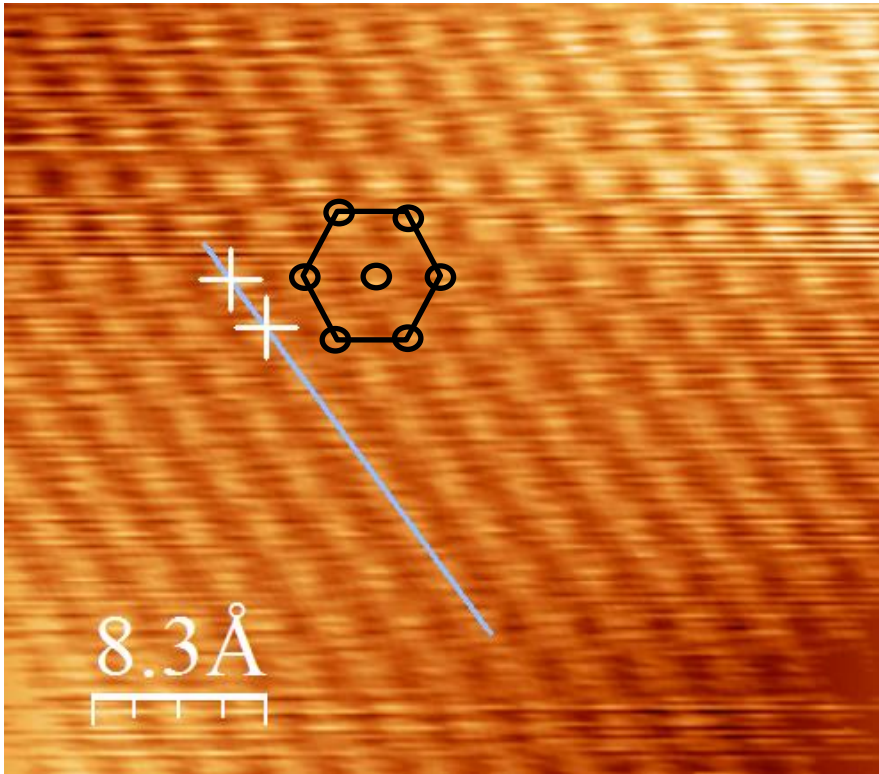
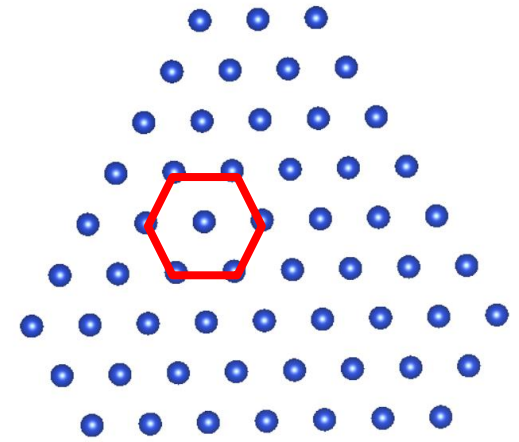


Figura 3. 4,2nm x 3,7nm. $I_t = -0,16$ nA. $V_t = -0,34$ V.
 $P = 2,6 \cdot 10^{-9}$ Torr

Figura 4. Distância interatômica: 2,83 Å.

Mn_3O_4 (110)/Cu (111)

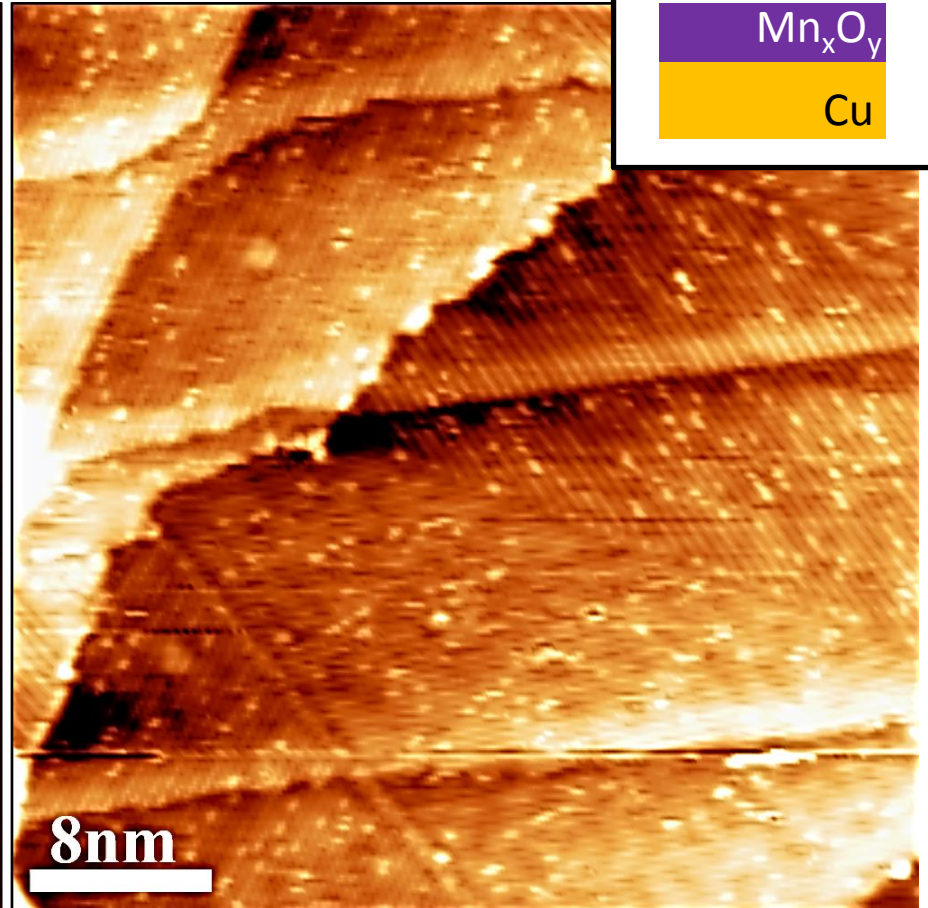
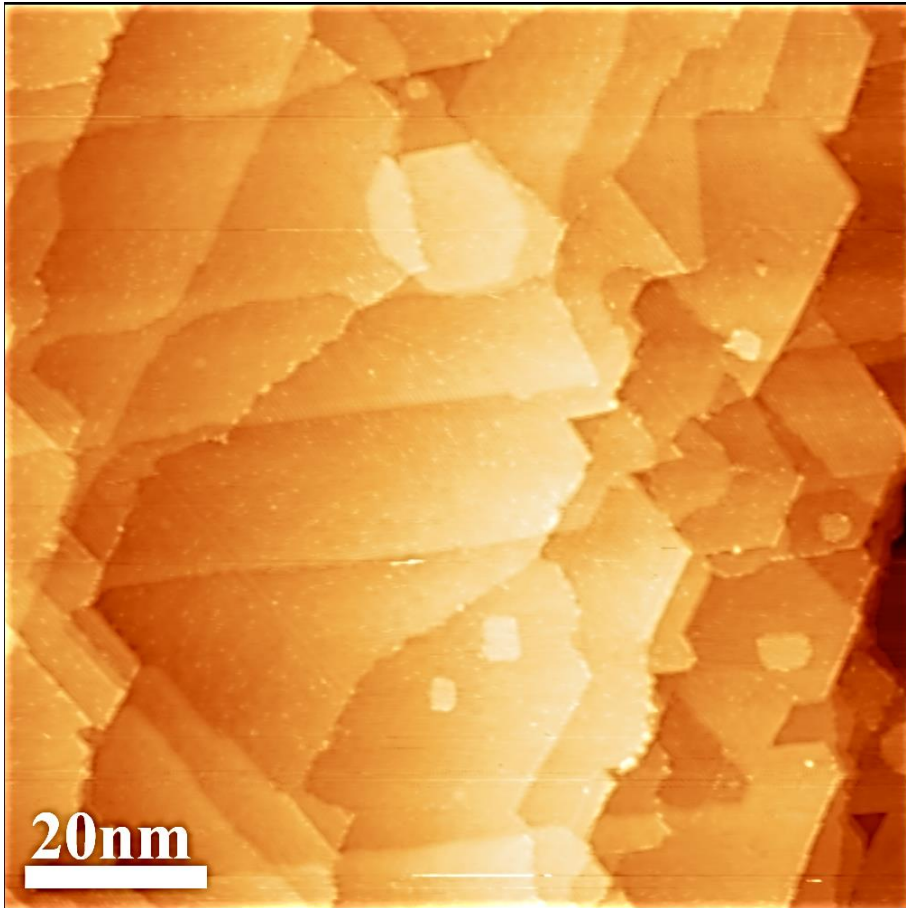
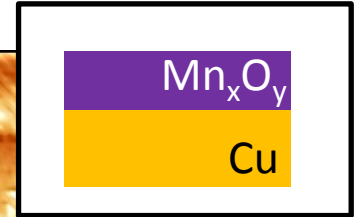


Figura 5. $P = 2,6 \cdot 10^{-7}$ Torr

Mn_3O_4 (110)/Cu (111)

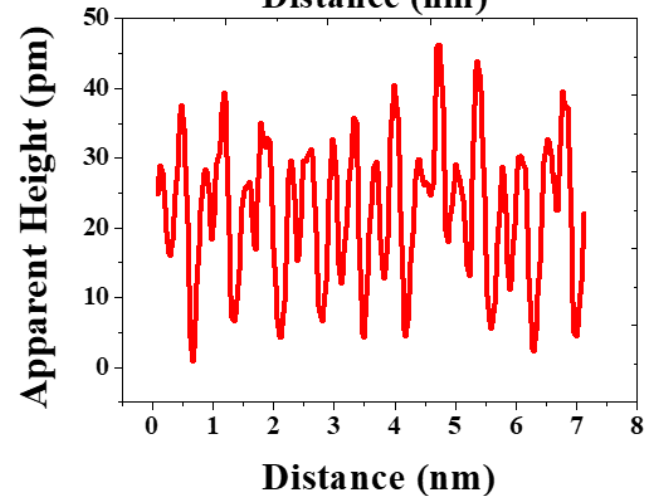
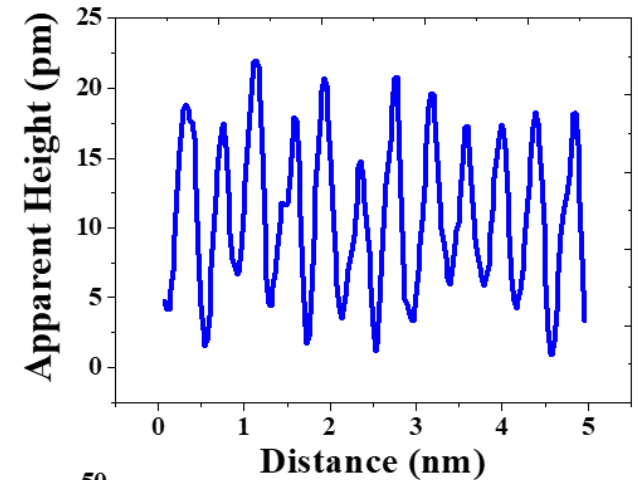
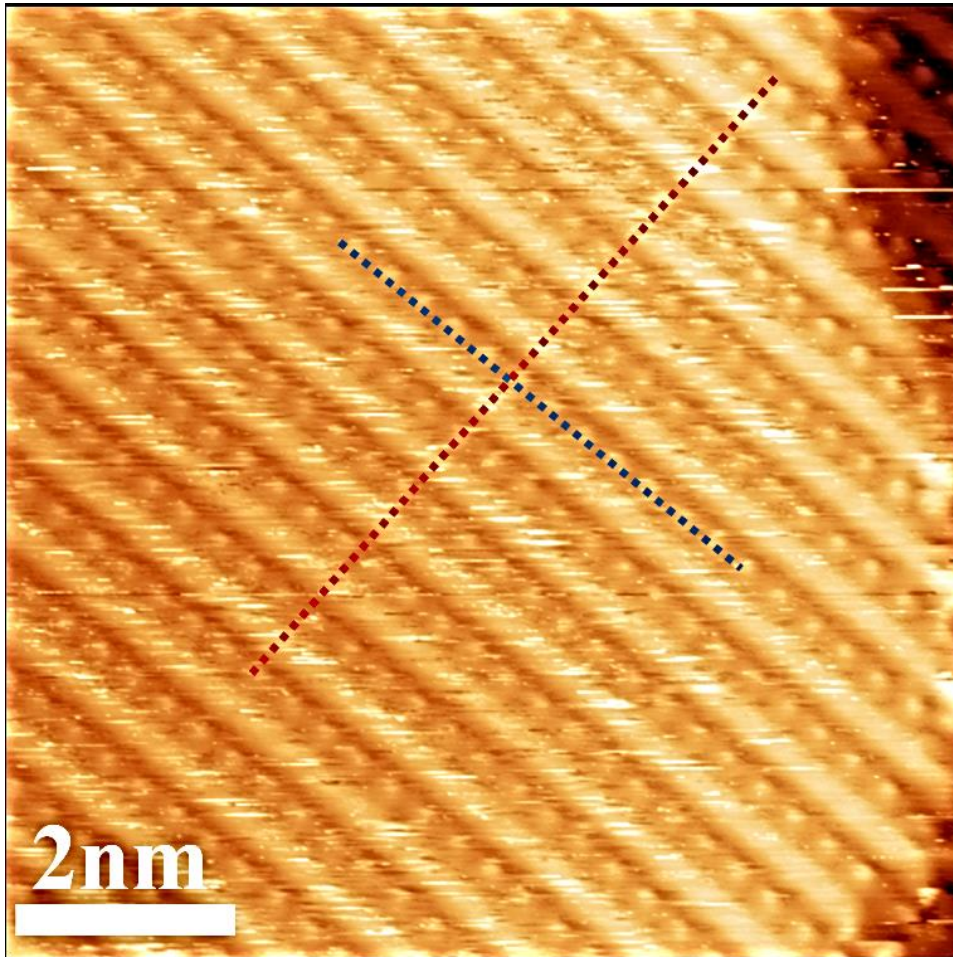


Figura 6. $P = 2,6 \cdot 10^{-7}$ Torr

Mn_xO_y (110)/Cu (111)

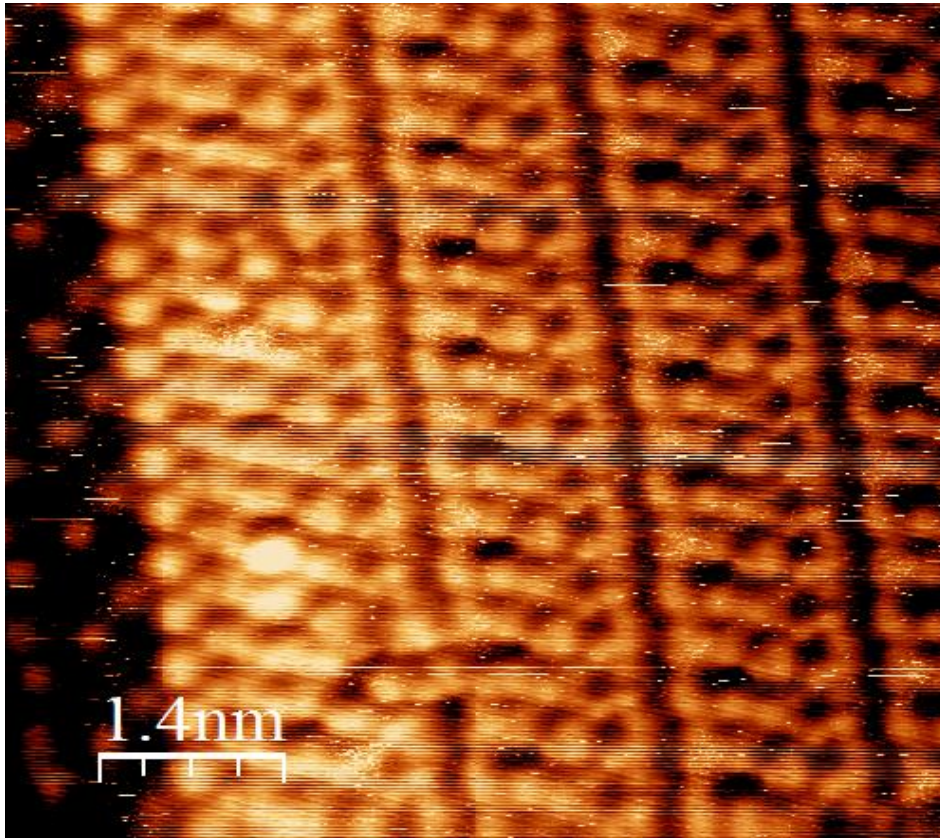


Figura 7. 7 nm x 7 nm. $V = 0,97$ V $I_t = -0,63$ nA.
 $P = 5,0 \cdot 10^{-8}$ Torr

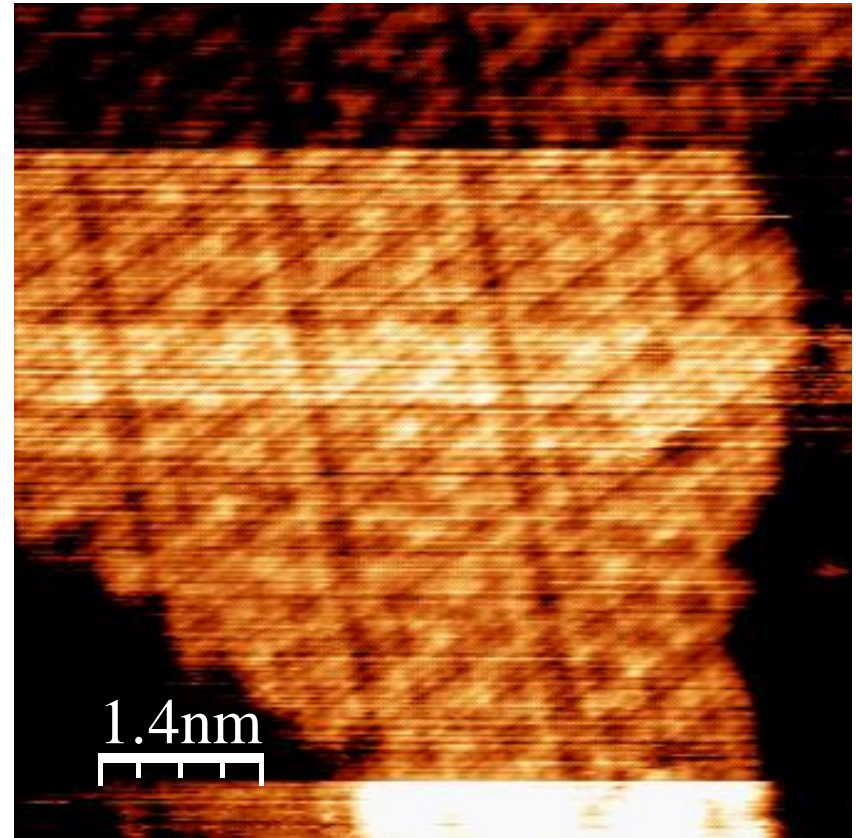


Figura 8. 7 nm x 7 nm. $V = -0,66$ V $I_t = -0,88$ nA.
 $P = 2,6 \cdot 10^{-8}$ Torr

Cu_xO_y (111)/ Cu (111)

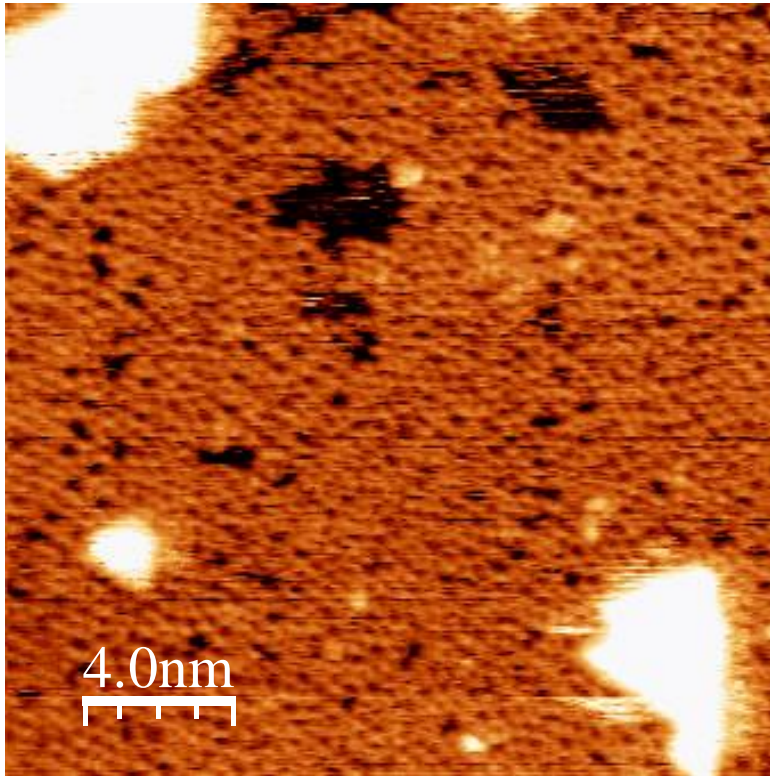


Figura 9. 20,0 nm x 20,0 nm. $V_t = 0,55V$ $I_t = 2,12$ nA.
 $P = 5,2 \cdot 10^{-8}$ Torr

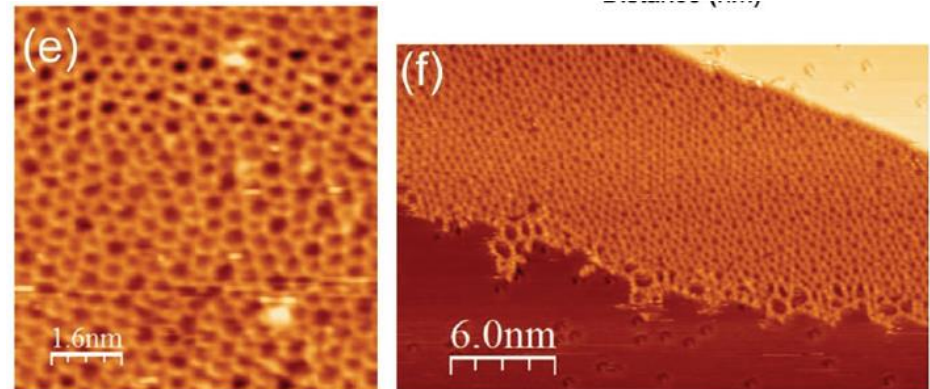


Figura 10. MATENCIO, Sonia. BARRENA, Esther. OCAL, Carmen.
Coming across a novel copper oxide 2D framework during the oxidation of Cu (111). Cross Mark. (e) $I_t = 194$ pA, $V_t = 0.47$ V. (f) $I_t = 100$ pA, $V_t = 0.74$ V.

Cu_xO_y (111)/ Cu (111)

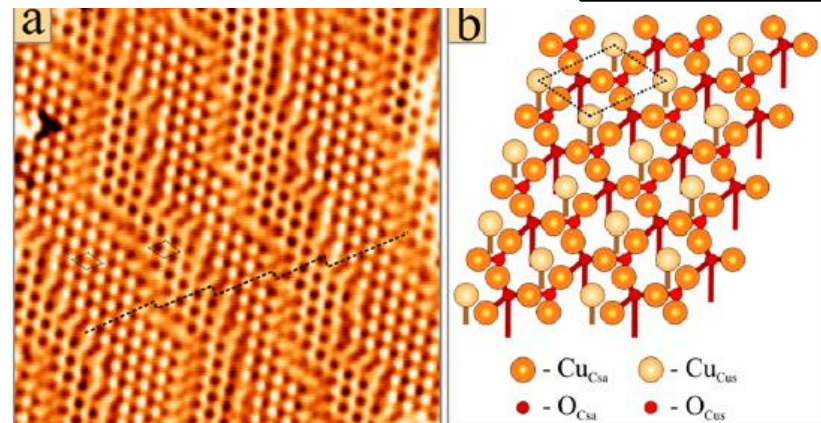
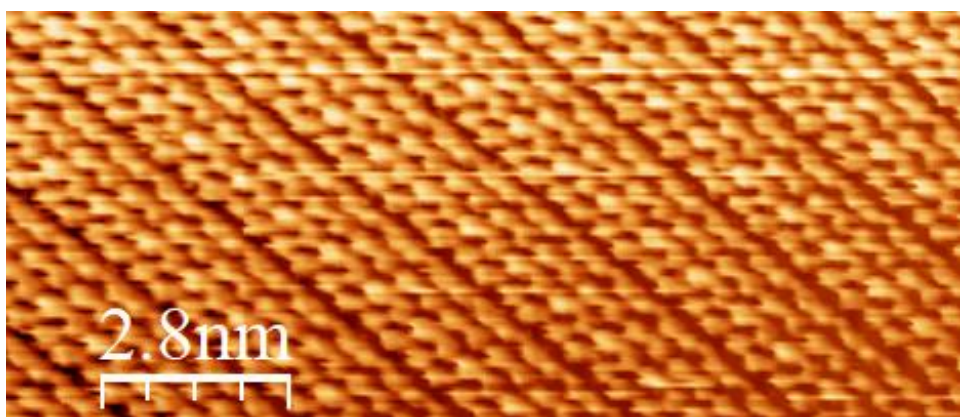
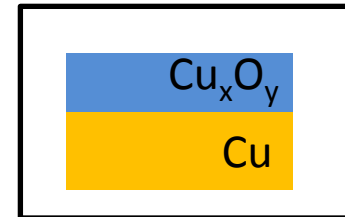


Figura 11. 13,8nm x 5,9nm. $I_t = -0,34 \text{ nA}$. $V_t = -0,29 \text{ V}$.
 $P = 5,4 \cdot 10^{-8} \text{ Torr}$

Figura 12. STRÄTER, Hendrik. FEDDERWITZ, Hanna. GROB, Boris. NILIUS, Niklas. **Growth and Surface Properties of Cuprous Oxide Films on Au (111)**. The Journal of Physical Chemistry.

Conclusão

- Conseguimos obter uma boa resolução atômica do cobre.
- O resultado esperado do óxido de manganês não era compatível com a literatura, logo crescemos filme fino de óxido de cobre para confirmar que não era óxido de manganês.
- Nas próximas etapas nós pretendemos mudar a metodologia de crescimento de filme para evitar o crescimento do óxido de cobre em vez do óxido de manganês.

OBRIGADO!

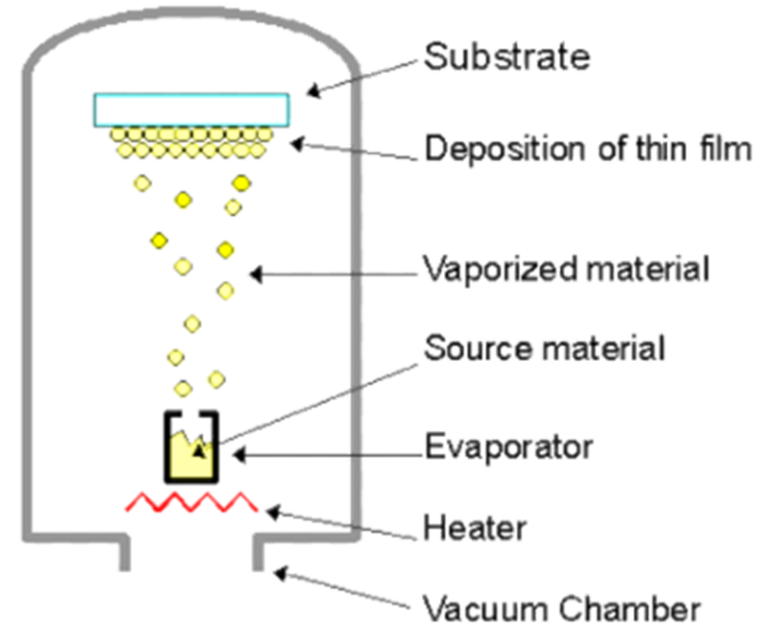
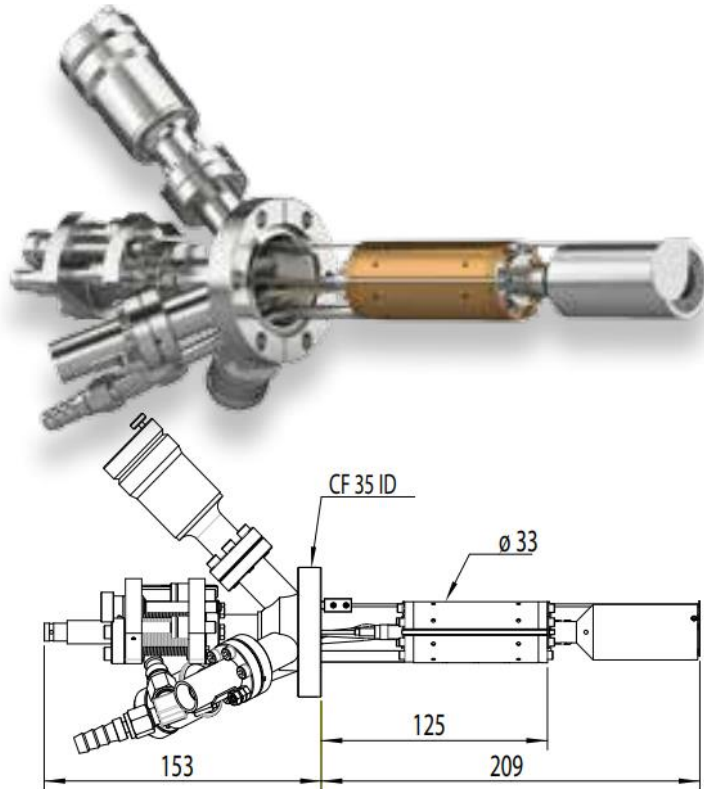


CBPF

Centro Brasileiro de
Pesquisas Físicas



Crescimento de Filme EBE (Electron-beam evaporation)



<https://www.focus-gmbh.com/resources/UHV-Instruments/e-beam-evaporation/EFMBroschuere2016Rev5.pdf>

<http://web.tuat.ac.jp/~usuilab/English/depo.html>