

**Tecnologia também permite adicionar vacina ou antibiótico ao composto sem que haja rejeição**

# Microcápsulas alimentam larvas de peixes

MANUEL ALVES FILHO  
manuel@reitoria.unicamp.br

Há algum tempo a ciência vem se dedicando ao desenvolvimento de nanopartículas e micropartículas que promovam o transporte e a liberação controlada de substâncias no organismo humano ou animal. Um dos objetivos, no caso dos fármacos, é reduzir as doses, tornando-as ao mesmo tempo mais eficazes no combate às doenças. Mas a técnica da encapsulação, como é chamada, não se presta apenas a esta finalidade. Em sua pesquisa de doutorado, apresentada na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Unicamp, Izabela Dutra Alvim trabalhou com a microencapsulação de compostos utilizados na alimentação de larvas de peixes. Ela testou dois tipos de partículas, sendo que ambas tiveram aceitação superior a 50% por parte dos animais, índice considerado significativo. “Uma delas alcançou um índice de aceitação de 93%”, destaca Izabela, cuja pesquisa mereceu a menção honrosa do Prêmio Capes de Teses, edição 2006.

A pesquisa desenvolvida por Izabela foi orientada pelo professor Carlos Grosso e contou com a colaboração do Centro de Aquicultura da Unesp, localizado em Jaboticabal, onde foram realizados os testes *in vivo*. De acordo com a autora do trabalho, a microencapsulação pode ser uma alternativa importante para a formulação de uma dieta balanceada para as larvas de peixes, sobretudo na piscicultura intensiva, normalmente desenvolvida em tanques. A pesquisadora lembra que o alimento vivo continua sendo o mais completo, mas ele traz desvantagens em relação à armazenagem, por exemplo. “Custa caro manter uma infraestrutura adequada para a produção das artêmias e rotíferos [microorganismos aquáticos] que servem de alimento às larvas. O alimento inerte, ao contrário, permite uma padronização quanto à composição nutricional e uma maior facilidade para estocagem e manuseio”, afirma.

Um dos desafios dos cientistas, conforme Izabela, é fazer com que as



Foto: Antoninho Perri

Izabela Alvim, menção honrosa no Prêmio Capes, no laboratório da Engenharia de Alimentos: partícula para larvas de pacu tem índice de aceitação de 93%

micropartículas se aproximem o máximo possível das características do alimento vivo, notadamente no que se refere à capacidade nutricional. Além disso, há outros obstáculos a serem superados. O tamanho das micropartículas é um deles. Como as larvas de peixes são minúsculas – medem menos que um centímetro de comprimento –, a cápsula não pode ser muito avantajada, visto que não teria como ser digerida pelos animais. Em contrapartida, também não pode ser extremamente pequena, pois as larvas não a enxergariam. Além disso, é preciso fazer com que a partícula flutue numa determinada altura da coluna d’água, para que seja identificada pelos animais. Por fim, ela precisa apresentar um grau de solubilidade adequado, para que não se

desfaça na água antes de ser ingerida.

No caso da pesquisa desenvolvida por Izabela, foram utilizadas larvas de pacu para os testes *in vivo*. Para essa espécie, as micropartículas devem medir entre 150 e 500 microns, seguindo a variação de tamanho do alimento vivo. “Eu trabalhei com partículas que variaram de 100 a 380 microns”, revela a autora da tese. Para produzi-las, a pesquisadora lançou mão de duas técnicas distintas, uma denominada *spray drying* e outra chamada de coacervação complexa. Por meio delas, é possível formar uma espécie de matriz em torno dos compostos, que tem dupla função: proteger e liberar de forma controlada a substância contida em seu interior, promovendo também a retenção dos componentes nutri-

cionais, como proteínas solúveis e gordura de peixe. Essa matriz pode ser formada a partir de diversos materiais como proteínas e carboidratos. “Uma vantagem dessa tecnologia é que ela permite, por exemplo, que uma vacina ou antibiótico seja adicionado ao alimento, sem que haja rejeição por parte das larvas”, esclarece a pesquisadora.

A própria Izabela considera o resultado do seu trabalho “promissor”. O próximo passo, de acordo com ela, é promover um ajuste na formulação, obtendo uma dieta encapsulada balanceada nutricionalmente. Atualmente, prossegue a autora da tese, já existem alimentos comerciais microencapsulados para larvas de peixes. Eles são produzidos por empresas do Japão e dos Estados

Unidos, países mais avançados nesse campo da ciência. Ela lembra que o item alimentação responde por cerca da metade dos custos de produção da piscicultura intensiva. Dentro desse índice, até 75% são destinados à produção do alimento vivo. “A redução desse custo traria enormes vantagens para o setor. Poderia contribuir para o aumento da produção, o que normalmente traz impactos positivos para a taxa de emprego e para a queda do preço final do pescado”, infere a pesquisadora. Para Izabela, a menção honrosa recebida pelo seu trabalho é um reconhecimento ao esforço realizado durante quatro anos. “Estou muito contente. Creio que o prêmio também serve de incentivo aos pós-graduandos para batalharem por bons projetos”.

## Tese rende dois diplomas de doutorado

Agaciado com a menção honrosa pelo Prêmio Capes de Teses, o trabalho de doutorado de Valter Júnior de Souza Leite, defendido na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da Unicamp, consistiu no desenvolvimento de condições matemáticas voltadas à análise da estabilidade de sistemas lineares. O objetivo dessas condições é verificar se um determinado sistema, que pode ser um equipamento ou um processo industrial, por exemplo, tem ou não estabilidade e desempenho mesmo na presença de incertezas inerentes à sua operação. As técnicas propostas, conforme o autor da pesquisa, utilizam funcionais dependentes de parâmetros, apresentando resultados “bem menos conservadores” do que as registradas pela literatura, cujos funcionais são fixos e independentes das incertezas.

A tese de doutorado de Valter Leite foi desenvolvida em regime de co-tutela entre a Unicamp e o Institut National des Sciences Appliquées (Insa) de Toulouse, França. Ele obteve, portanto, dois diplomas de doutorado, tendo o texto da tese sido publicado no Brasil e na França. De acordo com o autor do trabalho, que foi orientado pelo professor Pedro Luis Dias Peres, o objetivo do estudo era conceber condições matemáticas que pudessem estar numericamente e de forma eficiente a estabilidade robusta de um sistema linear. O pesquisador afirma que nestes casos nem to-



Valter Leite, menção honrosa da Capes: pesquisa de destaque numa área bastante consolidada

dos os parâmetros envolvidos no funcionamento de um sistema são precisamente conhecidos. Essas incertezas nos parâmetros interferem no desempenho do sistema, podendo eventualmente comprometer a estabilidade do mesmo. Entretanto, acrescenta, conhecendo os limites dessas variações pode-se tratá-

las de forma eficiente por meio de condições formuladas por meio de desigualdades matriciais lineares. “Assim, temos como analisar modelos que descrevem o comportamento dinâmico de um processo ou equipamento, considerando as incertezas relacionadas, por exemplo, à sua operação”, explica.

A dinâmica de um sistema linear, continua Valter Leite, dependerá do valor de seus estados no presente e, eventualmente, do valor de seus estados no passado. Neste último caso o sistema é dito sistema linear com atrasos. Para entender melhor essa questão, o engenheiro eletricitista se vale de um exemplo que pode ser compreendido por todos. Imagine-se um operário trabalhando na usinagem de uma peça de metal. Ao conferir-lhe o formato num torno, ele estará desbastando-a. Ou seja, a cada volta do cilindro, a ferramenta de corte estará atuando sobre o que foi desbastado anteriormente. Outra classe de sistemas também investigada na tese é a dos sistemas neutros ou sistemas do tipo neutro. Neste caso, o comportamento do sistema depende não somente dos estados atuais e dos estados passados, mas também da taxa de variação dos estados em um instante no passado. Ao incorporar incertezas à descrição matemática dessa classe de sistemas e obter condições para análise e projeto de controladores, o pesquisador chegou a um conjunto de formulações original. Este, por ser mais abrangente que os conhecidos até então, permite analisar situações mais realísticas, obtendo resultados menos conservadores.

De acordo com Valter Leite, a pesquisa man-

teve-se no plano teórico. Entretanto, ela abre perspectiva para novos estudos que permitam a sua aplicação no futuro. Uma das possibilidades seria o desenvolvimento de controladores para operar num sistema real, no interior de uma indústria, por exemplo. O desafio, nesse caso, seria garantir o melhor desempenho operacional, a despeito das incertezas relativas a um dado equipamento ou processo. Podem ser estudados tanto controladores fixos quanto controladores variantes no tempo. Assim, uma aplicação possível seria na parte de suspensão dos automóveis. “Nesse caso, pode-se pensar em um controlador fixo que assegura o desempenho da suspensão mesmo com variações das condições da estrada e envelhecimento das peças ou em um controlador que mude suas características de acordo com as variações do ambiente e condições das peças. Isso conferiria um comportamento otimizado ao sistema de suspensão, melhorando a estabilidade e a dirigibilidade do carro”, afirma o pesquisador.

Valter Leite considerou a obtenção da menção honrosa no Prêmio Capes de Teses um importante reconhecimento ao seu trabalho. “Fiquei orgulhoso. Conquistar este destaque em uma área como a engenharia elétrica, que está razoavelmente consolidada no país, é de fato um estímulo importante para a minha carreira”, analisa. Instituído em 2005 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), órgão subordinado ao Ministério da Educação, o prêmio recebeu 228 inscrições na edição deste ano. (M.A.F.)