

BEM-VINDOS AO FUTURO

A eletrónica de papel tem inúmeras aplicações práticas. Em Portugal, são muitos os projetos de investigação nesta área e os prémios já recebidos. E, em breve, muitas serão as utilizações quotidianas. Deixe-se surpreender.

Sexta-feira, seis da tarde. Prestes a sair do escritório, percebe que se esqueceu de desejar bom fim de semana ao chefe, que está numa reunião interminável. Agarra numa folha de papel inteligente, escreve o endereço eletrónico do chefe e uma curta frase, e fica descansado por saber que a mensagem vai aparecer no mesmo instante no e-mail dele. Entra no carro, conformedo por ainda ter de fazer as compras de última hora para a festa de aniversário do seu filho mais velho, quando recebe um alerta no ecrã do veículo de que tem um lembrete na agenda: a sua embalagem de medicamentos para o colesterol está a recordá-lo de que tem de tomar o comprimido em breve. Agradece mentalmente à tecnologia que permitiu imprimir eletrónica no papel de forma suficientemente barata para ser usada de maneira tão útil e prática em quase todas as embalagens. Entretanto, aproveita para verificar, em tempo real, por onde anda a encomenda que enviou para os seus pais, que estão prestes a fazer cinquenta anos de casados. Pela informação de geolocalização do e-papel da caixa, percebe já lhes foi entregue. Espera que eles gostem da dispendiosa garrafa de vinho português, que comprou por ter, no rótulo, um dispositivo eletrónico de segurança que lhe garante não se tratar de uma contrafação. Acelera em direção ao centro comercial e trata das compras em falta. Com tanta tecnologia, chega à caixa e o pagamento eletrónico está em baixo. Felizmente, tem dinheiro na carteira. O empregado passa as notas pela luz UV para verificar se são legítimas, e recorda-se, com orgulho, que as novas notas de euro têm tecnologia portuguesa no papel, com pontos de segurança ainda mais... seguros. A mesma eletrónica de papel que se encontra também nos mais recentes passaportes que pediu para a viagem que vai fazer em breve com a família. Chega a casa com pouca bateria no telemóvel e, por isso, a primeira coisa que faz é colocar o smartphone no carregador que está ligado ao papel de parede da entrada, que tem células fotovoltaicas incorporadas. E lembra-se de ter lido sobre um papel transparente feito de bactérias, que também produz e armazena

energia, e que poderia colocar nas janelas. Entretanto, já que vai tomar o comprimido do colesterol, aproveita para medir também os níveis de glucose no sangue com as pequenas fitas de papel com biossensores, que substituirão de forma ecológica e mais barata as antigas de plástico. Além disso, as não usadas podem ser recicladas e as usadas podem ser queimadas sem problemas de contaminação, pelo que o ambiente agradece mesmo. E se antes era pela cor que via o resultado, agora recebe no smartphone os níveis detetados, num gráfico que avalia a evolução dos valores da diabetes. A sua mulher, intolerante à lactose e que agora decidiu tornar-se vegana, arranjou uns pequenos cartões de papel onde testa também, todas as semanas, uma gota mínima de sangue. Depois recebe na aplicação os níveis de vitaminas, nutrientes e até de alergénios que ingeriu. Mais uma invenção portuguesa premiada, diz-se. Como está tudo bem com a sua glucose, decide presentear-se com uma cerveja. A cor do sensor impresso no rótulo da garrafa significa que a bebida está à temperatura ideal. Já a cor da embalagem de papel de comida chinesa preocupa-o: indica que os alimentos com que está em contacto já não estão próprios para consumo. Mesmo ao lado, a cor do sensor existente no papel do pacote de leite mede outra coisa: a quantidade de antibióticos existente nesta marca de leite. Finalmente, congratula-se, consegue tomar decisões informadas para escolher o melhor para a saúde da sua família. E é então que se lembra que ainda não comprou os protetores solares para as férias com os miúdos. Aqueles específicos que a sua mulher lhe recomendou três vezes. Os que têm um sensor de papel na embalagem, que lê no momento o índice UV do sol. Distraído com a antecipação de uma reprimenda, sobressalta-se quando o caixote do lixo começa a apitar. Ups, ia colocar a garrafa de cerveja e a caixa de comida chinesa no ecoponto das embalagens. Até os seus filhos pequenos acertam nisto! Mas é mesmo para evitar erros que agora colocam os sensores nos rótulos e em todas as embalagens recicláveis, desculpa-se...



BIOSSENSORES

Uma gota de sangue numa fita de papel dá-lhe os níveis de glucose

Num futuro próximo, o papel será suporte de inúmeras tecnologias destinadas a simplificar o nosso dia-a-dia e a permitir-nos tomar decisões mais informadas.

TECNOLOGIA

EMBALAGENS INTELIGENTES

Quando a comida já não está própria para consumo, o papel da embalagem muda de cor



PAPEL DE PAREDE

Com células fotovoltaicas incorporadas, que permite ligar aparelhos eletrônicos



NANOMARCADORES

A eletrônica impressa em papel permite novos pontos de segurança nas notas e nos passaportes



TECNOLOGIA

Daqui a dez anos, ou antes, assegura Luís Pereira, investigador do Centro de Investigação de Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, este futuro poderá ser uma realidade para toda a gente. A investigação em eletrónica de papel – que já trouxe muitos prémios para Portugal desde que, em 2008, Elvira Fortunato, do CENIMAT, foi notícia internacional por criar o primeiro transistor de papel – é atualmente algo valorizado em todo o mundo. “Estamos a fugir dos plásticos, portanto, há muito trabalho a nível da eletrónica flexível com papel, por ser um material renovável”, justifica a agora diretora deste Centro de Investigação de Materiais e vice-reitora da Nova. “A sustentabilidade é uma questão fulcral aqui no trabalho do laboratório”, admite Elvira Fortunato. Tudo começou com o desenvolvimento de tintas especiais condutoras e semicondutoras, de carbono e de óxido de zinco, com nanopartículas, que podem ser impressas em folhas, com simples impressoras a laser e a jato de tinta, para construir transistores de papel. Uma alternativa mais barata, leve, sustentável, biodegradável e flexível, face à eletrónica convencional constituída por peças de silício. As primeiras experiências foram feitas com biosensores descartáveis que, através da reação a um líquido, apresentam resultados que podem ser automaticamente enviados para um dispositivo eletrónico, como um smartphone, onde são analisados ou armazenados. É assim se abriu uma enorme possibilidade de aplicações práticas. Na última década já passaram pelo CENIMAT dezenas de ideias de alunos que aplicam a tecnologia a utilizações práticas nas mais variadas

áreas. Certamente já leu sobre a possibilidade de usar os biomarcadores em papel para fazer análises ao sangue ou à urina, com fins de diagnóstico médico, mas também a bebidas, com vista à segurança alimentar e ao combate às contrafações. No início de dezembro, Elvira Fortunato esteve nos Estados Unidos para apresentar à conferência Material Research Society o tal biossensor colorimétrico que uma aluna desenvolveu como tese de mestrado para detetar vestígios de antibióticos no leite (que passam para o ser humano). A mesma conferência já tinha nomeado um projeto do CENIMAT em parceria com o investigador Miguel Gama, do Centro de Engenharia Biológica da Universidade do Minho, sobre a nanocelulose bacteriana como material eletrónico com aplicação para células solares. Tradução: uma membrana feita à base de bactérias do vinagre, que produzem nanofibras tão minúsculas que não têm interação visível com a luz, o que resulta num papel transparente e que consegue produzir energia. Mas esta nanocelulose também tem outras aplicações. Na área da cosmética, por exemplo, para máscaras faciais, porque, por ser produzida por um microrganismo, o seu grau de pureza é muito superior à da celulose de origem vegetal. Na biomédica, a nanocelulose tem propriedades bactericidas e pode ser usada em feridas e em queimados. Mais ainda, num projeto do CENIMAT com a Fundação Champalimaud, para o estudo do cancro, foram desenvolvidas plataformas com base em nanocelulose para detetar, através de amostras de sangue, os exossomas, umas vesículas que também são excretadas pelas células cancerígenas que transportam as metástases. Há também o projeto de duas alunas da Nova,



TECNOLOGIA

“ Estamos a fugir dos plásticos, portanto, há muito trabalho a nível da eletrónica flexível com papel, por ser um material renovável. ”

Elvira Fortunato



Eletrônica

Os resultados obtidos através da eletrônica de papel podem ser automaticamente enviados para um dispositivo, como um smartphone, onde são analisados ou armazenados.

Análises

Os biomarcadores em papel podem ser usados para fazer análises ao sangue ou à urina, para diagnóstico médico, mas também a bebidas, com vista à segurança alimentar.

Será na área das embalagens inteligentes, devido à sua enorme escala, que o mercado implementará primeiro estas invenções, sobretudo no rastreio do comércio eletrónico. O desafio dos investigadores é produzir tecnologia de baixo custo, com o desempenho necessário, sem afetar a reciclabilidade das embalagens.

o Droplet Runners, que ficou em primeiro lugar, em 2018, na Finlândia, num concurso de ideias sobre impressão inteligente, e que apresenta um simples cartão de diagnóstico, em suporte de papel, que pode usar sangue, suor ou leite materno, para monitorização de alergias, de deficiências nutricionais ou de abuso de suplementos para, por exemplo, veganos, intolerantes à lactose, atletas e grávidas. Outras investigações, que ainda não têm prova de conceito, são igualmente promissoras: é o caso dos projetos coordenados por Luís Pereira, que constroem em papel filtros fotónicos que detetam as alterações que a luz provoca a nível molecular (e que pode ter consequências a nível de ADN ou de adulteração de fármacos, por exemplo).

A meio caminho do mercado

No âmbito das aplicações do papel, os projetos que já estão numa fase de protótipo são canalizados para o laboratório colaborativo Alma Science do CENIMAT. "Não queremos que as teses de mestrado fiquem na prateleira, queremos, acima de tudo, potenciar os desenvolvimentos dos alunos para a indústria, daí termos grandes expectativas que possam vir a ter no futuro alguma aplicação quotidiana", afirma Luís Pereira. Trata-se de uma associação sem fins lucrativos, criada no âmbito dos laboratórios que o Governo lançou na última legislatura, constituída em maio do ano passado, sob o tema "Celulose para Aplicações Inteligentes Sustentáveis", avança Elvira Fortunato. Tem como parceiros a Nova ID (um instituto da Universidade), o RAIZ - Instituto de Investigação da Floresta e do Papel, e o Instituto Fraunhofer. A ligação ao tecido empresarial é feita através da The Navigator Company, da Imprensa Nacional Casa da Moeda (INCM) e do laboratório Clara Saúde, com coordenação da INCM, com a qual o CENIMAT trabalha na área do papel a nível de contrafações

e materiais de segurança, com a expectativa deste conhecimento poder ser aplicado nas suas áreas de negócio. "Desenvolvemos tintas específicas com nanomarcadores que vão passar a ser usadas, por exemplo, para as marcas de segurança dos passaportes. É mais não posso explicar, por razões óbvias. Algo que pode vir a ser aplicado também nas notas, embora as nossas não sejam feitas em Portugal. Mas estamos a desenvolver tecnologias que podemos patentear e vender para outras aplicações e empresas", admite a vice-reitora. Na área da eletrónica de papel, no âmbito do Alma Science, estão a trabalhar em tudo o que seja antenas, Internet das coisas e etiquetas inteligentes, "com grande aplicabilidade na área das embalagens, tanto para fazer o seu rastreio logístico, como também para controlar as falsificações, seja de medicamentos ou de vinhos caros. Nas embalagens alimentares, cada vez mais temos de substituir o plástico, mas a nossa tecnologia acresce a isto o importante fator da segurança alimentar", recorda Elvira Fortunato. Luís Pereira acredita que será na área das embalagens inteligentes que o mercado vai primeiro implementar estas invenções. "Precisa de ser um setor com muita escala, como é o caso do rastreio das encomendas do comércio eletrónico. Já os biossensores, que são a investigação mais avançada, poderão demorar mais tempo por causa das certificações e regulamentações." Fundamental, considera este investigador, é que o trabalho que está a ser realizado cria dispositivos eletrónicos que ou são impressos em substratos flexíveis de papel ou são mesmo constituídos em parte por celulose, para substituir a poluente e dispendiosa eletrónica tradicional. "Desde que consigamos produzir uma tecnologia com o desempenho necessário para o mercado e que não afete a reciclabilidade das embalagens, este é mesmo o caminho do futuro." 