



## Fatores ambientais para um Sistema de Microscopia por Tunelamento com Varredura

Leonardo A. Santana\*, Ricardo P. Román, Luiz F. Zagonel.

### Resumo

O projeto abordou as variáveis de um ambiente que podem interferir no funcionamento de um equipamento de STM, tais como variação de temperatura, vibrações mecânicas e vibrações sonoras.

### Palavras-chave:

Controle de temperatura, vibração mecânica, STM.

### Introdução

A microscopia de tunelamento com varredura (STM) é uma técnica de microscopia que consiste em aproximar uma ponta metálica até uma superfície condutora de modo que seja observada uma corrente de tunelamento quântico entre a ponta e a superfície devido a uma pequena d.d.p. entre estas. Ao mover a ponta é possível obter imagens com resolução atômica, nas melhores condições.

Nesse projeto as questões ligadas ao ambiente em que o STM é instalado e que podem interferir no seu funcionamento serão abordadas. De fato, a técnica STM só é possível se o local de instalação oferecer condições adequadas de estabilidade térmica, vibração mecânica do solo, vibração acústica do ar, entre outros.

### Resultados e Discussão

A justificativa para um controle preciso da temperatura está no fato de que as peças do STM são metálicas e sofrem dilatação térmica<sup>1</sup>. O coeficiente de dilatação térmica do cobre, para o suporte da amostra, por exemplo, é  $17 \times 10^{-6} (\text{°C}^{-1})$ . Assim, se uma peça de 1cm ter sua temperatura variada por 1°C, seu comprimento terá uma variação de 170nm. Mas a resolução do equipamento é 0,1nm. Então, o suporte da amostra precisa variar menos que 1°C. Mas, tendo em mente que o sistema tem aproximadamente uma tonelada, a variação da sala em 1°C implica em uma estabilidade térmica adequada do interior do equipamento. Para controlar a temperatura da sala será colocado um aparelho do tipo Split inverter, pois esse aparelho deixa a temperatura do ambiente mais estável que os outros modelos. Além disso, será colocada uma manta térmica no teto da sala e será feito um monitoramento da temperatura e umidade na sala via Arduino para verificar as condições da sala.

A vibração mecânica do solo implica também em distorções e vibrações dentro do STM. Para funcionar adequadamente, o solo do local de instalação deve apresentar vibrações com velocidade abaixo de  $12,6 \mu\text{m/s}$  para frequências abaixo de 10Hz (entre outras especificações). O gráfico da Figura 1 mostra o histograma de velocidades do solo em função da frequência. Foi realizado um mapeamento no prédio e na melhor sala disponível. Os dados da Figura 1 são os melhores resultados e correspondem ao local onde será instalado o equipamento. O gráfico mostra que as amplitudes das velocidades de vibração estão abaixo do limite, então a sala da Figura 1 pode ser usada para colocar o equipamento.

O ruído acústico (som) também causa vibrações e oscilações dentro do STM. Por isso a sala tem um forro acústico e também um isolamento acústico para a sala ao lado, onde será feita a operação do equipamento. De fato, uma simples conversa já ultrapassa os níveis aceitáveis de ruído para esse equipamento. Também haverá um monitoramento dos níveis de som na sala e eventualmente as paredes serão cobertas com espuma acústica para isolar melhor a sala e abafar ruídos.

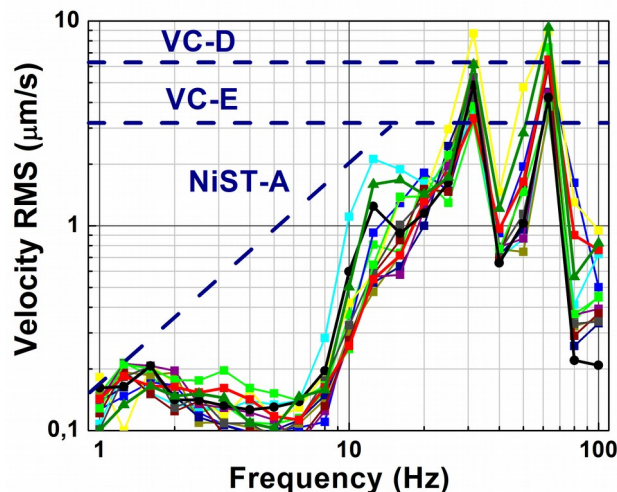


Figura 1. Gráfico de amplitude de velocidade por frequência.

### Conclusão

Como um sistema STM tem resolução atômica, os fatores ambientais influenciam nas medidas. Então são necessárias algumas ações antes da instalação do equipamento, como a escolha do local com menor vibração mecânica, o controle da temperatura e do ruído acústico. Além disso é preciso acompanhar a efetividade dessas ações com monitoramentos com longos períodos.

### Agradecimentos

Agradecemos o financiamento do CNPQ e da FAPESP, projetos 2014/23399-9 e 2012/10127-5.

<sup>1</sup>Halliday, D.; Resnick J. W. "Fundamentos de Física". Vol 2. LTC 2009, 295.

<sup>2</sup>Inman, Daniel J., "Engineering Vibrations, Second Edition," Prentice Hall, 2001. New Jersey.