

O mundo maravilhoso (e promissor) das

Rogério Rangel

A nanotecnologia está cada vez mais presente em nosso dia-a-dia. Uma das áreas mais promissoras do conhecimento humano, vem se tornando rapidamente peça-chave do fomento à inovação no Brasil. Entre 2001 e 2006, o governo brasileiro investiu cerca de R\$ 140 milhões em projetos de nanotecnologia, sendo cerca de R\$ 24,7 milhões por meio da FINEP. Em 2007, com o lançamento do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação, foram definidas áreas estratégicas para o desenvolvimento do País, figurando a nanotecnologia como “área portadora de futuro”. Mas o que é exatamente nanotecnologia?

É a tecnologia de manipulação das pequenas partículas que formam todas as substâncias que existem: as moléculas e seus componentes formadores, os átomos. Hoje, pode-se observar o comportamento dessas partículas com um nível de precisão inédito e manipulá-las em laboratório. Assim, consegue-se alterar as propriedades e o comportamento de materiais e controlar seus efeitos, de uma maneira praticamente sem limites. Por exemplo, os cientistas descobriram que adicionando cristais de prata às moléculas das fibras do tecido de meias esportivas, cria-se um tecido que “filtra” o odor desagradável dos pés. O produto já é sucesso de vendas nos EUA e começa a ser vendido no Brasil.

A nanotecnologia nossa de cada dia

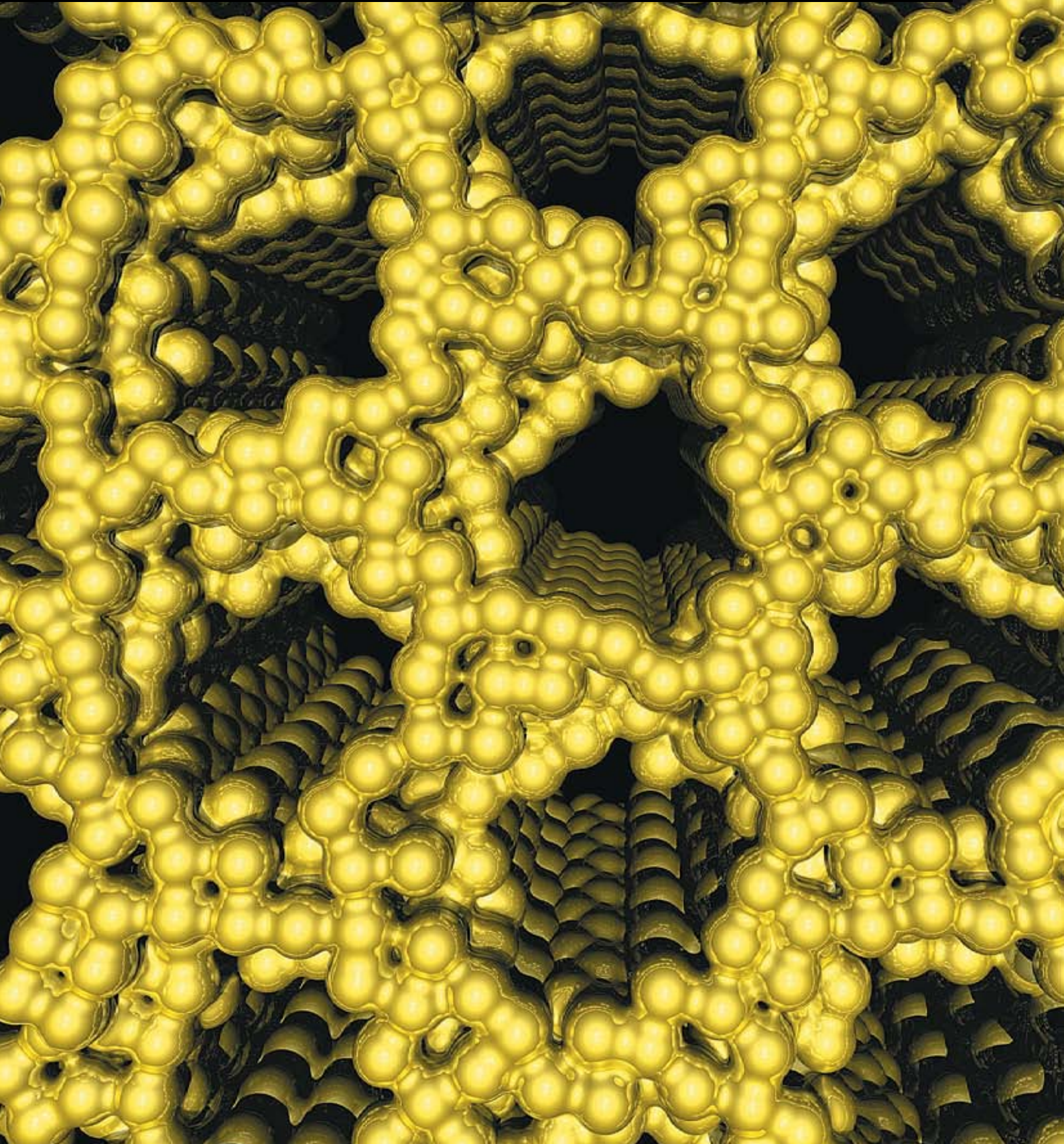
Frutas que demoram a apodrecer. Secadores de cabelo resistentes a mofo. Pomada que elimina tumores na pele com precisão inédita. Bebedouros livres de bactérias. Ficção científica? Não, pura realidade. Nem se trata de futuro distante: esses produtos já estão à venda e são frutos da

tecnologia que está revolucionando o mercado do século XXI. Não é à toa que muitos especialistas se referem à nanotecnologia como a nova revolução industrial.

Atualmente, existem no mundo mais de 800 produtos no mercado que utilizam a nanotecnologia em pelo menos uma parte de seu processo de fabricação. Tocadores de MP3, *pendrives* e cartões de memória de câmeras digitais e de celulares têm nano. Pneus de automóveis também. E a cada semana, 4 novos produtos nano são lançados, segundo a organização PEN (*Project on Emerging Nanotechnologies*), que monitora novos projetos desenvolvidos na área no mundo inteiro. A palavra é corrente na mídia há quase uma década, mas somente há poucos anos, uma realidade que parecia ainda muito distante começa a se tornar parte do dia-a-dia, sem que se dê conta.

“O uso da nanotecnologia é um caminho sem volta”, diz Ronaldo Marchese, diretor da Promove, empresa realizadora da Nanotec Expo 2008, evento que reuniu feira e congresso de nanotecnologia. Ronaldo afirma que estamos apenas “no início da fase 1 dessa nova revolução

partículas añás





Nanotecnologia ajuda a retardar o apodrecimento de frutas

industrial, que já movimentava cerca de 150 bilhões de dólares no mundo”. O evento, que reuniu em São Paulo mais de 40 empresas e instituições de pesquisa, em novembro, é o único na América Latina dedicado à área.

Do micro ao nano – 400 anos de ciência

O prefixo “nano” vem do grego e significa “anão”. Daí surgiu “nanico”, por exemplo. Após toda a ciência da escala “micro” (“pequeno”, em grego), desenvolvida a partir do século XVII, inaugura-se agora a era “nano”, já que é de grandeza infinitamente menor o que se está manipulando. Sai “micropartícula”, entra “nanopartícula”. Um nanômetro (abrevia-se “nm”) é igual a 1 milímetro dividido por 1 milhão. Para ilustrar a proporção, 1 nm está para 1 metro assim como uma bola de gude está em relação ao planeta Terra. Difícil imaginar? Pense então que um fio de cabelo médio tem cerca de 100nm de espessura.

Em 1986, o mundo da observação nano teve início, com o advento do microscópio de força atômica: podia-se agora observar a matéria no nível do átomo. Nascia a nanociência. Desde então, a aplicação dessa ciência na vida cotidiana se transformou num ótimo negócio.

As vantagens desse novo mundo minúsculo são várias. A facilidade para a miniaturização é uma delas. Embora não deva ser confundida como sinônimo de miniaturização, a nano nos permite fabricar componentes eletrônicos cada vez menores: nos *chips* de computadores, por exemplo, os circuitos microscópicos só são possíveis na escala em que se encontram hoje graças à nano. Outra vantagem inédita é que, por meio dessa nova tecnologia,

podem-se explorar novas propriedades em diversos tipos de elementos, manipulando-se cuidadosamente os átomos e moléculas. Essas propriedades não são normalmente visíveis a olho nu em materiais da mesma composição. Por exemplo: novos protetores solares utilizam a mesma substância anteriormente usada – óxido de zinco – mas agora feito com partículas tão minúsculas que permitem uma absorção muito mais rápida e uniforme. Além disso, agrega-se valor a produtos já existentes, sendo um importante fator de incremento econômico. As aplicações futuras são promissoras, especialmente nas áreas de eletrônicos, medicamentos, alimentos e energia.

Nanopartículas a serviço da beleza e da saúde

A área de cosméticos é uma das pioneiras na pesquisa e uso dessa nova tecnologia. Em 1995, foi lançado o primeiro creme com nanopartículas, da Lancôme, na França. De lá para cá, não é raro encontrar a palavra ‘nano’ associada a vários produtos do gênero, inclusive no Brasil.

“Os produtos cosméticos nano têm três apelos irresistíveis: melhor absorção, ação prolongada e um toque mais leve”, avalia Sonia Tuccori, doutora em Química, especialista na área nano da Natura. A empresa desenvolve pesquisas de ponta no setor de nanocosméticos há mais de cinco anos e, em 2005, lançou o primeiro produto na França. Nos anos seguintes, lançou com sucesso os carros-chefes da linha nano no Brasil: hidratantes com nanoemulsões e um *spray* corporal dirigido ao público masculino.

No Boticário, a nanotecnologia também é levada a

sério. Após anos de pesquisa durante a última década, o Boticário se tornou a primeira empresa brasileira a lançar e patentear mundialmente um produto anti-sinais inteligente com aplicação da nanotecnologia, em 2006. “Desde então, contamos com produtos que agregam nano para cuidados diversos”, afirma Carlos Praes, gerente de Tecnologia de Produto do Boticário.

As técnicas da nanotecnologia aliadas à medicina prometem um mundo novo de tratamentos, com uso de técnicas menos invasivas e medicamentos mais eficazes. Já existem drogas que utilizam nanocristais que auxiliam na dispersão em líquidos, facilitando a absorção dos princípios ativos. A maioria, porém, ainda não está disponível diretamente ao consumidor final, mas sim a especialistas.

Uma dessas promessas está surgindo na USP de Ribeirão Preto (SP): uma pomada que cura tumores de pele. O medicamento, desenvolvido pela equipe de cientistas coordenada pelo doutor Antonio Cláudio Tedesco, químico especialista em Fotobiologia e Fotomedicina, já foi testado com sucesso em mais de 400 pessoas. A pomada tem moléculas fotossensíveis montadas em “veículos” nano (misturas de nanopartículas com estruturas orgânicas) que são “dirigidos”, com ação de um raio de luz vermelha, diretamente para as células do tumor. As moléculas do medicamento têm duas características únicas: liberam o fármaco de forma progressiva e agem seletivamente, poupando tecidos saudáveis.

Segundo o doutor Tedesco, “a grande vantagem é que o produto não apresenta efeitos colaterais significativos, ao contrário da quimioterapia e radioterapia”. O medicamento ainda não está no mercado, porque ainda tem de passar por mais testes clínicos obrigatórios e uma nova etapa de estudos com novos pacientes.

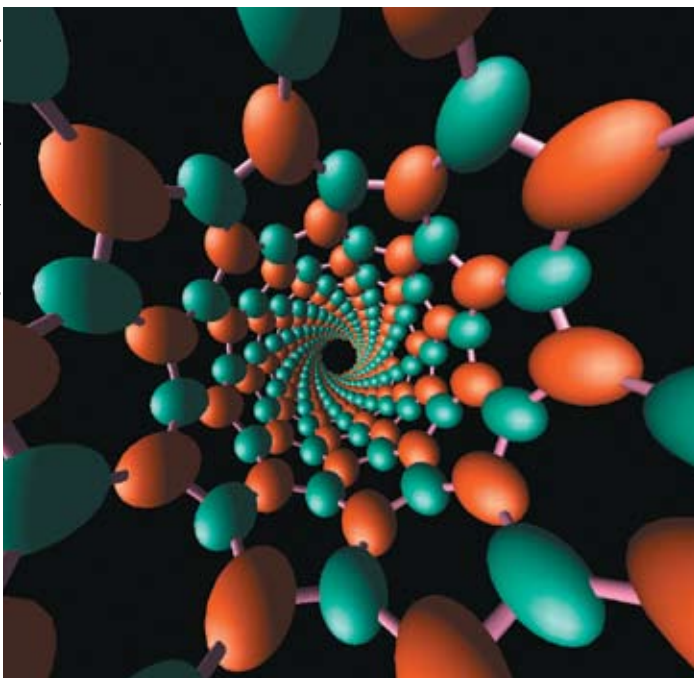
Vendendo o invisível

Os secadores da marca Taiff resolveram o problema com fungos, muito comum a secadores. Os bebedouros fabricados pela IBBL (Indústria Brasileira de Bebedouros) se livraram das bactérias que se acumulavam nos depósi-

tos de água internos. A ‘mágica’ só foi possível graças ao Nanoclean, principal tecnologia da Nanox, empresa de São Carlos (SP), a primeira no Brasil a utilizar esse tipo de procedimento. Trata-se de um antimicrobiano aplicado em forma de spray ou banhos em diversos tipos de materiais. Ao ser aplicado, as partículas nanoscópicas da solução reagem quimicamente com o material da superfície dos produtos, tornando-os livres de bactérias e fungos. A diferença entre essa inovação e um simples bactericida é que ele é inócuo à saúde humana e, uma vez agregado, transforma a superfície permanentemente, por meio de reações químicas, e não apenas criando uma camada protetora efêmera.

Empreendedorismo é a tônica dos três amigos que fundaram a Nanox e é essa idéia que eles querem ajudar a disseminar em São Carlos – um centro universitário e de pesquisas - e em todo o País. Eles mesmos são frutos desta cultura inovadora. Em 1999, os amigos André Araújo, Gustavo Simões e Daniel Minozzi iniciaram o curso de graduação em Química, na Universidade Federal de São Carlos - UFSC. Além da amizade, os três tinham outros

Ilustração: Vin Crespi-Pennsylvania State Physics



Para ilustrar a proporção, 1 nanômetro está para 1 metro assim como uma bola de gude está para o planeta Terra

interesses em comum: a curiosidade por novas aplicações às pesquisas em andamento na universidade e a vontade de empreender.

“No final da graduação a coisa ficou mais séria”, lembra André Araújo, 28 anos. “Estudávamos com o professor Elson Longo, na época coordenador de pesquisas em nanomateriais. Ele nos estimulou a trabalhar em parcerias com empresas, dando consultoria, e aplicando a pesquisa básica na prática”, afirma. Daí a criarem a própria empresa foi um caminho natural. Em 2005, foi então fundada a Science



Micropartículas utilizadas nos produtos da Nanox

Solutions, que virou Nanox em 2006. “Isso tudo não teria sido possível sem o apoio de agências, como a FINEP, e de outras parcerias”, afirma André. A Nanox foi contemplada com R\$ 1,3 milhão no primeiro edital de subvenção, lançado em dezembro de 2006. Em 2007, ganhou o Prêmio FINEP de Inovação na categoria Pequena Empresa.

Segundo André, “não é fácil vender o invisível”. O desafio da empresa é demonstrar que existe de fato alguma coisa nesse mundo minúsculo, “porque a nanotecnologia lida com coisas entre matéria e energia”, diz. Sendo assim, são as certificações, laudos e pesquisas que comprovam o efeito do produto. André lembra, também que em toda inovação é comum uma desconfiança inicial, seja por desconhecimento ou por medo, e é natural que haja essa preocupação com relação aos produtos desenvolvidos com técnicas de nanotecnologia. “Como ocorre com qualquer ciência, é necessário estudar possíveis riscos na nanotecnologia, mas sempre amparados por pesquisas e conhecimento, nunca por especulação”, diz.

Pensar “pequeno” dá grandes frutos

“Ainda faltam no Brasil demandas de nanotecnologia. Tradicionalmente, as empresas que investem em tecnologia de ponta são aquelas que já nasceram com uma base tecnológica muito forte, ou já são grandes por natureza e enxergam o potencial de avanço”, diz André. Segundo ele, empresas como a Petrobras e a Embrapa já sabem que a inovação faz a diferença. O empresário afirma, ainda, que não falta competência no País para desenvolver essa e outras áreas estratégicas, e sim mais investimentos.

A Nanox pensa grande. Além do Nanoclean, oferece também o Barrier, que funciona de maneira semelhante ao carro-chefe da empresa, mas é usado como produto

anticorrosão em fornos de altíssimas temperaturas. A Petrobras é um dos consumidores do Barrier. Em outubro, a empresa lançou o Hidrocell, um equipamento para síntese de materiais de nanopartículas, projeto desenvolvido em parceria com a Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

André diz que a inovação constante é essencial e que as pequenas empresas inovadoras vão se diferenciar das grandes pelo ‘como’ e não pelo ‘quê’: “As grandes vão se destacar no volume, mas as pequenas vão se diferenciar pela maneira como fazem. Vamos sempre manter a buscar por modelos de negócios que sejam coerentes e satisfatórios com o que fazemos”, afirma André.

Filmes protetores comestíveis duplicam vida de frutas

A cidade de São Carlos dá mais frutos inovadores. Na Embrapa Instrumentação Agropecuária, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária dedicada a pesquisas para aplicação no agronegócio, pesquisadores estudam o uso de películas invisíveis comestíveis para a proteção de frutas e legumes. Pêras, maçãs, goiaba fatiada, alho descascado e nozes macadâmia têm tido resultados promissores. Com a película, as frutas demoram até 20 dias para começar a apodrecer. A idéia principal é aumentar o tempo de prateleira de produtos perecíveis em 100%, em média. Os alimentos são banhados numa solução e depois secos naturalmente. Ao secar, um filme invisível se forma na superfície, protegendo os alimentos. Isso só é possível devido ao tamanho nanométrico das partículas que compõem as películas.

Uma das grandes vantagens da utilização das películas protetoras comestíveis é evitar o desperdício. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, O Brasil perde cerca de 35% de todas as frutas e legumes que produz. O maior desperdício ocorre no período que vai da pós-colheita até o transporte e a distribuição. “Além disso, a utilização dessa inovação pode agregar valor a frutas e hortaliças brasileiras destinadas à exportação”, diz José Manuel Marconcini, químico pesquisador da Embrapa.

São dois tipos principais de filmes comestíveis: um à base de proteínas do milho e outro à base de quitosana (polissacarídeo de origem animal). Cada película é indicada a um tipo de alimento. No caso das pêras e maçãs, é o filme à base de proteína de milho; com a goiaba fatiada, a de quitosana. As

películas são invisíveis a olho nu e não alteram o sabor dos alimentos e são totalmente inócuas ao consumo.

“A proteína do milho é muito estudada, há muita pesquisa e artigos no mundo inteiro. Além disso, é semelhante a que existe na nossa alimentação diária e nos nossos corpos”, diz a pesquisadora Lucimara Aparecida Forato. Há também um caráter de cuidado ambiental, já que ela é um resíduo da produção do etanol, nos EUA, e do amido de milho, no Brasil. A mesma preocupação ambiental se reflete no uso da quitosana, obtida principalmente de cascas de crustáceos. Como medicamento, a quitosana é usada há décadas para absorção de gorduras na digestão. “Quando é purificada, essa substância fica livre de alérgenos típicos de proteínas dos crustáceos”, afirma Lucimara.

A proteína de milho utilizada na formulação da película é considerada segura pelo FDA (órgão responsável pelo controle de alimentos e medicamentos nos EUA) para consumo humano, sendo totalmente sem contra-indicações. Outros países também estudam a aplicação das películas em alimentos, como o Japão.

Além dos testes no laboratório da Embrapa, a equipe trabalha em parceria com a professora Paula Canônico Silva Jorge e sua orientadora Magali Monteiro, da UNESP

(Universidade Estadual Paulista) de Araraquara. Lá são feitos testes de degustação e estudos para o encaminhamento do pedido de licença à Anvisa (Agência Nacional de Fiscalização Sanitária). Os primeiros testes não acusaram alteração no sabor nem na coloração dos alimentos.

“A proteína de milho é hidrofóbica – ou seja, repele água – então, num fruto que absorve muita água e acaba estragando rápido, esse filme funciona como uma barreira contra a umidade. É um revestimento semipermeável que permite que o fruto continue respirando, mas que diminui a taxa de respiração, fazendo com que o fruto dure mais tempo”, explica a pesquisadora Lucimara.

Já a quitosana “gosta de água” e, como há frutos que perdem muita água e murcham rapidamente, a substância age mantendo a umidade natural desses frutos. “Temos bons resultados usando a quitosana com frutos fatiados. Em geral, os alimentos com casca gostam mais do revestimento à base de milho e os sem casca ou fatiados, da quitosana. Um bom exemplo é com o alho descascado, bastante em voga no comércio de alimentos. A película de quitosana evita o escurecimento rápido do alho”, diz Lucimara.

As novidades da Embrapa não se esgotam na produção dos filmes comestíveis. O pesquisador Rubens Bernardes Filho estuda a associação de agentes antibióticos

Foto: João Luiz Ribeiro-FINEP



Técnico aplica o nanoclean nas cubas de bebedouros

naturais – como a própolis – aos filmes, retardando a proliferação de bactérias. “Outras futuras aplicações da nanotecnologia em alimentos serão embalagens biodegradáveis e até comestíveis”, prevê Rubens.

“Não há desvantagens conhecidas em se usar nanotecnologia para melhoria de vários produtos”, afirma o pesquisador Rubens. “Ocorre que, assim como nos produtos químicos convencionais, se há toxicidade na escala macro ou micro, provavelmente vai haver na escala nano - o que muda é a escala”, explica. Quando diminuimos o tamanho das partículas da matéria, o que acontece é a aceleração das reações químicas e o aumento da superfície e da área. Produzem-se, então, reações químicas distintas da escala micro. “Enquanto não há legislação específica para nano, devemos seguir as normas de toxicologia da escala micro”, diz Rubens.

Nanopesquisas para grandes negócios

Com financiamento não-reembolsável da FINEP de R\$ 4 milhões, os instrumentos do LNNA (Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio), estão quase todos instalados e em uso na Embrapa Instrumentação Agropecuária. É o primeiro no País para pesquisas em nanotecnologia voltadas para o agronegócio. O LNNA estará em pleno funcionamento no primeiro semestre de 2009.

A nanotecnologia está presente na Embrapa em 3 áreas de desenvolvimento: as membranas comestíveis; as “línguas e narizes eletrônicos”: sensores que avaliam o paladar e aroma do café e frutas; e a de novos usos de materiais: extração de nanopartículas existentes da natureza e reaplicá-las em novos produtos. Essa última área, utiliza resíduos de casca de arroz e outros cereais, usados para adicionar resistência, ou melhorar a abrasão em outros materiais. Por exemplo, adicionam-se micropar-

Quem tem medo da nanotecnologia?

Todo conhecimento novo traz incertezas novas também. “Certamente, temos que pesquisar e monitorar as inovações na área. Ao mesmo tempo, não podemos ficar para trás na revolução que as possibilidades da nanotecnologia vão trazer”, afirma Denise Reigada, doutora em Física e analista de projetos da FINEP.

Uma idéia corrente e totalmente errônea é se associar o tema nanotecnologia com outro assunto palpitante: os transgênicos. A pesquisadora da Embrapa, Lucimara Aparecida Forato, esclarece: “Transgênicos envolvem organismos vivos e não processos químicos, são entidades diferentes. Somente as escalas são próximas”, diz. No entanto, é verdade que ainda não há estudos suficientes que comprovem que a nanotecnologia seja nem inofensiva nem perigosa. Na Europa, Japão e nos EUA, há inúmeras discussões que buscam normatizar o uso de nanoestruturas. No Brasil, o MCT também promove estudos nesse sentido.

Ocorre que o desenvolvimento tecnológico sempre vai à frente das leis e normas. E, um mercado que deve ter uma movimentação financeira de mais de 3 trilhões de dólares em 2015 – segundo o site nanotechproject.org – não vai ignorar essa nova realidade.

tículas de cascas de arroz a certos tipos de plásticos e se obtém um produto mais resistente.

“A nanotecnologia é multidisciplinar”, diz Luiz Henrique Caparelli Mattoso, chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação. Por isso, o objetivo do LNNA é ser um núcleo de uma rede de pesquisas que envolvem 17 centros da Embrapa e 15 universidades.

Em Campinas, o Centro de Nanotecnologia César Lattes (C2Nano), inaugurado em março, abriga equipamentos destinados a pesquisas da área nano, sendo alguns deles únicos no País. Entre os destaques, está o microscópio eletrônico de transmissão analítica. Através desse equipamento, é possível visualizar estruturas nanométricas e identificar elementos químicos. Foram investidos R\$ 10 milhões, sendo R\$ 6 milhões recur-

sos provenientes da FINEP e o restante da Fapesp.

O Centro faz parte do complexo do Laboratório Nacional e Luz Síncrotron (LNLS), que oferece condições para os cientistas realizarem pesquisas com nível de competitividade mundial. O laboratório possui uma infra-estrutura que inclui microscópios eletrônicos de alta resolução, microscópios de varredura de ponta e espectrômetros de ressonância magnética nuclear e outras instrumentações de uso científico e o maior equipamento para uso científico já desenvolvido e construído no Brasil, por uma equipe brasileira: a fonte de luz síncrotron.

Única da América latina, a fonte de luz síncrotron é uma ferramenta para estudar materiais que emite feixes de luz em diversos espectros, da luz visível ao raio-X, do ultravioleta ao infravermelho. A luz síncrotron é utilizada para investigar propriedades atômicas e moleculares dos materiais. Inaugurado em 1999, o LNLS é vinculado diretamente ao Ministério da Ciência e Tecnologia. ■