



Brazilian Materials  
Research Society

Excelência em Ciência e Tecnologia de Materiais

ENGLISH VERSION  (/en/artigo-em-destaque-laminas-nanometricas-de-agua-para-alcancar-super-resolucao-em-microscopia-por-microondas/)

Search this site	Q
Login 	Criar conta  ( <a href="https://sbpmat.org.br/associe/passo1.php">https://sbpmat.org.br/associe/passo1.php</a> )

## Artigo em destaque: Lâminas nanométricas de água para alcançar super-resolução em microscopia por microondas.

Posted on sexta 30 de julho de 2021 (<https://www.sbpmat.org.br/pt/artigo-em-destaque-laminas-nanometricas-de-agua-para-alcancar-super-resolucao-em-microscopia-por-microondas/>) by Eduardo SBPMAT (<https://www.sbpmat.org.br/pt/autor/eduardo/>)

 (<http://www.facebook.com/share.php?u=https%3A%2F%2Fwww.sbpmat.org.br%2Fpt%2Fartigo-em-destaque-laminas-nanometricas-de-agua-para-alcancar-super-resolucao-em-microscopia-por-microondas%2F&t=Artigo%20em%20destaque%3A%20L%C3%A2minas%20nanom%C3%A9tricas%20de%20%C3%A1gua%20para%20alcancar%3A%20a%20super-resolucao-em-microscopia-por-microondas.>)

Curtir 9

Tweet

Estamos em 1679, na Inglaterra. O protagonista da história é Robert Hooke, polímata que se dedicou à arquitetura e à ciência experimental e fez diversas contribuições à compreensão da natureza, inclusive utilizando os incipientes telescópios e microscópios ópticos que estavam em desenvolvimento naquele século. Enquanto usa seu microscópio, Hooke percebe que, ao gotejar água na superfície das amostras e colocar essa lâmina líquida em contato com o instrumento, a água fica bem aderida à lente e as imagens ganham clareza e resolução.

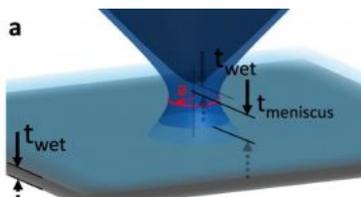
Lâminas de água aderidas a alguma superfície são chamadas de meniscos, e seu uso na interface entre um microscópio óptico e uma amostra tornou-se, depois de Hooke, a base da chamada “microscopia de imersão líquida”.

Agora estamos no Brasil, no Centro de Microscopia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mais de 300 anos após essa descoberta de Hooke – tempo suficiente para o ser humano desenvolver muitos equipamentos e técnicas de caracterização, como a microscopia de impedância por microondas (sMIM na sigla em inglês).

Essa técnica é um dos membros mais novos da família da microscopia de varredura por sonda. Nesses microscópios, uma ponta extremamente fina percorre a superfície da amostra. As forças resultantes da interação sonda – amostra são medidas, o que permite reconstruir a imagem da superfície da amostra e trazer informações sobre algumas das suas propriedades. No caso da técnica de sMIM, acopla-se um emissor de microondas a um microscópio de força atômica (AFM em inglês). A ponta da sonda do AFM funciona então como um guia de ondas, e a interação entre as microondas e a amostra fornece a informação.



Ilustração do microscópio de Robert Hooke no seu livro Micrographia.



Representação do menisco formado na ponta do microscópio da UFMG durante as medidas de sMIM. Fonte: Nat Commun 12, 2980 (2021).

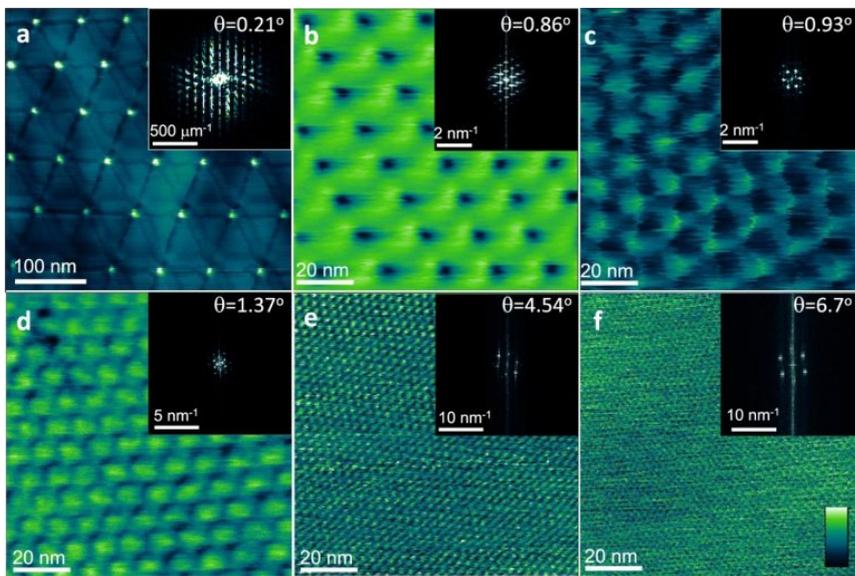
É precisamente esse equipamento que os pesquisadores da UFMG estavam usando quando notaram que as medidas que realizavam dependiam da umidade do ambiente. Eles foram, então, fazer buscas na literatura científica, e conseguiram formular uma hipótese: meniscos nanométricos de água estavam concentrando as microondas nos experimentos com sMIM.

A hipótese foi validada por meio de simulações matemáticas, realizadas dentro do doutorado em Engenharia Elétrica de Diego Camilo Tami López, defendido pela UFMG em 2020. A modelagem do sistema, incluindo a formação de meniscos, mostrou que a fina lâmina de água concentrava, sim, as microondas, fenômeno que gerava um aumento na resolução das imagens geradas por sMIM.

Além disso, testes experimentais foram realizados usando amostras de grafeno bicamada torcido, preparado mediante uma técnica recentemente desenvolvida pela equipe mineira, e **publicada no início**

**deste ano** (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsanm.0c03230>). Formado por duas camadas de grafeno empilhadas e levemente desalinhas entre si, o material foi escolhido pela equipe da UFMG por oferecer bastante versatilidade nos experimentos.

As amostras foram preparadas por cientistas da UFMG com a colaboração de pesquisadores da Universidade Federal da Bahia e do NIMS (Japão). Os experimentos de sMIM ficaram a cargo de Doug Ohlberg, cientista que se juntou à equipe da UFMG em 2017, depois de mais de 20 anos trabalhando nos laboratórios corporativos da Hewlett-Packard em Palo Alto (EUA).



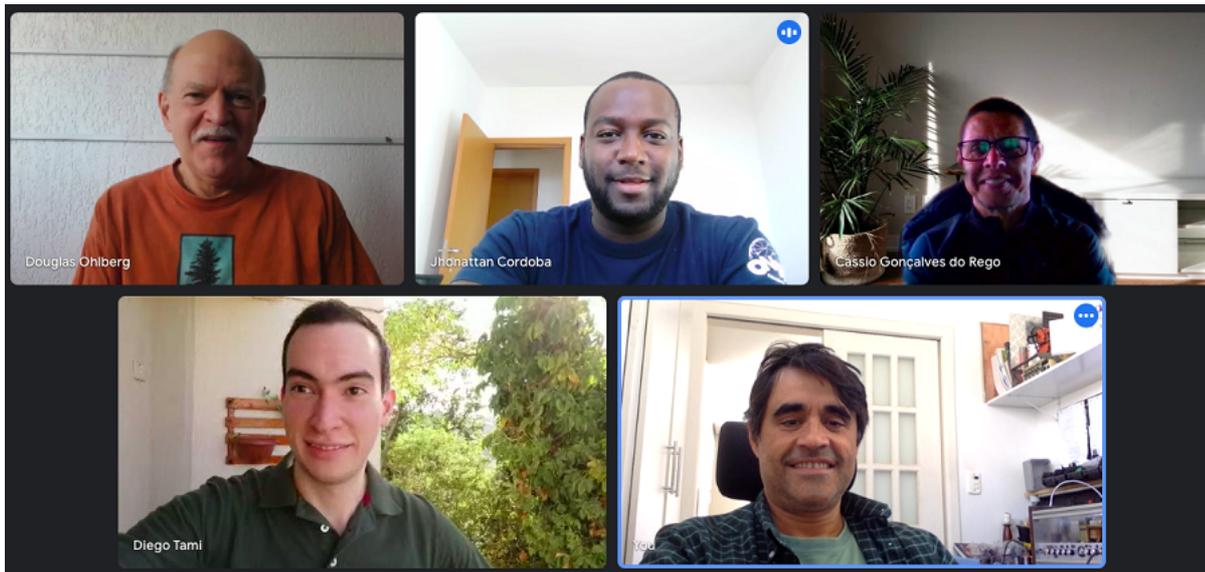
Imagens de grafeno bicamada torcido sobre diferentes substratos obtidas pela técnica de sMIM. Fonte: Nat Commun 12, 2980 (2021).

Nesses experimentos, controlando a formação de meniscos de água de pouquíssimos nanômetros na ponta do microscópio, os pesquisadores conseguiram concentrar as microondas de forma controlada e, dessa forma, ultrapassar os limites da técnica de sMIM, alcançando uma super-resolução.

“Mostramos que o uso de microondas como ferramenta em microscopia pode ser ampliado até a escala de 1 nanômetro”, diz o professor Gilberto Medeiros Ribeiro (UFMG), autor correspondente do artigo que reporta esta pesquisa no periódico **Nature Communications** (<https://doi.org/10.1038/s41467-021-23253-2>), em formato *open access*. Para não especialistas em microscopia: essa resolução significa que é possível distinguir dois pontos distintos a uma distância mínima de 1 nanômetro. “Isto é importante porque microondas representam radiação de muito baixa energia, o que faz com que aplicações em biologia sejam viabilizadas”, completa o cientista.

Como as microondas têm um comprimento de onda entre 1 metro e 1 milímetro, este avanço significa a possibilidade de sondar materiais na escala nanométrica com ondas muito maiores. “A principal contribuição do trabalho é de mostrar como foi conseguido superar o limite de difração em 100.000.000 de vezes: conseguimos fazer imagens com 1 nanômetro de resolução utilizando um comprimento de onda de 10 centímetros”, diz Medeiros Ribeiro.

A pesquisa foi realizada com financiamento das agências brasileiras CNPq, Finep, FAPEMIG e Capes.



(<https://www.sbpmat.org.br/site/wp-content/uploads/2021/07/pesquisadores-1.png>)

Alguns dos autores do artigo reunidos online. A partir da esquerda: Douglas Ohlberg, Jhonattan Ramirez, Cássio Gonçalves do Rego, Diego Tami e Gilberto Medeiros-Ribeiro.

**Referência do artigo científico:** *The limits of near field immersion microwave microscopy evaluated by imaging bilayer graphene moiré patterns*. Douglas A. Ohlberg, Diego Tami, Andreij C. Gadelha, Eliel G. S. Neto, Fabiano C. Santana, Daniel Miranda, Wellington Avelino, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Leonardo C. Campos, Jhonattan C. Ramirez, Cássio Gonçalves do Rego, Ado Jorio & Gilberto Medeiros-Ribeiro. Nature Communications volume 12, Article number: 2980 (2021). Acesso ao artigo na íntegra (*open access*): <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23253-2> (<https://doi.org/10.1038/s41467-021-23253-2>).

**Contato do autor correspondente:** Prof Gilberto Medeiros Ribeiro – [gilberto@dcc.ufmg.br](mailto:gilberto@dcc.ufmg.br) (<mailto:gilberto@dcc.ufmg.br>)

**Notícias** (<https://www.sbpmat.org.br/pt/category/noticias/>)

Comments