

Fabricação de dispositivos supercondutores para a computação quântica

Naiara Yohanna Klein^{1,2*}; Arthur Rebello^{1,2}; Lucas Ruela³; Francisco Rouxinol³; João Paulo Sinnecker¹; Ivan Oliveira¹

¹ Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF, RJ

² FACC – Petrobrás

³ Instituto de Física Gleb Wataghin – Unicamp, SP

*naiaraklein@gmail.com

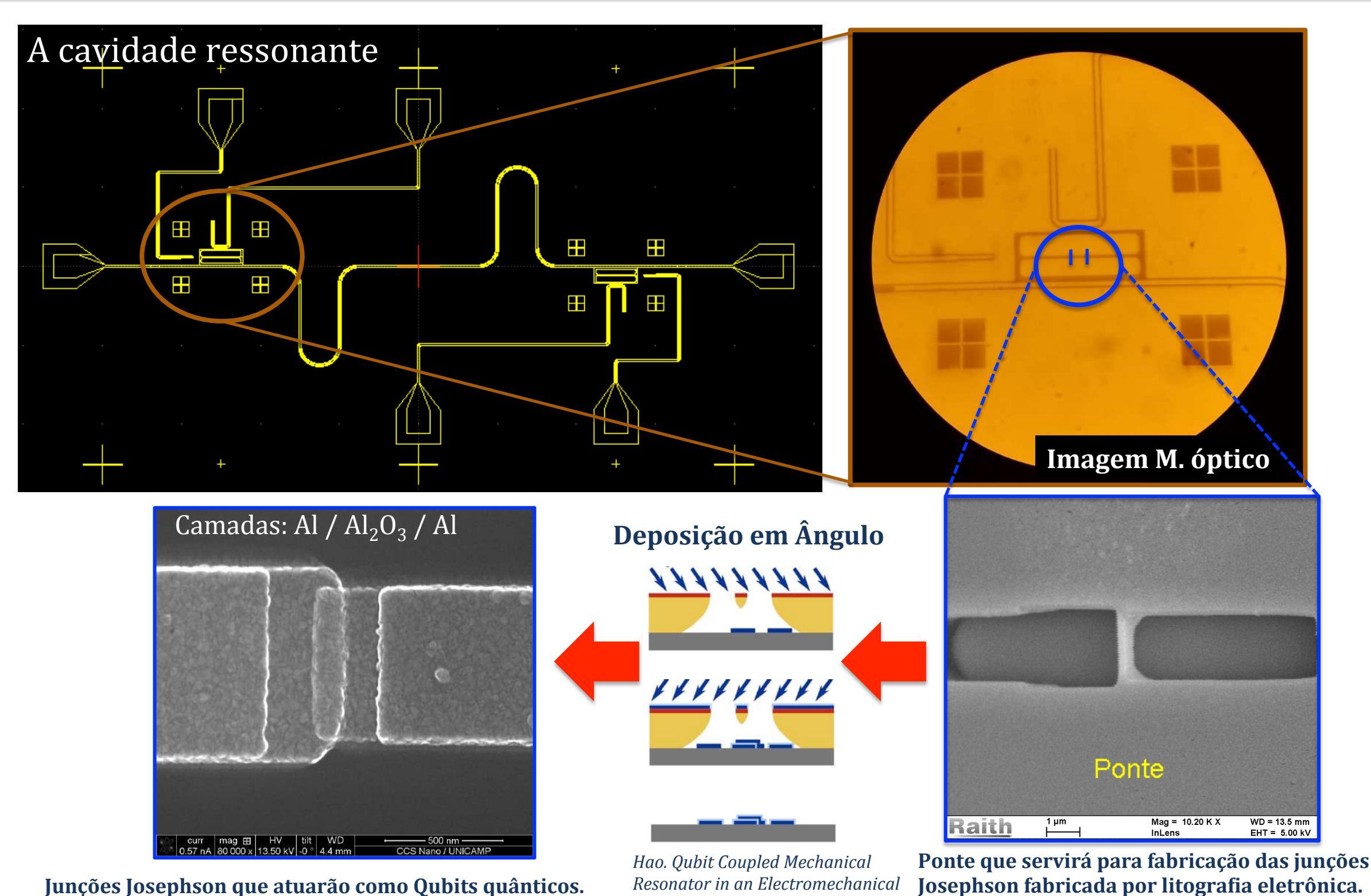


FUNDAÇÃO DE APOIO AO
DESENVOLVIMENTO DA
COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA



Apresentamos a fabricação de um chip quântico baseado em um sistema de Junções Josephson acopladas a uma cavidade ressonante supercondutora. Os Qubits produzidos pelas Junções Josephson são medidos e manipulados a partir de radiofrequência. A fabricação de dispositivos supercondutores para a computação quântica visa o desenvolvimento tanto de estudos em ciência básica quanto inúmeras aplicações tecnológicas, utilizando para isso, a micro e nanofabricação como sua ferramenta base.

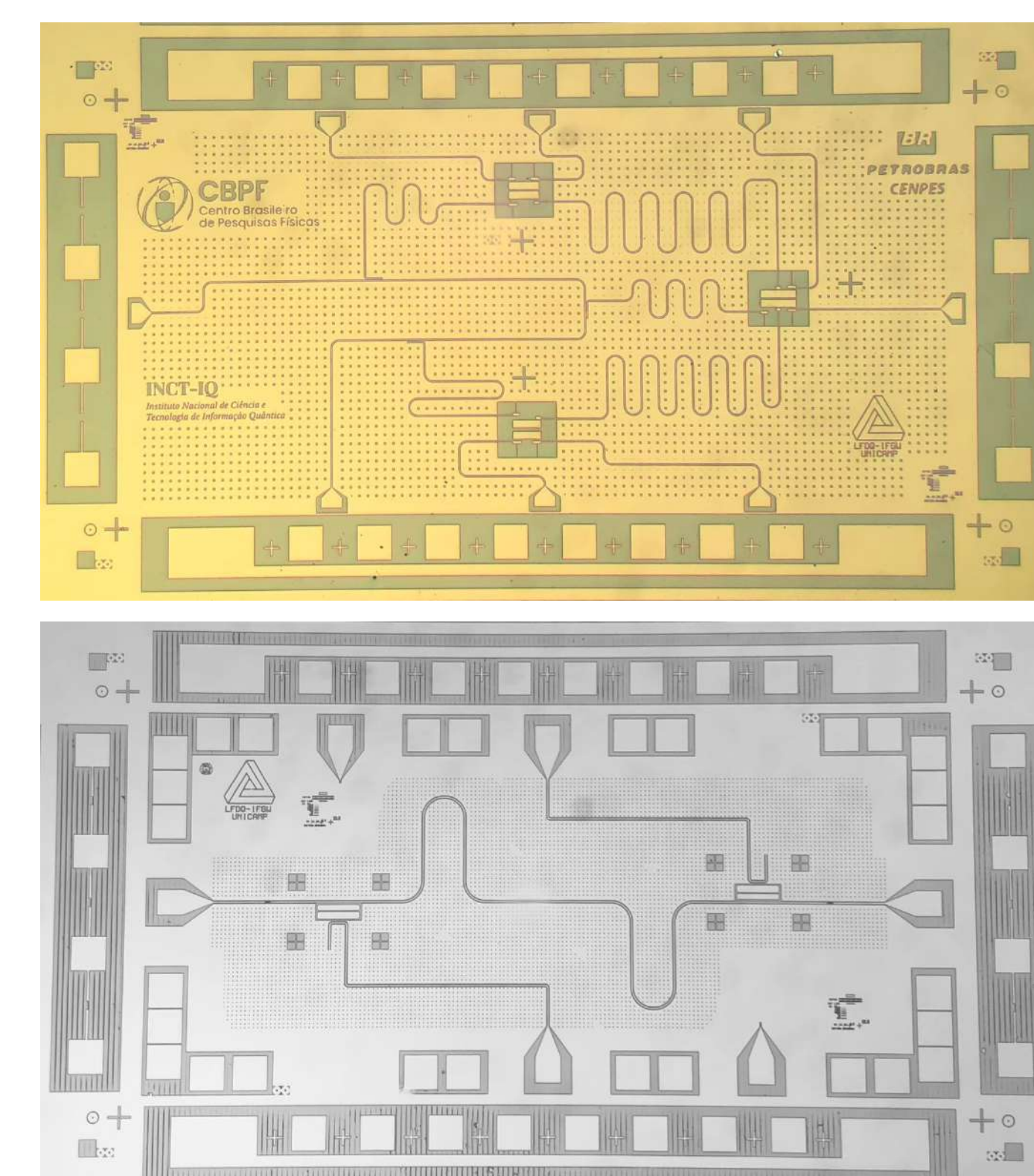
O Dispositivo Supercondutor



As Cavidades Ressonantes

Processo de microfabricação DWL

- 1º passo: Resiste fotossensível
- 2º passo: Exposição ao feixe de laser
- 3º passo: Revelação
- 4º passo: Corrosão por plasma
- 5º passo: Remoção do resiste



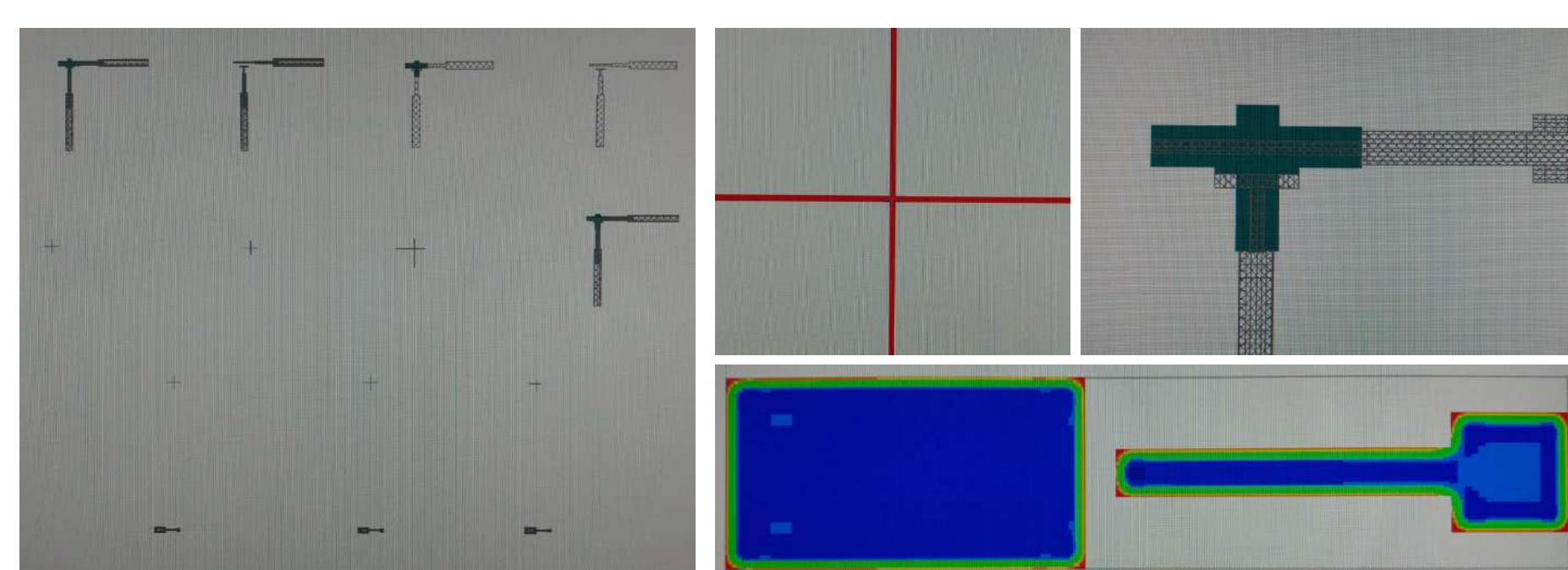
- Cavidades supercondutoras de 3-Qbits e 2-Qbits
- Produção em larga escala utilizando a escrita a laser – DWL

As Junções Josephson

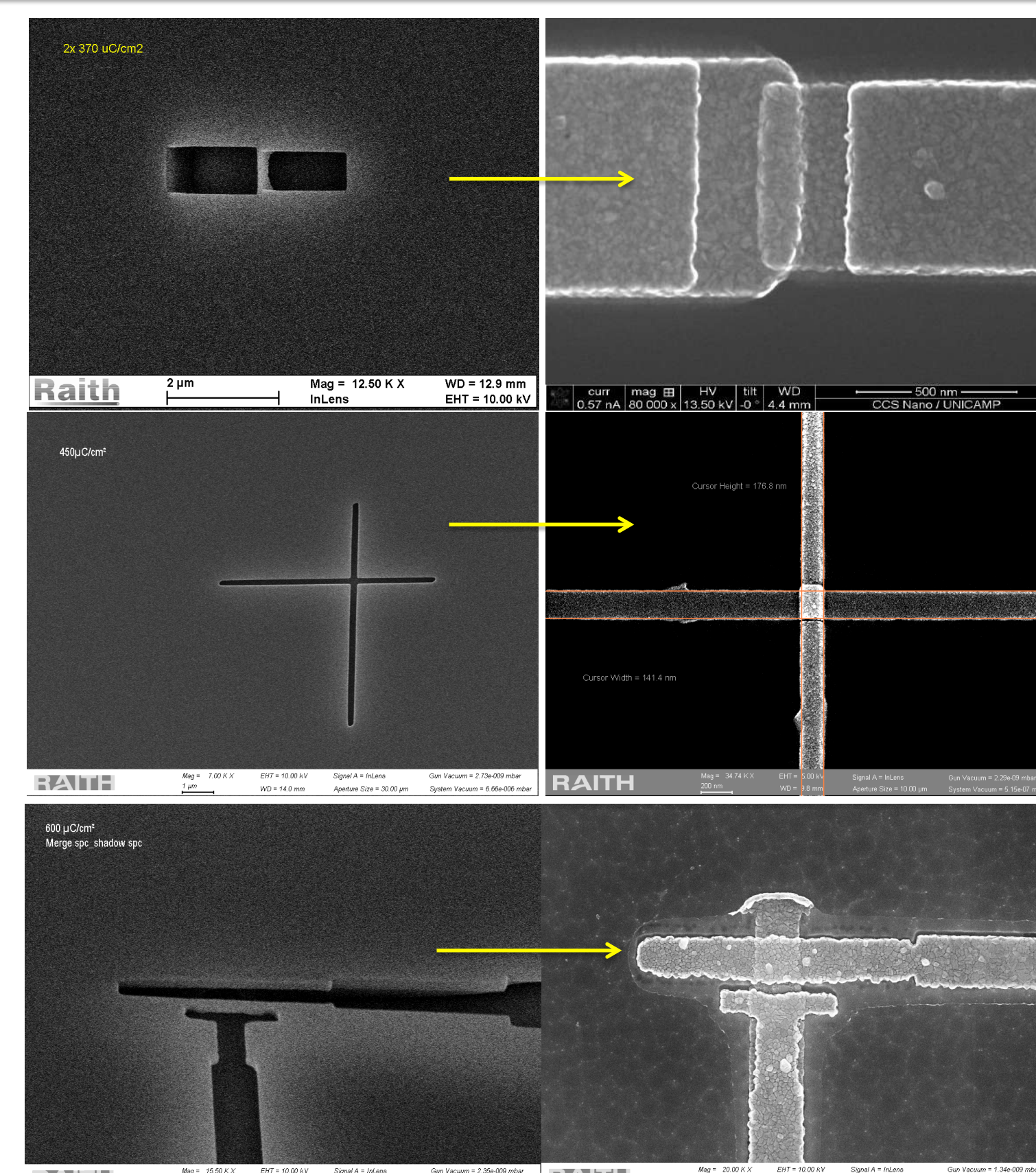
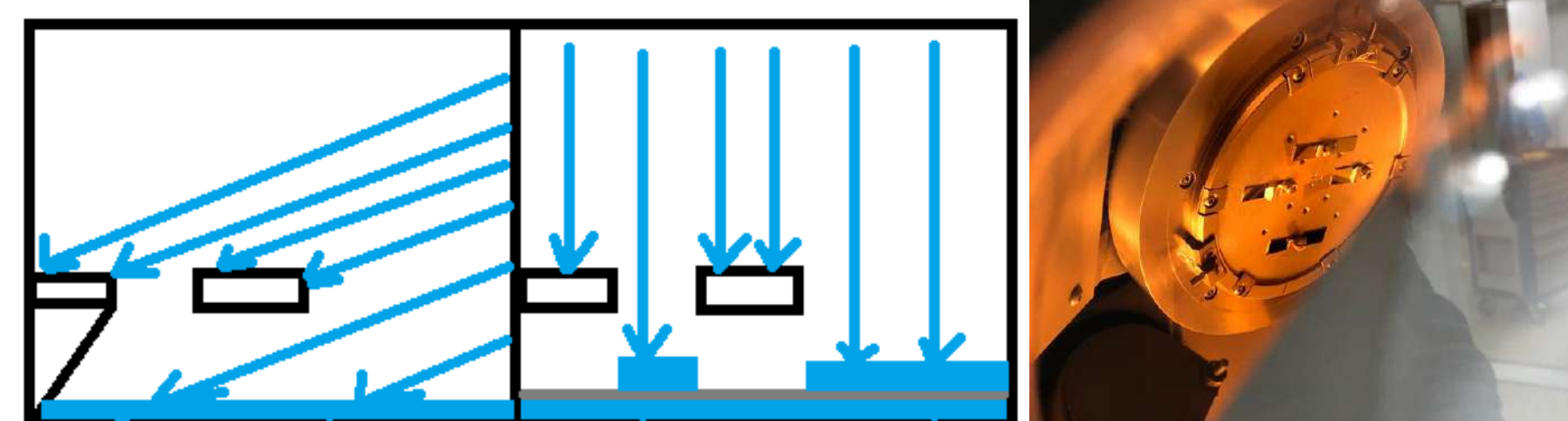
Processo de nanofabricação eLine

- 1º passo: Resistes
- 2º passo: Exposição
- 3º passo: Revelação
- 4º passo: Sputtering em ângulo e oxidação
- 5º passo: Lift-off

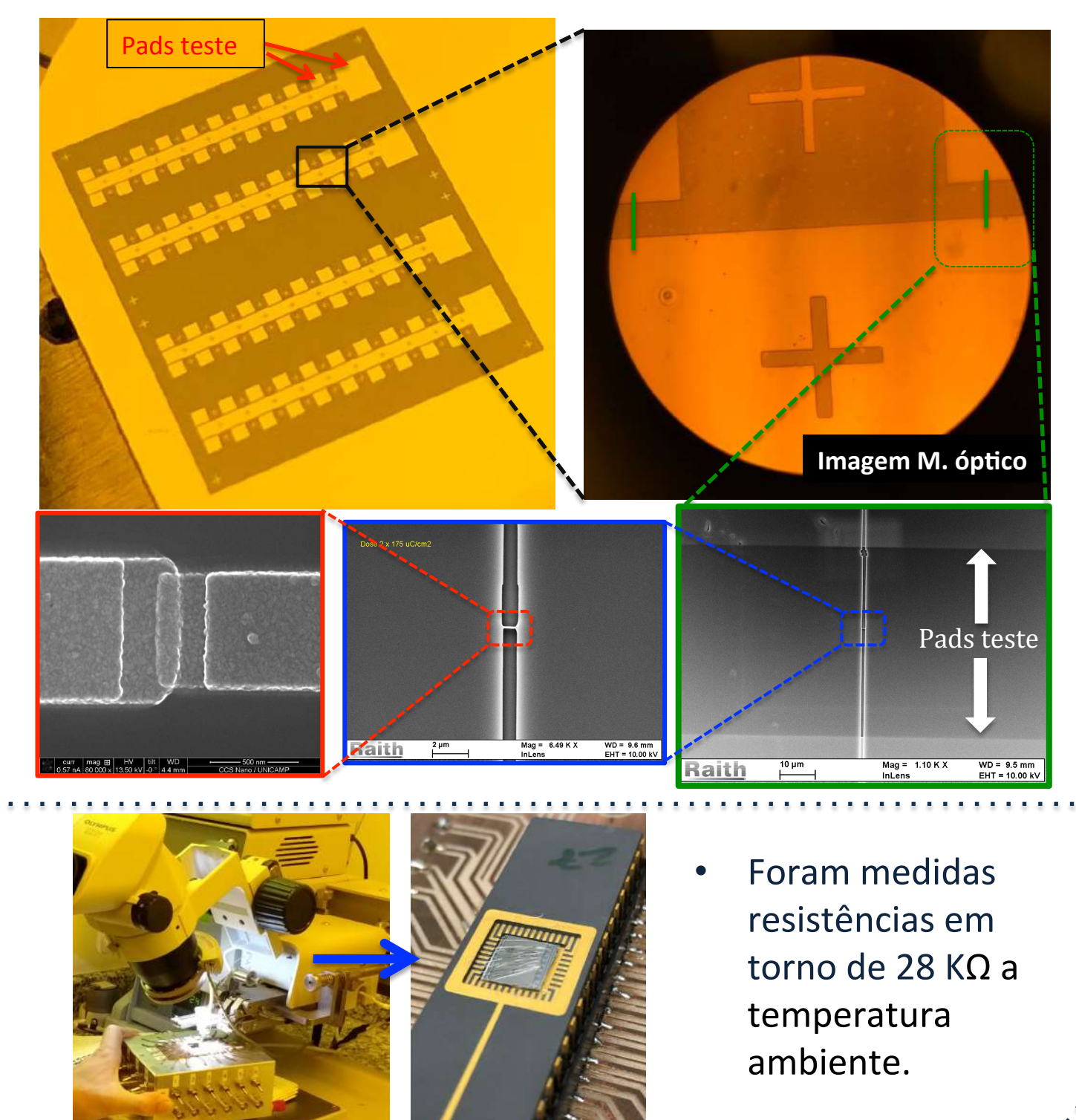
Teste de dose com correção do efeito de proximidade



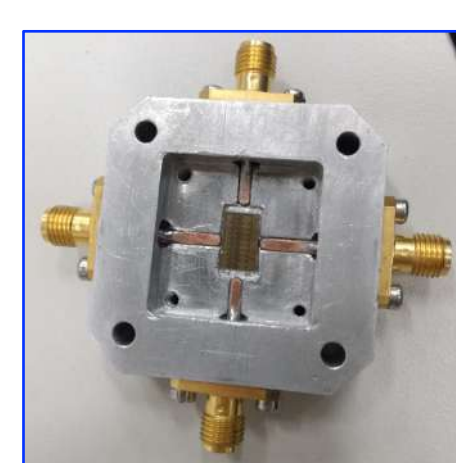
Deposição em ângulo de Al



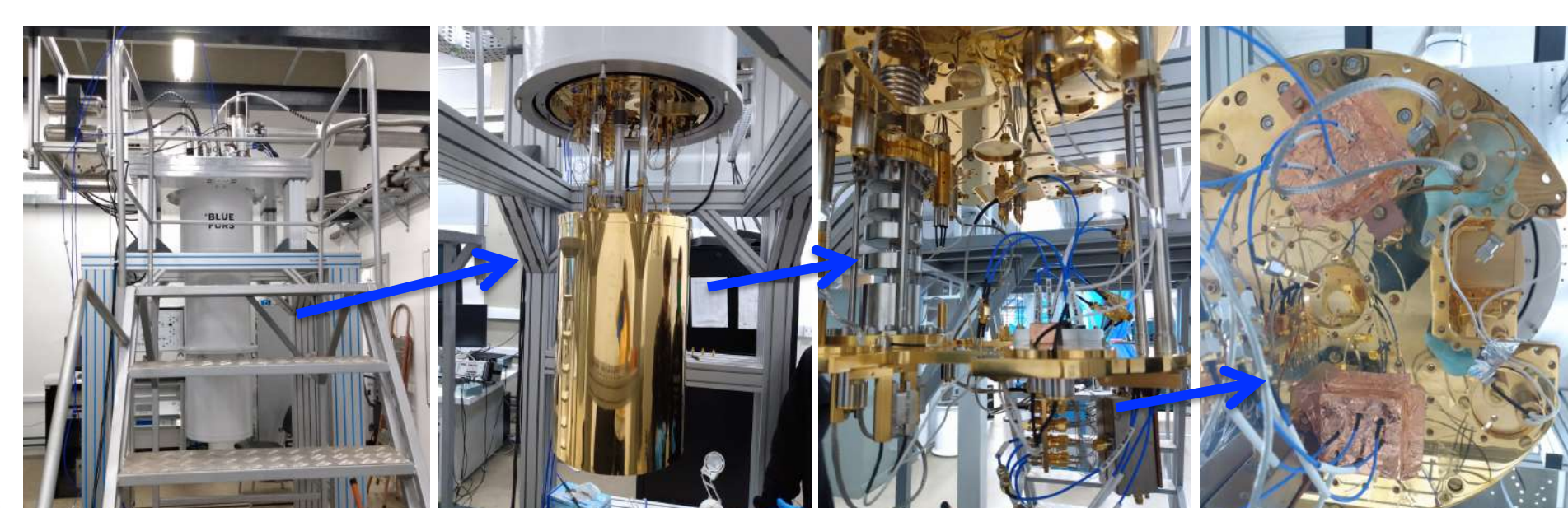
Medindo as Junções Josephson



As Medidas dos Qubits

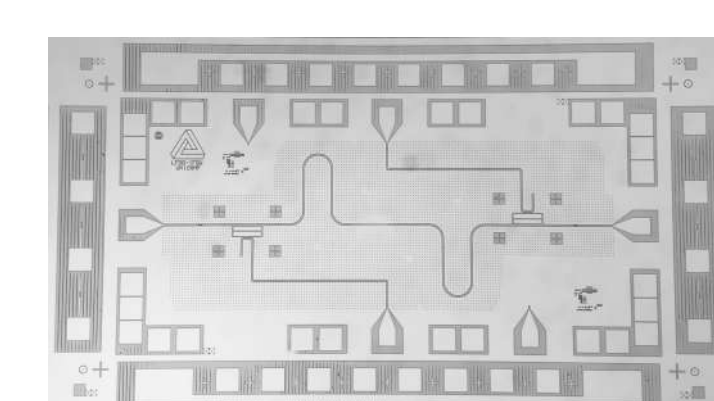


Dispositivo para realizar medidas a baixas temperaturas

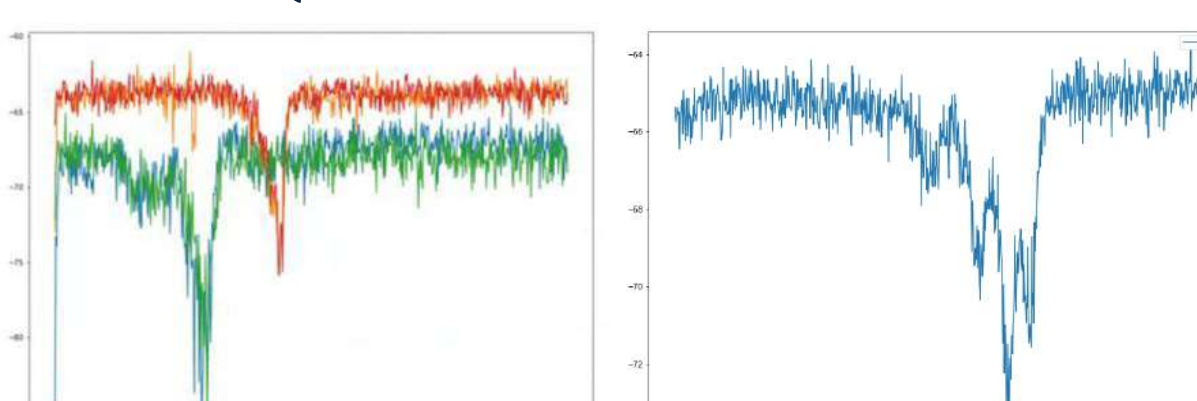


Medidas realizadas em aproximadamente 10mK

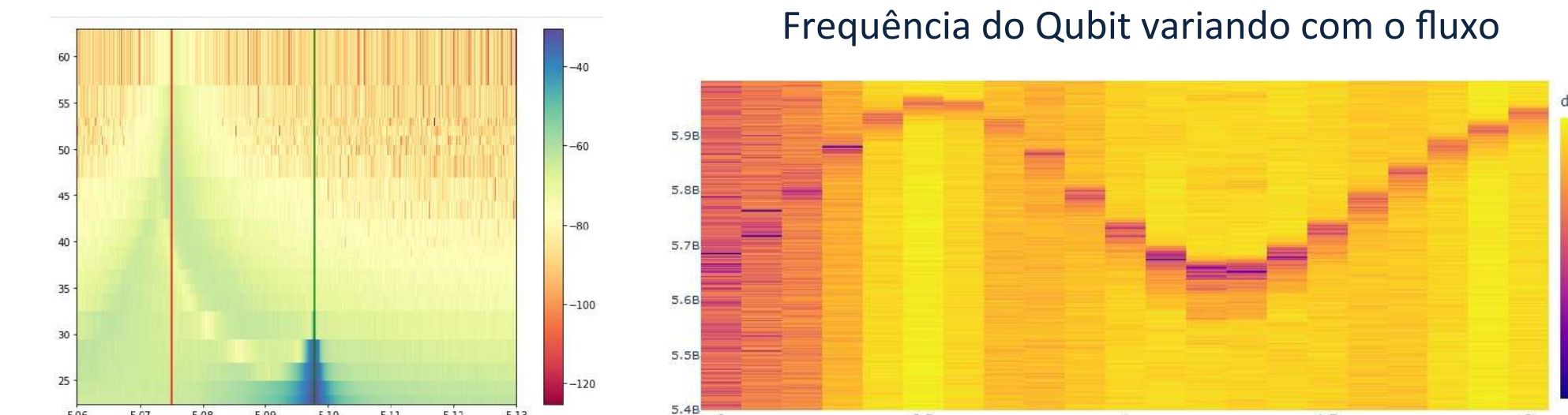
Qubit medido na cavidade 2-Qubit



Medidas que demonstram a presença do Qubit dentro da cavidade ressonante



Frequência do Qubit variando com o fluxo



Conclusão

- Dispositivo supercondutor construído.
- Protocolos de fabricação tanto das cavidades ressonantes como das junções Josephson bem estabelecidos.
- 90% de reprodutibilidade das junções.
- 100% de consistência nas medições de resistência.
- Dispositivos supercondutores com qubits funcionantes.

Referências

- [1] STEANE, A. Quantum computing. *Reports on Progress in Physics*, v. 61, n. 2, p. 117, 1998.
- [2] MAKHLIN, Y.; SCHÖN, G.; SHNIRMAN, A. Quantum-state engineering with Josephson-junction devices. *Reviews of modern physics*, v. 73, n. 2, p. 357, 2001.
- [3] CHATTERJEE, A. et al. Semiconductor qubits in practice. *Nature Reviews Physics*, v. 3, n. 3, p. 157, 2021.
- [4] Hao. Qubit Coupled Mechanical Resonator in an Electromechanical System, 2018.