

# À SOMBRA DO PAPEL

Com o Tetrasolar, investigadores do Cenimat/i3N criaram um painel solar capaz de captar toda a energia necessária para alimentar os componentes eletrónicos de uma embalagem inteligente por Hugo Séneca

Já quase ninguém usa papel para escrever cartas, mas as embalagens continuam a ter uma vida longa pela frente. Rodrigo Martins, líder do Departamento de Ciências dos Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL), dá um exemplo: os prazos de validade inseridos em embalagens de produtos alimentares apenas tem valor estatístico. «Na verdade ninguém pode garantir que, três ou quatro dias depois, o produto perdeu qualidade, nem ninguém pode garantir que, três dias ou quatro antes, o mesmo produto não se estragou por não ter sido bem preservado». A equipa do Centro de Investigação de Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa (Cenimat/i3N) acredita poder criar um sistema dinâmico que é composto por papel quase na totalidade e que indica a evolução qualitativa de um produto através de um pequeno ecrã. A última peça que faltava a esse dispositivo eletrónico autossustentável acaba de ser anunciada: uma célula fotovoltaica que tira partido dos materiais que compõem as embalagens. Tetrasolar é o nome da solução.

É um ciclo que se fecha no trabalho que a equipa liderada por Elvira Fortunato e Rodrigo Martins iniciou em 2007, com o desenvolvimento de transístores de papel. Com uma ponta de orgulho, os investigadores dão a conhecer o roteiro de investigação dos últimos anos: numa ilustração surgem um ecrã, uma bateria, uma memória, um chip CMOS, um sensor a cores e – por fim, a célula solar. Todos os componentes têm

**Com o Tetrasolar, o Cenimat/i3N desenvolveu uma célula solar que pode funcionar em embalagens inteligentes. Passados oito anos, Elvira Fortunato e Rodrigo Martins concluíram o ciclo da eletrónica de papel**

em comum o facto de serem criados pelo Cenimat e terem o papel como substrato.

O Tetrasolar distingue-se por captar a energia necessária para que todos os outros componentes possam funcionar numa lógica de eletrónica descartável, reciclável e de baixos custos. «O Tetrasolar tem uma

vantagem: pode ser criado na própria embalagem. Numa embalagem para a alimentação, teria um custo acrescido muito pequeno», refere o professor da UNL.

Com a demonstração de que era possível criar todo um circuito eletrónico autossustentável com papel, segue-se uma nova fase no projeto: depois de uma parceria com a Stora Enso para o desenvolvimento da Tetrasolar, o laboratório da Margem Sul já começou a analisar com a Portucel uma potencial candidatura a programas de financiamento da Comissão Europeia.

«Com apoio da Comissão Europeia, poderíamos testar, numa linha de produção piloto, o fabrico de papel já com a eletrónica integrada. O objetivo é ter estes componentes integrados na própria celulose

## CONHECIDOS NO ESTRANGEIRO

O Tetrasolar começou por ser desvendado em artigos científicos publicados nas revistas *Advanced Functional Materials* e *American Chemical Society*. A tecnologia abriu ainda caminho ao pedido de uma patente e registo de marca. A equipa do Cenimat/i3N tem vindo a trabalhar nesta área com a com a Stora Enso, Felix Schoeller (da Alemanha) e Centre Technique du Papier, da França.

dentro cinco ou dez anos», explica Rodrigo Martins. Elvira Fortunato acrescenta: «não queremos substituir o silício, mas sim usar soluções desenvolvidas em eletrónica de papel que seriam extremamente caras de produzir com silício». A mentora da eletrónica de papel não se coíbe

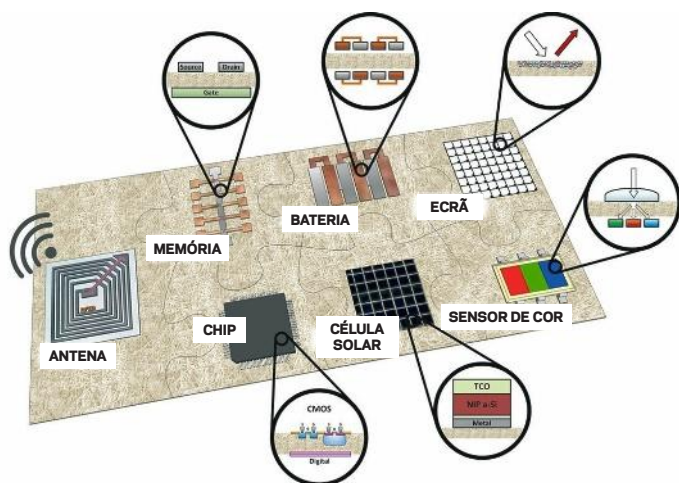
de fazer uma previsão mais futurista: «No futuro, poderemos ir para a praia com uma toalha que também carrega o telemóvel».

## FÁCIL DE INDUSTRIALIZAR

O Tetrasolar ainda é um protótipo – e uma visita aos laboratórios da FCT-UNL permite confirmar que o ciclo de produção ainda obedece mais aos requisitos de investigação que às exigências comerciais. No Cenimat/i3N a produção de um célula solar 100 vezes menos espessa que o papel de uma embalagem que a vai suportar pode demorar seis horas, mas numa unidade industrial essa produção poderá não demorar mais do que alguns segundos, recordam os investigadores do laboratório associado da FCT-UNL.

Na gíria, os investigadores dizem que este processo faz «crescer» as células solares. O uso do verbo crescer, em vez de «produzir» ou «fabricar», prende-se com a técnica usada para a integração do Tetrasolar sobre um papel de embalagem: nos diferentes instrumentos de laboratório, os investigadores juntam gases a temperaturas que não podem superar os 150 graus de temperatura, a fim de não danificar as propriedades do papel. Quanto mais tempo o papel estiver exposto às reações químicas dos gases, mais espesso será o filme que vai suportar a futura célula fotovoltaica. Posteriormente, o protótipo é exposto a reações químicas geradas pela combinação de plasmas e diferentes gases, que permitirão criar novas camadas correspondentes aos diferentes componentes do Tetrasolar.

Elvira Fortunato não tem dúvidas: «É fácil integrar estes processos numa linha de fabrico de papel industrial. Estamos a usar materiais que



Os investigadores do Cenimat/i3N já desenvolveram todos os componentes necessários para a produção de dispositivos eletrónicos de papel, que são autossustentáveis e podem ser reciclados

## O QUE TEM TETRASOLAR

O Tetrasolar é um painel solar de pequena dimensão que foi desenhado para uso em embalagens. Nos laboratórios do Cenimat/i3N, têm sido trabalhados protótipos com 650 nanómetros de espessura. Este minipainel solar de papel conta com três componentes: dois díodos que envolvem como uma sanduíche uma camada de silício amorfo. A face do Tetrasolar que se encontra virada para o exterior será composta por óxido de zinco transparente que deixa passar a luz solar; a camada do silício amorfo absorve essa energia que, depois, é encaminhada pelo diodo metálico (que pode ser o alumínio do interior da embalagem) para os dispositivos que necessitam da energia. O painel solar poderá estar acoplado a uma bateria encapsulada no interior da embalagem. Deste modo, a energia pode ser acumulada para que possa manter o funcionamento de sensores, mostradores e outros componentes mesmo quando não há luz do sol. Entre os projetos dos investigadores do Cenimat, figura o desenvolvimento de um pequeno painel solar que possa abastecer um conjunto de componentes com uma potência de um miliWatt e com uma tensão de 1,5 a 2 volts. Num artigo publicado numa revista científica, a equipa do Cenimat recorda que o papel é um substrato 100 vezes menos caro que os materiais derivados do plástico. A escolha do substrato pode ser decisiva: entre 25% e 60% do custo das células solares depende do material de suporte que é usado.

já existem e tecnologias que já existem, mas com novas aplicações».

Rodrigo Martins aponta um primeiro objetivo no que toca a um possível produto baseado no Tetrasolar: um retângulo de dois centímetros de comprimento por quatro milímetros de largura, que ficará incorporado na face exterior, mas tira partido do alumínio do interior da embalagem; a energia captada terá de conseguir suportar um sistema com uma potência de um miliWatt e com uma tensão de 1,5 a 2 volts. A energia captada pressupõe a integração de uma bateria que poderá ficar encapsulada no interior da embalagem.

Rodrigo Martins admite ainda que, juntamente, com um sensor de acidez e um pequeno ecrã, seria possível criar um dispositivo que tanto fornece informação sobre o dia em que uma embalagem foi aberta, como mostra mensagens predefinidas ou indica horas de toma de medicamentos: «Além de substituir o código de barras, permite evitar desperdícios e melhorar o aproveitamento de stocks, porque passa a ser feito um controlo dinâmico, que revela o que está a acontecer na altura com o conteúdo de uma embalagem».