

# Grafeno: a base de uma nova electrónica?

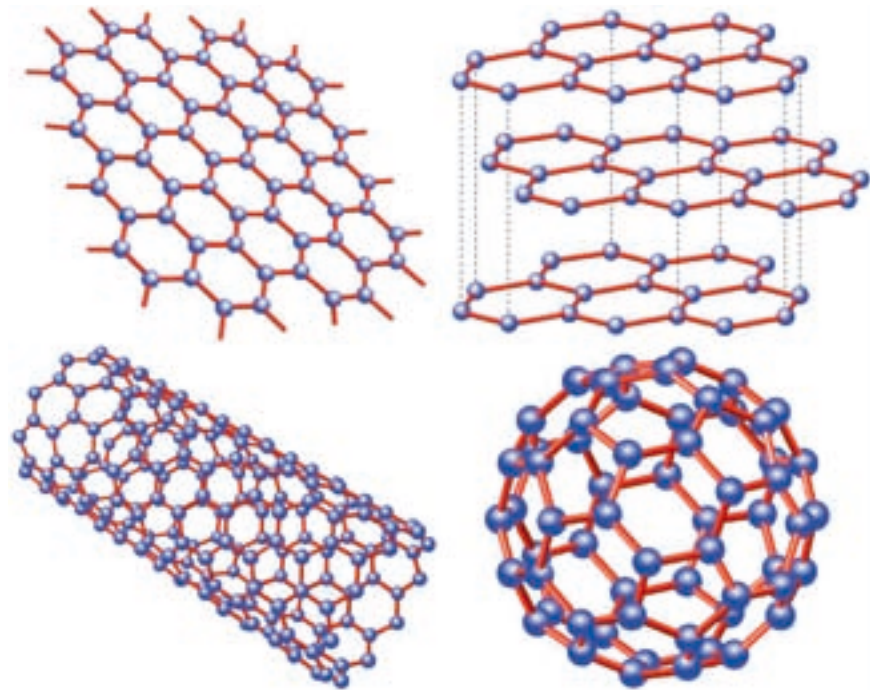
Carlos Herdeiro

**O GRAFENO É O MAIS FINO FRAGMENTO DE GRAFITE QUE É POSSÍVEL PRODUIR: UM ÚNICO PLANO DE ÁTOMOS DE CARBONO. EM 2004 UM GRUPO DA UNIVERSIDADE DE MANCHESTER PRODUZIU, PELA PRIMEIRA VEZ EM LABORATÓRIO, PLANOS DE GRAFENO: UM CRISTAL COMPLETAMENTE BIDIMENSIONAL! ESTUDOS TEÓRICOS POSTERIORES REVELARAM QUE O GRAFENO É UM SEMI-CONDUTOR COM PROPRIEDADES MUITO PROMISSORAS E COM POTENCIAL PARA SE TORNAR A BASE DE UMA NOVA ELECTRÓNICA. FÍSICOS PORTUGUESES ESTÃO NA VANGUARDA DESTES ACONTECIMENTOS.**

A grafite é um empilhamento de planos de átomos de carbono. Enquanto que as ligações entre átomos no mesmo plano são covalentes, os diferentes planos estão fracamente acoplados. Por isso, estes planos podem deslizar entre si, permitindo a escrita. No diamante, que também é formado exclusivamente por átomos de carbono, todas as ligações entre átomos são covalentes, tornando o diamante muito resistente.

A estrutura cristalina da grafite é conhecida há várias décadas. Mas só em 2004 se observou, pela primeira vez, um destes planos de carbono - o grafeno - o que foi conseguido pelo grupo de Andre Geim, da Universidade de Manchester no Reino Unido. Este desenvolvimento estimulou a análise teórica do grafeno que desde logo revelou as suas propriedades não convencionais. Por exemplo, os electrões de condução no grafeno comportam-se como partículas relativistas sem massa, o que contrasta os portadores de carga em materiais convencionais, que são partículas com massa descritas pela Mecânica Quântica não-relativista. Mas uma das mais importantes propriedades do grafeno é ser um semiconductor de hiato nulo.

Semicondutores são materiais onde o espectro contínuo de energias que os electrões podem tomar apresenta um hiato, ou seja, existe um intervalo de energias proibidas. Além disso nos semicondutores apenas as energias abaixo do hiato



estão ocupadas com electrões. Logo o material não conduz a corrente eléctrica, a não ser que haja um campo eléctrico aplicado que permita aos electrões adquirir energia suficiente para ultrapassar o hiato. No grafeno o hiato de energias proibidas é, na prática, nulo, mas existem várias maneiras de introduzir um tal hiato. Uma delas envolve a bicamada de grafeno: usar não uma mas sim um empilhamento de duas camadas acopladas de grafeno. O espectro da bicamada de grafeno também não tem hiato finito, mas basta aplicar um campo eléctrico perpendicularmente à bicamada para imediatamente introduzir um hiato no espectro. Com uma enorme vantagem adicional relativamente a qualquer outro semiconductor: o valor do hiato depende da intensidade do campo aplicado. Surge assim o primeiro semiconductor com hiato variável externamente.

O desenvolvimento da teoria da bicamada de grafeno foi feito por uma colaboração internacional, com nodos nos EUA, Espanha, Reino Unido e Portugal, envolvendo os físicos portugueses Nuno Peres (U. Minho), J. Lopes dos Santos e Eduardo Castro (U. Porto), tendo o material sido preparado e medido no laboratório de Andre Geim. Os resultados foram apresentados na *Physical Review Letters*, uma entre várias publicações da colaboração, neste prestigiado jornal, sobre o grafeno. Note-se que este é um dos tópicos mais “quentes”, actualmente, na física da matéria condensada a nível internacional; no “March Meeting” de 2008 da American Physical Society, que reúne anualmente cerca de 7000 físicos de todo o mundo, o grafeno foi o tópico que acupou a maior percentagem de sessões.

Como nos disse Eduardo Castro, presentemente a terminar a sua tese de doutoramento sobre este assunto, “este novo tipo de semiconductor tem claramente potencial para vir a ser usado em tecnologia comercial. Estamos rodeados de tecnologia onde o papel dos semicondutores é absolutamente central: o transístor e outros componentes electrónicos, essenciais ao processamento digital, onde se inclui o computador; a tecnologia laser, em particular os lasers de estado sólido, como os apontadores que nós usamos nas nossas apresentações; detectores dos mais variados tipos; painéis fotovoltaicos; etc. Este novo

semiconductor baseado na bicamada de grafeno tem duas características que o tornam bastante interessante do ponto de vista das aplicações. Primeiro temos um hiato variável: podemos pensar imediatamente em lasers cujo comprimento de onda da luz emitida pode ser escolhido, ou fotodetectores sintonizáveis. Por outro lado, estamos a falar de um dispositivo que tem a altura de duas folhas atómicas sobrepostas. Para aplicações em electrónica, onde queremos tudo sempre mais pequeno, isto são óptimas notícias. Convém contudo perceber que o grafeno faz agora 3 anos. É muito novo! É difícil dizer se teremos tecnologia comercial baseada em grafeno dentro de 2 anos ou dentro de uma década. Neste momento o maior obstáculo é o método de fabrico das amostras de grafeno que o grupo do Andre Geim usa. Está ainda longe de ser um processo industrial perfeitamente reproduzível.” Sobre o papel que o grafeno poderá vir a desempenhar em aplicações tecnológicas futuras E. Castro diz-nos ainda que “não há dúvida de que a tecnologia baseada no silício semiconductor usado em todos os circuitos integrados atingirá o seu limite dentro de alguns anos. A partir de determinada altura deixará de ser possível (ou economicamente viável) diminuir mais o tamanho de um transístor. O carbono é apontado como forte substituto. De facto, o carbono pertence ao mesmo grupo do silício na Tabela Periódica dos elementos. Não é, portanto, um substituto assim tão inesperado. O próprio germânio, também do mesmo grupo, também tem sido proposto para algumas aplicações. Uma grande vantagem do carbono é o facto de formar nano-estruturas naturalmente: os nanotubos de carbono, e agora o grafeno. No caso particular do grafeno, apesar da sua pequeníssima espessura - 1 átomo - ele é extremamente estável, e tem uma robustez mecânica impressionante. Ainda mais importante é o facto de se comportar, em determinadas circunstâncias, como um óptimo condutor. Há quem pense que o grafeno poderia ser usado para construir todo um circuito completo: desde as pistas aos componentes electrónicos, como o transístor, tudo seria em grafeno. Isto eliminaria as pistas de ouro e resolveria o problema dos contactos. Mas independentemente de o carbono vir ou não a substituir o silício, há uma forte possibilidade de o grafeno ser usado em aplicações nanotecnológicas variadas muito em breve; fontes de luz, sensores de gases, armazenamento de hidrogénio, são alguns exemplos.”

Saiba mais sobre o grafeno e sobre o papel dos físicos portugueses em duas entrevistas com Eduardo Castro e João Lopes dos Santos e no artigo de Nuno Peres, disponíveis na versão electrónica da Gazeta de Física.