

# NANOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

## OS FRUTOS DA CIÊNCIA INVISÍVEL

CAUÊ RIBEIRO

Pesquisador da Embrapa Instrumentação e líder da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio (Rede AgroNano)

EDILSON FRAGALLE

Analista da Embrapa Instrumentação e membro da Rede AgroNano

**D** ESENVOLVIDA EM uma escala extremamente pequena, aquém da percepção dos olhos humanos, a Nanotecnologia é um importante campo de pesquisa para o agronegócio. Desde a década de 2000, pesquisas nesse campo integram a carteira de projetos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), buscando soluções disruptivas para levar a incrementos reais de produtividade ou de valor agregado.

Para essas soluções, seria necessário construir uma base de conhecimento, algo que demanda tempo e recursos de investimento. O primeiro passo foi dado em 2007, com a criação de uma rede de pesquisa em Nanotecnologia, que se preocupou, principalmente, em construir uma base de conhecimento, descobrindo, no cenário nacional, as competências necessárias, quais perfis deveriam ser contratados pela Embrapa e como articular grupos e temas de pesquisa.

O ponto central, durante esse período, foi garantir a base estrutural do trabalho – pessoal qualificado e infraestrutura, como o Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), instalado, em maio de 2009, na Embrapa Instrumentação, em São Carlos-SP, na forma de multiusuários – para desenvolver projetos de pesquisa em diferentes temas, com atuação junto a mais de cinquenta instituições e empresas privadas.

A fase de abraçar novos desafios resultou em linhas fundamentais de trabalho, o que se refletiu nas

fases posteriores. Já nessa época, consolidaram-se como temas de potencial impacto econômico para a agropecuária:

- o desenvolvimento de sensores para monitorar e certificar a qualidade de alimentos e contaminantes;
- tecnologias para a proteção de alimentos e o aumento do tempo de prateleira, como recobrimentos diretamente depositados sobre alimentos *in natura* e embalagens comestíveis;
- insumos inteligentes de liberação lenta ou controlada, abrangendo fertilizantes, defensivos e medicamentos veterinários, para o aumento da eficácia de princípios ativos e como ferramenta de aplicação;
- aproveitamento e agregação de valor de produtos de fonte renovável, como embalagens biodegradáveis, além do uso de fibras vegetais como materiais tecnológicos;
- avaliação do ciclo de vida de materiais nanoestruturados e estabelecimento de protocolos de manuseio e segurança do uso de nanoproductos.

Esses tópicos alimentaram uma segunda fase da Rede AgroNano, na qual cada tema foi investigado mais a fundo em aplicações específicas e com foco em demandas de setores agroindustriais – com a

## REDE AGRONANO EM NÚMEROS

- 23 centros de pesquisa da Embrapa envolvidos;
- 39 universidades do Brasil;
- 25 parcerias internacionais;
- 150 pesquisadores (70 da Embrapa e 80 de outras instituições);
- 54 projetos de pesquisa desenvolvidos;
- 595 trabalhos científicos publicados;
- 9 depósitos de patentes;
- 16 empresas parceiras nos segmentos de embalagens, alimentos, indústrias química e de insumos, petroquímica, TICs, abastecimento de água e novos materiais.

preocupação de atuar em problemas reais, com o principal foco de identificar os potenciais setores de aplicação, ou seja, estabelecer condições efetivas para uma possível adoção de tecnologias.

Nessa etapa, foram feitos e apresentados, pioneiramente, na busca de conexões no mercado, tópicos mais aplicados, como o desenvolvimento de um filme comestível nanoestruturado à base de frutas tropicais (manga, goiaba etc.). Foi um momento de intensa participação em feiras, fóruns de competitividade e outras iniciativas que visavam à integração dos trabalhos com agentes econômicos.

Tecnologias diversas, como a nanoformulação de antibióticos para o tratamento da mastite bovina ou o fertilizante nitrogenado nanoestruturado de liberação controlada, conviveram com processos para a produção de nanocelulose ou mesmo protocolos internacionais de avaliação da interação de nanopartículas em organismos aquáticos. O marco dessa fase foi a geração do ecossistema básico para que surgissem inovações reais.

Essas inovações começaram a surgir de forma mais visível na terceira fase, na qual parcerias com empresas privadas permitiram que tecnologias tomassem forma como patentes de inovação conjunta e como produtos disponibilizados, para os quais o lançamento de uma formulação fertilizante integrada (macro e micronutrientes) foi um marco fundamental.

Esse exemplo ilustra uma forma efetiva de fazer pesquisa em parceria via contratos de

codesenvolvimento celebrados entre os participantes da Rede de pesquisa e a iniciativa privada, que envolvem o desenvolvimento de *snacks* funcionais, *tags* de identificação do amadurecimento de frutas, sistemas 3D de fabricação de materiais para saúde, entre outros projetos com empresas.

A maturidade do processo de inovação revela-se, ainda, por várias empresas *spin-offs* incubadas a partir de tecnologias geradas, que estão abrindo espaço para explorar nichos de mercado nascentes – algumas delas lideradas pelos profissionais de alto nível (mais de uma centena) formados pela Rede. E o novo ciclo iniciou-se com um portfólio de projetos em Nanotecnologia, aprovado em 2018 na Embrapa, que congrega novas iniciativas e possibilita identificar o nível de maturidade tecnológica.

Nessa atual fase, o sucesso não é mensurado somente pelo produto palpável, mas também pelo impacto integrado que deverá produzir na cadeia. Assim, estudos com técnicas usando sensores rápidos para avaliar a palatabilidade de variedades de soja para consumo, como leite de soja, por exemplo, também contribuem indiretamente para a cadeia produtiva quando permitem a valoração econômica de cultivares.

Essa consciência do “ganho global”, bastante visível nessas etapas sucessivas de constituição da Rede AgroNano, torna-se, assim, diretriz para o avanço de uma agenda cada vez mais integrada com parceiros e atores econômicos, na busca por soluções disruptivas para toda a cadeia do agronegócio. ■