

# DOCT

JUL 2013 #4

*Ciência para a vida*

## **Riqueza que vem das águas**

Aquicultura é a aposta da pesquisa para gerar alimentos e energia sustentável para o País.



O conhecimento dos recursos genéticos exóticos e nativos marcou a trajetória agrícola da humanidade e, de forma não diferente do registrado no resto do mundo, garantiu o êxito da agricultura brasileira. A próxima edição da revista **XXI – Ciência para a Vida** abordará a conservação e o uso de recursos genéticos. Trata-se de aumentar a variabilidade genética e a diversidade de alimentos para as futuras gerações.

Você também pode contribuir com a publicação.

Envie opiniões, sugestões ou comentários para o e-mail **revista@embrapa.br**

## BIODIVERSIDADE NA TERRA E NAS ÁGUAS

O Brasil abriga 12% da água doce da Terra. Um volume estimado em 8 mil quilômetros cúbicos. Se também observarmos os números relativos às águas salgadas que contornam o território brasileiro, desenhamos uma realidade que impressiona: 4,5 milhões de quilômetros quadrados totalizam o tamanho da zona econômica exclusiva (ZEE), uma faixa que avança 370 quilômetros sobre o Oceano Atlântico.

Esses ambientes acolhem uma diversidade enorme de organismos. São peixes, crustáceos, moluscos e algas de alto valor de mercado. A aquicultura é apontada como atividade de rápido retorno produtivo, capaz de responder, de forma sustentável, ao aumento da população do planeta.

Faltam-nos ainda maior conhecimento, tecnologia e legislação adequada. Mas o Brasil vem despertando para o potencial da atividade aquícola. A pesquisa agropecuária acompanha esse movimento, como nos mostra a reportagem de capa desta edição.

A biodiversidade brasileira é de fato surpreendente. Melhor investigada, revela segredos que podem resultar em novos produtos como biopesticidas, fármacos e cosméticos. Cientistas estão dispostos a desvendá-los.

Tomemos o exemplo de um pesquisador que vinha se debruçando sobre esse trabalho até ser vencido, aos 54 anos, por um câncer de pulmão. Flávio Pimentel, da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE), faleceu no último dia 2 de junho. Era o coordenador do Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais, cujos projeto e construção influenciou. O Laboratório é a estrutura que ele esperava para o desenvolvimento de produtos a partir de

ativos naturais, estudo ao qual se dedicou profundamente, e que é tema de uma das reportagens desta edição.

O pesquisador, mais do que fonte citada no texto de Verônica Freire, foi o guia da reportagem, sugeriu abordagens e profissionais a serem por ela ouvidos. Nos últimos dias de vida, escreveu à jornalista, parabenizando-a pela matéria que não pôde ver publicada. Este número da XXI Ciência para a Vida é dedicado a ele.

Outros cientistas, assim como Pimentel, apresentam-se movidos a sonhos, a paixões e, ao mesmo tempo, a uma percepção objetiva e clara da realidade. É o caso de Sérgio Mascarenhas, químico e físico de renome internacional. Seu currículo é extenso: professor titular (hoje aposentado) da Universidade de São Paulo (USP/São Carlos), primeiro reitor da UFSCar e professor visitante nas Universidades de Princeton, Harvard e MIT, e na Universidade de Londres, entre outras, além de presidente de honra da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

Aos 85 anos, dono de uma curiosidade e de uma lucidez invejáveis, defende o estudo dos sistemas complexos para a melhor compreensão da ciência e da vida.

Atentos também são os pesquisadores da Embrapa que identificaram a presença de uma lagarta exótica em plantações brasileiras, a *Helicoverpa armigera*, de alto poder de destruição. Emissão e remoção de gases de efeito estufa pela pecuária, uso por cientistas de redes sociais e um artigo sobre resistência de ervas daninhas completam as páginas desta edição da revista.

Seja bem-vindo ao quarto número da **XXI Ciência para a Vida**.

— Os editores

03

CARTA AO LEITOR

06

NOTAS



08

ENTREVISTA



O físico Sérgio Mascarenhas defende o estudo dos sistemas complexos para a compreensão da ciência, do agronegócio e da própria vida.

14

ESPECIAL



O Brasil desperta para a riqueza que mora em suas águas e aposta nessa nova fronteira agropecuária. Tecnologia e legislação adequada são fundamentais para que nos tornemos uma superpotência aquícola.

**Presidente**  
Maurício Lopes

**Diretores-Executivos**  
Ladislau Martin Neto  
Vania Castiglioni  
Waldyr Stumpf

*Publicação de responsabilidade  
da Secretaria de Comunicação  
da Embrapa*

**Chefe da Secretaria de Comunicação**  
Gilceana Galerani

**Coordenador de Jornalismo**  
Jorge Duarte

**Coordenador de Gestão da  
Marca e Publicidade**  
Robinson Cipriano

**Coordenadora de Relações Públicas**  
Tatiana Martins

**Coordenadora de Articulação  
e Estudos em Comunicação**  
Heloiza Dias

**EXPEDIENTE**

**Editores**

Marita Féres Cardillo  
Marcos Esteves  
Sandra Zambudio

**Editor de Arte**

Gabriel Pupo Nogueira

**Projeto Gráfico**

André Scofano e Nayara Brito

**Designers**

André Scofano, Bernardo Bhering  
e Gabriel Pupo Nogueira

**Foto da capa**

Saulo Coelho

**Revisão**

Marcela Bravo Esteves

**CONSULTORES CIENTÍFICOS**

**PARA ESTA EDIÇÃO**

Alexandre Berndt, Alexandre Specht,  
Alitieni Moura Lemo Pereira, Bruno  
Brasil, Carlos Alberto da Silva,  
Carlos Magno Campos da Rocha,  
Daniela Lopes, Edy Sousa de Brito,  
Emiko Kawakami de Resende,  
Eric Arthur Bastos Routledge,  
Flávio Pimentel (*in memoriam*), Kirley  
Canuto, Ladislau Martin Neto, Manoel  
Souza, Patrícia Perondi Anchião Oliveira,  
Silvana Paula-Moraes e Sílvia Crestana.

**Impressão**

Embrapa Informação Tecnológica

**Tiragem**

14.000 exemplares



Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**



Parque Estação Biológica s/nº  
Edifício Sede 70.770-900, Brasília-DF  
Fone: 61 3448 4834 | Fax: 61 3347 4860  
sac@embrapa.br | www.embrapa.br

28

**CENÁRIOS**

As redes sociais ganham espaço no universo da ciência. São cada vez maiores as oportunidades de interação entre grupos de pesquisa.

30

**PESQUISA**

Espécies vegetais, animais e de microrganismos guardam princípios ativos desconhecidos. Pesquisadores querem descobri-los e viabilizar novas tecnologias.

38

**SUSTENTABILIDADE**

Ainda faltam informações sobre emissão e remoção de gases de efeito estufa pela pecuária. Encontrar as respostas é o desafio da rede Pecus.

44

**VIDA DE LABORATÓRIO**

*Helicoverpa armigera*, uma praga exótica, invade campos brasileiros e tira o sono dos produtores.

46

**ARTIGO**

## INVESTIMENTO EM PESQUISA

A Fapesp anunciou 17 novos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids). Eles vão reunir 535 cientistas do estado de São Paulo e 69 de outros países dedicados a pesquisas na fronteira do conhecimento. Ao longo de 11 anos, serão investidos US\$ 680 milhões, dos quais US\$ 370 milhões da Fundação e US\$ 310 milhões em salários pagos pelas instituições-sede a pesquisadores e técnicos. Os Cepids são inspirados nos *Science and Technology Centers*, um programa criado em 1987 pela *National Science Foundation* (NSF) dos Estados Unidos. Devem incentivar equipes temáticas multidisciplinares, definir rumos para a pesquisa, produzir inovação, transferir conhecimento para o setor produtivo ou em fundamente a políticas públicas e formar pessoas. •

— Fonte: Revista *Pesquisa Fapesp*, junho 2013, Fabrício Marques



< navegue >

<http://bit.ly/fapesp13>

## BOI SANFONA

A nova cultivar de forrageira BRS Paiaguás, desenvolvida pela Embrapa e parceiros, é derivada de populações de *Brachiaria brizantha*, importadas da África. É o primeiro capim selecionado para os sistemas de produção integrados, especialmente na modalidade lavoura-pecuária. A nova forrageira foi comparada a outras cultivares em uso — Piatã, Marandu e Xaraés. Enquanto as demais sofrem com a falta de água, a Paiaguás apresenta maior acúmulo de forragem com alto teor de folhas e bom valor nutritivo no período seco. Isso vem como resposta a uma dificuldade da pecuária de corte — a perda de peso do gado no inverno, quando a disponibilidade de folhas no pasto diminui. “É solução para o problema “boi sanfona”, diz a pesquisadora Cacilda Borges. •

— por Dalzília Aguiar e João Costa Jr.



João Costa Jr. / Embrapa



< navegue >

<http://bit.ly/paiaguas>

## UM MILHÃO DE MENTORES

O presidente dos Estados Unidos, Barack Obama, quer incentivar jovens estudantes americanos a dedicarem suas carreiras profissionais à ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Para isso, pretende recrutar um milhão de mentores em ciência, de órgãos públicos e privados do país, que terão a tarefa de orientar jovens estudantes. O anúncio foi feito em abril, durante a III Feira Anual de Ciências da Casa Branca. Em resposta, dez ONGs educacionais e grandes empresas de tecnologia — entre elas *SanDisk*, *Cognizant* e *Cisco Systems* — se propuseram a se tornar fundadoras de um programa de mentores chamado US2020. Elas querem que 20% da força de trabalho de cada empresa se comprometa a 20 horas anuais de trabalho voluntário até 2020. E prometeram fornecer mais de US\$ 2 milhões em capital privado para financiar o lançamento do programa. •

— Fonte: *Scientific American Brasil*, Pat Wingert



Reprodução Wikimedia



< navegue >

<http://bit.ly/obamasab>

## ESTUDOS EM BIOGÁS

A Embrapa Suínos e Aves (Concórdia, SC) será a responsável pela operação do primeiro Laboratório de Estudos em Biogás de Santa Catarina. A estrutura faz parte do Laboratório de Análises Físico-Químicas daquela Unidade. O Laboratório de Estudos em Biogás é resultado de um convênio com a Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS), que auxiliou com recursos financeiros; com o Centro Alemão de Pesquisa em Biomassa (DBFZ) e com a Sociedade Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), que forneceram tecnologia e treinamento para os técnicos da Unidade na cidade alemã de Leipzig. O projeto também teve o apoio da *BGT Energie*, empresa que desenvolve projetos de usinas de gás e energia. •

— por Jean Vilas Boas



< navegue >

<http://bit.ly/labbiogas>

## MARACUJÁ SILVESTRE

A primeira cultivar de maracujazeiro silvestre registrada e protegida foi lançada pela Embrapa Cerrados (Brasília,DF).

A BRS Pérola do Cerrado pode ser consumida *in natura*, é uma alternativa para o mercado de frutas especiais destinadas a indústrias de sucos, sorvetes e doces, possui potencial para paisagismo de grandes áreas por conta de suas belas flores brancas e ramificação densa, e, ainda, apresenta características funcionais: a polpa é rica em antioxidantes, a casca tem alto teor de fibras e o óleo da semente contém ômega 6, importante na prevenção de doenças degenerativas. É também a primeira cultivar lançada advinda da biodiversidade do Cerrado. A cultivar foi obtida a partir do melhoramento genético de uma população de acessos de diferentes origens de *Passiflora setacea*.•

— por Juliana Caldas e Breno Lobato



**navegue**

<http://bit.ly/peroladocerrado>



Fabiano Bastos / Embrapa

## GENES E ALIMENTAÇÃO

Dietas exclusivas segundo o mapeamento genético de cada indivíduo estão no foco de duas novas áreas da ciência – a nutrigenômica e a nutrigenética. A primeira avalia a interação dos nutrientes no genoma humano. A nutrigenética tem como objetivo entender como a composição genética de um indivíduo coordena e modifica a resposta aos nutrientes e compostos bioativos, o que possibilita perceber se dada carga genética predispõe o indivíduo a doenças como diabetes ou câncer. Testes de DNA a partir de material colhido da mucosa oral fornecem informações valiosas. A ideia é melhorar as condições de saúde e prevenir doenças futuras. Em entrevista à revista *Ciência Hoje*, o nutricionista e educador físico Ricardo Zanuto conta que os estudos nessas áreas ainda são iniciais. Segundo ele, a partir de 2005, completado o sequenciamento do genoma humano, cientistas buscam entender como a função dos genes é alterada por fatores ambientais. Entre esses, a alimentação. •

— Fonte: *Ciência Hoje on Line*, Mariana Rocha



**navegue**

<http://bit.ly/gencardapio>

<http://bit.ly/rzanuto>

## LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

O Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA) da Embrapa Instrumentação (São Carlos, SP) ganhou novo módulo – o de Integração. Assim, passa a fazer parte do SisNANO, sistema de laboratórios multiusuários direcionados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em nanociências e nanotecnologias do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Isso significa prioridade nas políticas públicas de apoio à infraestrutura de laboratórios e formação de recursos humanos altamente qualificados, de acordo com as diretrizes da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) e associadas ao Plano Brasil Maior (PBM). A área do Laboratório, agora, é de 2.300 metros quadrados destinados ao fortalecimento de pesquisas em temas como uso de rotas enzimáticas para obtenção do etanol celulósico e para produção de nanofibras de celulose; sensores para detecção de compostos nitrogenados no solo (controle da adubação) e nanoestruturas para liberação controlada de fertilizantes e defensivos agrícolas, entre outras. •

— por Joana Silva



**navegue**

<http://bit.ly/labnano>



Marcel Amstalden / Embrapa

# COMPLEXIDADE E LIBERDADE NA CIÊNCIA



Por Edilson Fragalle

Tempo e espaço nunca foram barreiras intransponíveis para o físico Sérgio Mascarenhas. O carioca, que saiu de Copacabana em plena década de 50 para plantar as sementes que transformaram São Carlos, no interior de São Paulo, num polo de alta tecnologia, continua inquieto. Aos 85 anos, defende, com veemência, o estudo dos sistemas complexos, para melhor compreensão da própria ciência e do agronegócio. Mascarenhas falou para a “XXI Ciência para a Vida”, no auditório que leva seu nome, na Embrapa Instrumentação (São Carlos, SP).



### **XXI - Como o senhor avalia a ciência hoje? Ainda existem fronteiras entre as áreas?**

*Sérgio Mascarenhas* - Esse é um problema central da ciência atual. Quando tivemos a grande revolução na física, e Newton estabeleceu a universalidade da gravitação, demos um grande passo, porque a ciência até então, derivada da cultura greco-romana, era uma ciência muito antropocêntrica, em que o homem ocupava o papel dos deuses do Olimpo. Com isso, ele centrava os valores filosóficos e epistemológicos sobre si próprio. Quando Newton e, antes dele, Galileu estruturaram a ciência moderna, foi, então, um grande salto para a humanidade. Foi o que nos levou, no tempo de Galileu, à grande revolução representada pelo Renascimento. O Renascimento trouxe a evolução da ciência, do pensamento humano, mas sempre considerando um modelo reducionista, em que, para se entender um sistema, divide-se o sistema em pedaços e estuda-se cada pedaço. Um filósofo que introduziu essa noção foi Descartes. Ele tentou interpretar a vida, o corpo humano, com essa ideia do reducionismo. Há pedaços, estudam-se os pedaços, entende-se o todo. Newton fez a mesma coisa com a teoria da gravitação: se entendermos a queda de um corpo, podemos entender a Lua se movendo em torno da Terra, podemos então explicitar toda uma teoria reducionista.

### **XXI - Quando a ciência começa a mudar?**

*Sérgio Mascarenhas* - Quando chegamos ao fim do século XIX, um grande cientista chamado Ludwig Boltzmann mostrou a possibilidade de um

novo modelo com não linearidades. Acontece que toda a física newtoniana era linear, todas as equações, todos os modelos analíticos eram lineares. Essa não linearidade começou realmente a perturbar toda a modelagem epistemológica, todo o cenário da ciência. Na segunda metade do século XX começaram a aparecer, na termodinâmica, sistemas não lineares. Tive a fortuna de trabalhar com um dos cientistas, o Lars Onsager, ganhador do Prêmio Nobel, que demonstrou ser possível ter, fora do equilíbrio do sistema, interação entre as partes de sistemas não lineares, e não havia matemática para isso. Essa matemática começou a ser desenvolvida também, ainda no século XX, com algumas teorias, como a Teoria do Caos e a Teoria dos Fractais<sup>1</sup>. Essas teorias nos levaram a uma nova geometria, concebida por Benoît Mandelbrot, um belga que demonstrou como tratar essas não linearidades. Com isso se organizou, no fim do século XX, um equipamento conceitual que levou ao estudo dos sistemas complexos. As pessoas que elegeram esse novo paradigma foram Lars Onsager e Ilya Prigogine, um russo que emigrou para a Bélgica e que escreveu os primeiros modelos quantitativos dos modelos não lineares e dos sistemas complexos. Esses sistemas complexos mostraram-se muito eficientes para entender fenômenos que até então não eram compreendidos.

### **XXI - Que fenômenos são esses?**

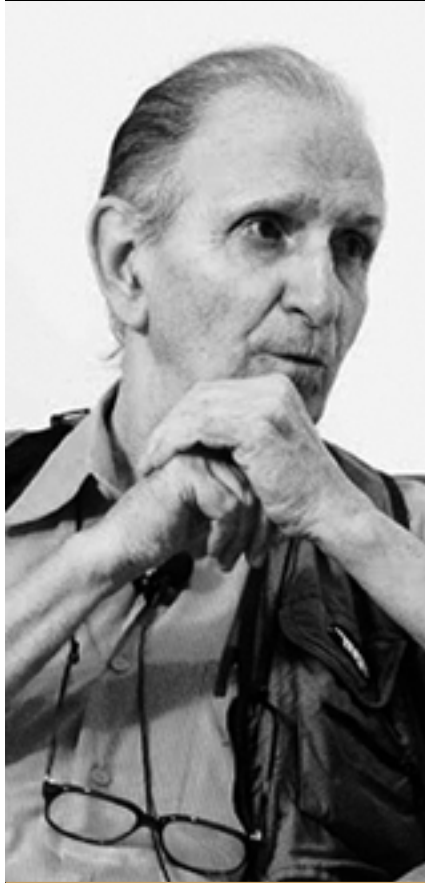
*Sérgio Mascarenhas* - Quando temos vários sistemas interagindo, pensamos imediatamente em quê? Em interdisciplinaridade. E pensamos em outra coisa ainda mais ampla - a transdisciplinaridade. Esses sistemas

complexos não lineares podem ser encontrados não apenas na engenharia, na termodinâmica, na física, mas também na sociedade. A primeira ciência que se deparou com esses fenômenos foi a química. E aqui entra uma ideia fundamental para entendermos o conceito geral dos sistemas complexos: o problema de ordem e desordem. Quando se tem um sistema em que há muitos elementos interagindo, aparentemente há uma desordem no sistema. Pense num gás que tem bilhões de moléculas, aquilo é um sistema desordenado. Mas acontece que, quando, por exemplo, a temperatura de um gás desses cai, pode ser que ele vire um líquido. Por que essas moléculas então resolveram se reconhecer umas às outras e produzir um novo estado da matéria que é o estado líquido? Foi uma transição de fase. Esse conceito de transição de fase inseriu-se na física de várias maneiras. Einstein e um físico indiano chamado Satyendra Nath Bose descobriram uma coisa espetacular: quando a temperatura de átomos é reduzida, eles começam a se reconhecer uns aos outros, podendo até haver uma espécie de coagulação, uma transição de fase, chamada de transição de fase de Bose-Einstein. Esse é um dos fenômenos mais interessantes dos sistemas complexos. Ninguém entendia isso: como é que, em condições de temperatura sendo reduzida, o hélio, de repente, um gás nobre, vira um líquido. E mais, esse líquido sobe pelas paredes do recipiente. Ou, então, se é um gás de elétrons, transforma-se em um supercondutor, um fenômeno incrível. Voltando ao Prigogine e ao Onsager, quando se tem muitas moléculas, mesmo na temperatura ambiente, e faz-se uma reação química, de repente »

podem surgir figuras totalmente ordenadas. Isso aconteceu com a química. Se havia a desordem, como é que se consegue ter ordem? É o efeito da não linearidade. Quer dizer, quando se tem muitos átomos, muitos sistemas interagentes, e se essas interações forem não lineares, pode-se ter uma transição de fase em que aparece ordem. Imediatamente surgiu a pergunta: e a vida? Exatamente isso! Há uma porção de átomos e moléculas e, de repente, eles se organizam e produzem vida, produzem o DNA. Esse DNA fornece uma mensagem que cria coisas muito complexas como uma flor numa árvore, ou cria a vida humana. São os sistemas complexos.

**XXI - Os sistemas complexos provocam uma mudança no modo de ser e de fazer ciência?**

*Sérgio Mascarenhas* - Exatamente. O agronegócio, por exemplo, certamente é um sistema complexo. Há a logística para transportar as commodities, a compreensão sobre a saúde dos clones, das sementes etc. Há uma interação forte também com o clima, porque a água é fundamental no processo de irrigação. Observamos, então, que já temos vários sistemas interagentes e quando esses sistemas interagem, o fazem não linearmente. Nos sistemas complexos, pequenas variações podem engendrar um processo de enorme confusão e complexidade. É o caso do clima. Se há, por exemplo, uma frente fria caminhando pela América do Sul e outra frente de temperatura diferente que colide com a primeira, de tornados a grandes tsunamis no mar podem ocorrer. Isso daí é interação entre muitos sistemas. Não se pode prever



**"...quando se tem muitos átomos, muitos sistemas interagentes, e se essas interações forem não lineares, pode-se ter uma transição de fase em que aparece ordem."**

o clima absolutamente, se você mudar uma pequena coisa nas condições iniciais. Como há fenômenos não lineares, uma coisa interage com a outra, e essa, por sua vez, interage com uma terceira, todas não linearmente. Dá-se uma verdadeira catástrofe, de tal forma que faz lembrar a famosa frase que o bater de asas de uma borboleta na China pode alterar o clima no Brasil. É uma tal desestruturação não linear dos parâmetros que é difícil prever. Isso mobilizou o matemático John Von Neumann, quando ele lançou a ideia do computador digital. Ele começou a tentar fazer previsão climática e não conseguia, até que vários cientistas, nos Estados Unidos, no MIT, e em outros lugares mostraram que não podia haver uma previsão absoluta de um sistema com muitas partículas. Era possível modelar, calcular probabilidades, mas não dar certeza, como na mecânica determinista do Newton. Então, por meio da não linearidade, cria-se a desordem, mas também cria-se a ordem, porque, havendo interação entre o sistema, pode aparecer o que se chama de fenômenos emergentes, como a vida. Isso é a emergência de um sistema complexo, isso é o século XXI.

**XXI - Como se situa o Brasil no estudo dos sistemas complexos?**

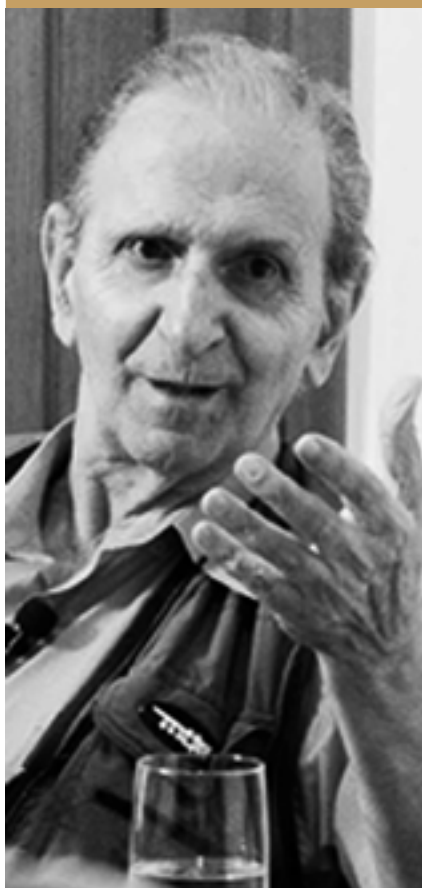
*Sérgio Mascarenhas* - O Brasil está mais ou menos quinze anos atrasado na ciência de sistemas complexos. Recentemente, num congresso em São Paulo sobre engenharia, propus ao governo brasileiro e à comunidade científica que o Brasil atacasse de frente o problema de sistemas complexos, de sistemas de sistemas. Tomemos o melhor exemplo de sistemas de sistema, a Internet. Há

nela desde pornografia até novelas, até Wikipedia. É um sistema de sistemas. Há música, MP3, comunicação e ensino a distância, Skype e imagens de satélites sendo aproveitadas por essa estrutura de informação e difusão. Então, certamente, comunicação é um sistema complexo. Por isso, acho que a difusão da ciência e o entendimento da própria ciência têm que passar, de agora em diante, pelo estudo de sistemas complexos.

**XXI - Em que medida, com toda essa mudança, as fronteiras da ciência devem ser mantidas? Ainda há espaço para o estudo mais aprofundado de determinada área?**

*Sérgio Mascarenhas* - Há uma frase muito antiga do Isaac Newton. Ele, apesar de ser antigo, propôs uma imagem da ciência muito interessante. A ciência é um contínuo construir e destruir, é uma contínua quebra de paradigmas substituídos por outros. Então, Newton disse: “o conhecimento humano é como o raio de uma esfera, quanto mais aumenta, mais aumenta a superfície em contato com o desconhecido”. Em outras palavras, não existem fronteiras rígidas. A ciência é uma coisa dinâmica, e o modo de se entender essa dinâmica é via sistemas complexos, é assim que eu vejo. Um sistema como o agronegócio precisa de química, de bioquímica, de física, bioinformática, precisa de equipamentos, portanto, de hardware, precisa de software. Então, é um sistema altamente complexo, não tem fronteiras. A divisão entre física, química ou biologia advém de um modelo reducionista. É uma divisão puramente conceitual, didática, errada. Na realidade, não existem fronteiras.

**"Se não usarmos este tipo de estruturação nova do pensamento humano, sempre ficaremos divididos em especialidades que não se comunicam e essa falta de comunicação destrói os sinergismos..."**



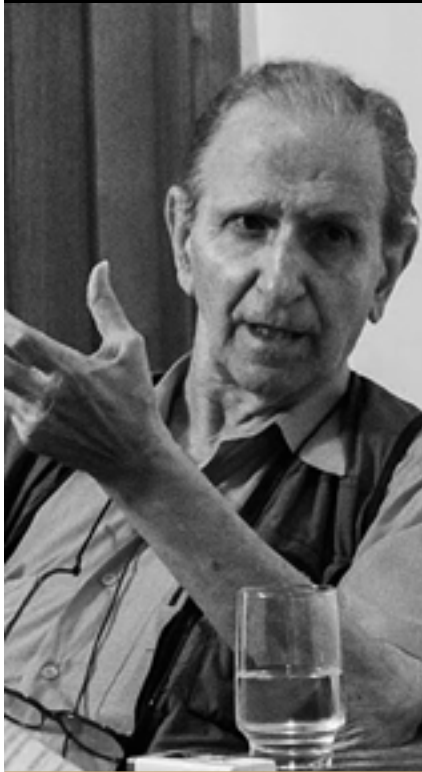
**XXI - Nesse contexto, quais as perspectivas para o ensino nas escolas?**

*Sérgio Mascarenhas* - Você conhece as redes sociais, o Orkut, LinKedin, conhece uma série de redes sociais. Essas redes sociais democratizaram o conhecimento. Hoje, entramos no Google ignorante, e, no fim da noite, nos tornamos PhD em algum assunto. Houve tal complexidade ao estruturar esse sistema, que ele perdeu as fronteiras. Então, é preciso partir para uma nova linguagem - e aqui entra novamente a questão da interdisciplinaridade. Temos que falar em hardware e software, na metalinguagem dos bits, da internet, da web. Se não usarmos este tipo de estruturação nova do pensamento humano, sempre ficaremos divididos em especialidades que não se comunicam e essa falta de comunicação destrói os sinergismos, que nos permitem novas fronteiras. Penso que devemos, cada vez mais, introduzir metamatemática, fractais, os sistemas complexos no sentido computacional, de modelagem, inteligência artificial, uma série de mecanismos novos que constituem uma verdadeira linguagem para falarmos e ouvirmos a natureza. A natureza não fala por meio da física, da biologia, ela mistura isso tudo. Há que se entender essa linguagem, essa mistura de idiomas. Se tínhamos que passar pela fase reducionista, linear, estamos chegando agora ao entendimento das coisas sob o ponto de vista do que os psicólogos chamaram anteriormente de uma linguagem “Gestalt”, da linguagem integrada. Devemos criar, desde o pré-primário, na escola, na creche, uma nova linguagem que seja aceita pelas crianças. Elas não »

serão reducionistas, elas vão entender. Tenho certeza que meus alunos são muito melhores do que eu. Se eu não tivesse essa certeza, seria um fracassado. Vejo que há gente melhor do que eu, que foi além, porque houve essa liberdade. No fundo, a complexidade é a própria liberdade, é a liberdade da transdisciplinaridade, do uso de várias ferramentas, é a autoconfiança, criada duplamente pela intuição e pela racionalidade.

**XXI - Diante dos sistemas complexos, quais seriam os desafios futuros da Embrapa?**

*Sérgio Mascarenhas* - No passado, quando tivemos a sorte de obter o apoio da Presidência da Embrapa, então com o Prof. Eliseu Alves, e propusemos a criação da Embrapa Instrumentação, já foi com a ideia de transdisciplinaridade, que implica sistemas complexos. Tivemos desde o estudo de imagens, de tomografia para solo, como o estudo de sistemas complexos, como por exemplo, infiltração de água no solo. Eu acho que o Centro perseguiu o caminho da interdisciplinaridade, da transdisciplinaridade e, portanto, da complexidade. O que vejo, depois de 40 anos, é exatamente que é preciso utilizar uma análise ainda mais transdisciplinar. O agronegócio nacional representa 30% do PIB nacional – 600 bilhões de dólares. Significa que são recursos maiores que de muitos PIBs de várias nações. Isso salvou o Brasil da grande crise de 2008, se não fosse o agronegócio tropical o Brasil não teria conseguido passar incólume por aquela crise. Agora nós enfrentamos outra crise ainda maior que é a do aumento populacional. Vamos ter, segundo se diz, 2 bilhões a mais de pessoas até a



**"Devemos criar, desde o pré-primário, na escola, na creche, uma nova linguagem que seja aceita pelas crianças. Elas não serão reducionistas, elas vão entender."**

metade do século (em 2050). Como alimentar esse pessoal todo? Aqui entra novamente a análise por meio dos sistemas complexos. Como é que vai ser a logística disso? Já temos um problema terrível no Centro-Oeste transportando commodities para os portos brasileiros, o que faz aumentar em 50% o custo de produção delas. Temos também outra coisa ainda mais complexa que são os preços internacionais, controlados. É um sistema de políticas financeiras complexas, tão complexas que às vezes resulta no caos e vêm as crises. Podemos observar, então, que há interações de várias ordens em torno do problema do agronegócio. Vejo que a Embrapa terá que se preparar cada vez mais nessa área de introduzir metamatemática, que é a matemática dos sistemas não lineares, estatísticas muito mais complexas. A Embrapa foi no caminho certo e deverá então, cada vez mais, abrigar mentes transdisciplinares. Mas concursos públicos são abertos por especialidade, o que afasta as mentes mais amplas. Eu advogo que teríamos que ter uma nova visão dos concursos para atrair talentos interdisciplinares. Talentos que, às vezes, aparentemente, nada têm a ver com as commodities ou com o trator que ara a terra. Existe um Prêmio Nobel chamado Daniel Kahneman, que escreveu um livro. Ganhou o Prêmio exatamente por entender os sistemas complexos na economia. Ele é psicólogo e economista. Veja só a mudança. O livro dele chama-se *Pensando Rápido e Lento (Thinking Slow and Fast)*. Deveria ser um livro de leitura obrigatória para todas as pessoas que estão fazendo gestão, porque tecnologia só não interessa. Que adianta a tecnologia se não há gestão? E o que

é gestão? É planejamento estratégico, serve para sabermos para onde vamos, para entendermos os sistemas interagentes. Penso que um dos problemas maiores que temos no País, na humanidade em geral, é a falta de entendimento dos sistemas complexos como sistemas de gestão, como sistemas de difusão de conhecimento, de informação, para que se crie uma verdadeira e nova complexidade, capaz de progredir e criar conhecimento a mais. Conhecimento que cria conhecimento, acho que é isso.

### **XXI - Como romper a situação do País amarrado pela burocracia? Ela coloca em risco a competitividade da ciência, da agricultura e do Brasil?**

*Sérgio Mascarenhas* - Acho que precisamos mudar totalmente o nosso mecanismo de gestão. Nos países desenvolvidos, tudo que não é proibido é permitido, prevalece a liberdade. No Brasil é exatamente o contrário. Primeiro vê-se se aquilo que é proibido e aquilo que é permitido tem que passar pelo crivo, exatamente, da proibição. Vejo que sofremos uma crise cultural. Quando ela se abate sobre a ciência, a economia, a educação, a saúde, ela é destruidora, ela é kafkiana. Kafka escreveu sobre grandes labirintos da burocracia. Então, fica incompatível trabalhar com as necessidades dos sistemas complexos se as barreiras não são quebradas. Se há um monte de barreiras criadas pelos burocratas, como fazer?

### **XXI - Ciência e tecnologia andam juntas?**

*Sérgio Mascarenhas* - Uma coisa clara é que o século XX — aliás, antes mesmo, o século XIX — mostrou um

fenômeno muito interessante, sociológico: a convergência da ciência sobre a tecnologia. Da criação do motor elétrico, das leis do eletromagnetismo, até o uso da energia elétrica nos motores e na iluminação das cidades, passaram-se mais ou menos uns 40 anos. Quando veio a energia nuclear, foram precisos 20 anos para partirmos da fusão nuclear para os reatores que produzem energia. Quando se inventou o laser, no mesmo ano em que foi inventado já foi aplicado. Então, nota-se uma tremenda convergência temporal entre ciência e tecnologia. Hoje em dia não se pode mais separar a ciência da tecnologia.

### **XXI - Essa convergência funciona bem no Brasil?**

*Sérgio Mascarenhas* - A academia, as universidades são torres de marfim que não se comunicam bem com a sociedade. Portanto, não geram tecnologia. Se olharmos para o conceito de inovação, é exatamente essa convergência que mistura ciência básica com tecnologia. O tempo de vida dos produtos é muito curto, há uma competitividade tremenda, então aquelas organizações que não têm essa agilidade ficam no caminho, atropeladas. Acho que estamos passando por uma crise grave. A Embrapa é um exemplo muito bom, mas ela precisa ser liberada da burocracia, por políticas que sejam políticas de Estado, que tenham continuidade e, sobretudo, por uma coragem

antiburocrática que aceite que pessoas são diferentes porque elas não são lineares. Essa é a nova personalidade do século XXI. Quem não reconhecer essas personalidades não vai achar os talentos. Não achando os talentos, vai ficar com os medíocres. Ficando com os medíocres, o País será medíocre, a economia será medíocre, a saúde será medíocre. Então, o futuro da Embrapa dependerá muito das lideranças que têm visão de futuro, como já está acontecendo. •



Thinkstock / Embrapa

**1 Fractal** | termo usado pelo matemático francês Benoit Mandelbrot, na década de 1970, para identificar a geometria, hoje consolidada, que se diferencia da euclidiana. Nesta última, a dimensão é inteira: 1 para a reta, 2 para o plano e 3 para o volume. A geometria fractal considera a existência da dimensão fracionária — 1,25, por exemplo —, descrevendo, com mais propriedade do que a euclidiana, formas encontradas na natureza, entre outras. O termo vem do latim *fractus* (quebrado).



**navegue**

**20 ideias para girar o mundo - Sérgio Mascarenhas**

<http://bit.ly/videomascarenhas>



# A PESQUISA LANÇA SUA REDE SOBRE AS ÁGUAS

Condições naturais únicas, presença de água abundante e uma grande variedade de espécies aquáticas fazem do Brasil o maior candidato mundial a superpotência da aquicultura. Mas para chegar lá, o País precisará investir ainda mais na pesquisa científica de organismos aquáticos, gerar tecnologias próprias e desenvolver uma legislação adequada.





**Na aquicultura, está a aposta para o desenvolvimento social e econômico de populações e de regiões menos favorecidas. Os resultados produtivos da atividade são alcançados rapidamente.**

Jefferson Christofolletti / Embrapa

Por Fábio Reynol

As ciências agropecuárias que revolucionaram os campos brasileiros investigando os domínios da terra têm hoje um novo desafio, a conquista das águas. Nessa nova fronteira agropecuária está a aposta para o desenvolvimento social de populações carentes, o crescimento econômico de regiões menos favorecidas, a virada da balança comercial brasileira de pescados e o fornecimento veloz de proteína animal de qualidade.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) acredita que a criação de organismos aquáticos, a aquicultura, é a mais rápida das atividades agropecuárias em termos de resultados produtivos e uma das poucas capazes de responder com folga ao crescimento populacional mundial, o qual pressiona um dos maiores desafios do planeta, o combate à fome.

A atividade, no entanto, exige abundância de um bem natural cada vez mais raro, a água, e, no caso de peixes e crustáceos, a presença de matérias-primas para a alimentação desses animais. O

Brasil conta com ambos e ainda possui uma biodiversidade aquática capaz de fazer inveja a qualquer outra nação do mundo. Estão em território brasileiro nada menos do que 12% da água doce do planeta e o País figura entre os maiores produtores mundiais de grãos, o que garantiria farto fornecimento para a indústria de rações. Não por acaso, a maior instituição financiadora do setor agropecuário do mundo, o banco holandês Rabobank, publicou no início de 2013 um estudo no qual coloca o Brasil entre os futuros gigantes do setor.

Contudo, o desafio para chegar até lá é tão grande quanto o potencial propalado. Em 2011, o Brasil importou 291 mil toneladas a mais de pescados do que exportou, gerando um déficit de US\$ 992 milhões. Em outras palavras, o maior exportador de carne bovina do mundo ainda é um anão na produção de proteína animal gerada nas águas. Entre as razões para isso está o fato de o País ter passado por um despertar tardio

para esse setor. Há pouco mais de uma década começou-se a estruturar a aquicultura, fato que levou o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a criar a Secretaria Especial de Pesca e Aquicultura, em 2003, a qual se tornaria seis anos depois, em 2009, o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

A pesquisa científica acompanhou esses movimentos. Em 2007, a Embrapa lançou o projeto AquaBrasil, reunindo esforços de pesquisa das principais instituições brasileiras que estudavam organismos aquáticos. Componente da carteira Macroprograma 1 da Empresa, que reúne trabalhos voltados a grandes desafios nacionais, o AquaBrasil deu sinergia a vários laboratórios e cientistas de todo o País que trabalhavam de maneira isolada. O projeto também foi um catalisador de avanços ao concentrar as investigações em poucas espécies de interesse econômico para o Brasil: tambaqui (*Colossoma macropomum*), cachara ou surubim



(*Pseudoplatystoma reticulatum*), tilápia Gift (*Oreochromis niloticus*) e camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*).

“O grande mérito do AquaBrasil foi unir pesquisadores de todo o País para trabalhar em conjunto metas e objetivos comuns”, diz a pesquisadora Emiko Kawakami de Resende, que coordenou o projeto e atualmente é chefe-geral da Embrapa Pantanal, em Corumbá (MS).

Em agosto de 2009, a Embrapa criaria uma unidade de pesquisa dedicada à investigação do pescado. Sediada em Palmas (TO), a Embrapa Pesca e Aquicultura contratou 20 cientistas que cobrem todos os elos da cadeia produtiva do pescado e estudam especialmente espécies nativas brasileiras como o pirarucu (*Arapaima gigas*), o cachara e o tambaqui. “A maioria das espécies nativas brasileiras não é domesticada, por isso teremos de investir em programas de melhoramento genético para um produto de melhor qualidade na mesa do consumidor, passando pela reprodução, sanidade e nutrição. Depois, ainda teremos o processamento e os estudos de mercado, um trabalho gigantesco e de longo prazo”, ressalta Carlos Magno Campos da Rocha, chefe-geral da Embrapa Pesca e Aquicultura. No início de 2013, a Embrapa lançou o portfólio de Aquicultura, estrutura organizacional voltada a estimular, reunir e potencializar trabalhos científicos na área.

#### A HEGEMONIA DA TILÁPIA

A mais estruturada cadeia produtiva da aquicultura continental brasileira é a de um peixe de origem africana, o *Oreochromis niloticus*, conhecido como tilápia, cujo desempenho zootécnico é considerado extraordinário. Trazida da

Ásia ao Brasil em 2005 pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Paraná, a linhagem Gift (sigla em inglês para melhoramento genético de tilápia cultivada) apresenta três ciclos anuais de cultivo. Entre os peixes tropicais, a tilápia pode atingir uma taxa de crescimento de 15% por geração em programas de melhoramento bem conduzidos, de acordo com a zootecnista Marcela Mataveli, analista da Embrapa. “No Brasil a produção está tão aquecida que os produtores de alevinos de algumas regiões não estão conseguindo suprir a demanda”, informa Marcela.

Com uma espécie exótica tão bem-sucedida, haveria espaço para o desenvolvimento de peixes nativos? Marcela acredita que sim. No entanto, para um peixe brasileiro chegar ao patamar de desenvolvimento da tilápia, levará muito tempo de experimentos em laboratório e de testes em campo. “O salmão consumiu 35 anos de pesquisas do Instituto Norueguês de Alimentos, Pesca e Aquicultura (Nofima) para reduzir o tempo de abate de 42 para 24 meses e chegar ao nível atual de produção”, compara a analista. O início dessa longa estrada de investigações é a genética.

“O Brasil precisa primeiro conhecer o que ele tem, não temos o perfil genético de nossas próprias espécies”, afirma Carlos Magno. Ele conta que a falta de pesquisas levou vários piscicultores a testar cruzamentos entre espécies diferentes, muitas vezes oriundas de bacias distintas, gerando plantéis inteiros de peixes híbridos. Esses animais provocam um problema ambiental quando escapam na natureza. Uma vez soltos eles realizam novos cruzamentos, desequilibram o ecossis- »

## BIODIVERSIDADE EM AQUÁRIOS

O potencial da aquicultura brasileira não está só na geração de alimentos. Um filão extremamente lucrativo é o aquarismo que se beneficia da biodiversidade da fauna aquática nacional. “Atualmente o comércio de peixes ornamentais no Brasil está baseado principalmente na captura de espécies amazônicas, como os tetras, cascudos e arraias de água doce”, diz o pesquisador Fabrício Rezende, especialista da Embrapa.

Segundo ele, há poucos polos de criadores de ornamentais no Brasil que atendem ao mercado interno. Já o mercado externo fica nas mãos de pequenos pescadores que vendem as capturas a preços baixos a intermediários que chegam a exportar animais obtendo altas margens de lucro. Se a criação de ornamentais se expandir no Brasil, haverá disponibilidade de lotes mais uniformes, adaptação ao aquário desde o nascimento e garantia de oferta permanente, o que permitirá o atendimento de mercados maiores e aumento da lucratividade.

O acesso à informação técnica é um dos principais obstáculos para essa atividade, de acordo com o pesquisador. Se a aquicultura de corte possui poucos técnicos extensionistas capacitados para apoiar o produtor, com a ornamental a situação é ainda mais desoladora. O especialista chama a atenção também para a falta de legislação adequada ao setor.

tema e ainda promovem a perda do perfil genético das espécies originais. Para se ter uma ideia do tamanho do problema, no ano passado, ao contatar fazendas do Brasil todo, especialistas da Embrapa não conseguiram encontrar um exemplar sequer de cachara puro.

Para conhecer o DNA das espécies nativas brasileiras, iniciou-se em janeiro o sequenciamento do genoma do tambaqui e da cachara. Esses trabalhos compõem a Rede Genômica Animal, Macroprograma 1, coordenado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília,DF). Os genomas fornecerão uma base para analisar o grau de hibridismo encontrado em pisciculturas e na natureza além de permitir a identificação de genes (fragmentos de DNA) relacionados a características interessantes à produção, como ganho de peso e resistência a doenças.

“O objetivo é chegar um dia ao nível de manejo genético da bovinocultura com a identificação de linhagens e conhecimento do perfil genético de diferentes gerações de reprodutores”, conta Anderson Luis Alves, pesquisador da Embrapa que participa da Rede Genômica Animal trabalhando no genoma dos peixes.

Produtores de alevinos estão sendo capacitados a identificar seus reprodutores por meio de chips magnéticos, ou tags, inseridos na musculatura do peixe. “Eles têm a mesma função dos brincos numerados colocados nas orelhas dos bovinos identificando cada animal”, compara Alves. O tag é lido por um escâner de mão, um aparelho eletrônico que apresenta em sua tela o número de série quando passado sobre a pele do peixe. A sequência numérica é a identidade do animal e possibilita

o rastreamento e o controle zootécnico do plantel de reprodutores.

Após o processo de identificação, os piscicultores são incentivados a coletar um pequeno pedaço da nadadeira caudal do peixe para extração de DNA. O procedimento permite a execução de análises que evitam cruzamentos consanguíneos e identificam os melhores pares para acasalamento. Parte dos DNAs coletados irá para o Banco de Material Genético de Organismos Aquáticos (BMGAqua) que a unidade de Palmas está estruturando com amostras de tecidos de peixes de diferentes regiões do Brasil. Um banco ativo de germoplasma, com exemplares de peixes vivos e sêmens criopreservados, também será iniciado. De acordo com Alves, essas coleções serão uma valiosa fonte de recursos para a pesquisa, uma vez que conservarão material genético das principais espécies nativas em produção e também dos peixes com maior potencial para as pisciculturas de corte e ornamental.

#### COMIDA PARA PEIXE

Antes de produzir peixe para solucionar o problema da fome teremos de solucionar o problema da fome do peixe. Não há atualmente rações desenvolvidas para cada espécie brasileira, mas pacotes genéricos como rações para peixes redondos ou para carnívoros. “Cada espécie tem necessidades nutricionais específicas e que se modificam em diferentes fases de desenvolvimento do peixe”, explica a engenheira-agrônoma Ana Paula Oeda Rodrigues, pesquisadora da Embrapa.

Descobrir essas necessidades nutricionais para as distintas fases de cada espécie, desenvolver o manejo alimentar, levantar informações sobre a

digestibilidade dos principais ingredientes das rações e conhecer a fisiologia básica desses animais estão na lista de desafios a ser enfrentados pela área da alimentação e nutrição para as espécies brasileiras. Peixes onívoros, como o tambaqui, levam vantagem, pois possuem uma dieta composta em maior parte por proteína vegetal.

Como grande produtor de grãos, o Brasil tem alternativas e fontes diversificadas para prover essas pisciculturas. No entanto, o desafio aumenta no caso dos peixes carnívoros cujo teor de proteína animal exigido na ração é alto. Para o Chile estabelecer a cadeia produtiva do carnívoro salmão, uma indústria teve de ser criada, a de captura de peixes destinados exclusivamente para a produção de ração. “Economicamente esse caso chileno pode ser um sucesso, mas ambientalmente não é muito positivo”, explica a engenheira da Aquicultura Daniele Klöppel Rosa, da Embrapa. O desenvolvimento de um dos carnívoros mais cobiçados pelo mercado internacional, o pirarucu (*Arapaima gigas*), conhecido como gigante da Amazônia, terá de considerar a questão da nutrição e da alimentação.

Daniel Eduardo Lavanholi de Lemos, professor do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), acredita que os avanços no conhecimento, as práticas de alimentação e nutrição e o processo de seleção e domesticação das espécies poderão contribuir para a redução dos teores de óleo e farinha de peixe na dieta dos animais. Hoje, esses dois ingredientes são a principal fonte de gordura e de proteína animal das rações. No entanto, o especialista ressalta que a piscicultura mundial está baseada majoritariamente na água doce, meio em que

## As águas doces dos rios e lagos artificiais abrem oportunidades para as pesquisas ligadas ao meio ambiente.



mais de 70% dos animais são onívoros. “Para alimentar tanto carnívoros como onívoros será preciso pesquisar o aproveitamento de subprodutos vindos do processamento de animais e de plantas, especialmente os de origem terrestre”, aponta o professor, recomendando também pesquisas que envolvam recursos do próprio ambiente de cultivo como parte da dieta dos peixes além da investigação de novos ingredientes para rações.

As pesquisas em sanidade devem levantar as principais doenças e parasitas que atingem os peixes nativos além de desenvolver métodos de profilaxia e medicamentos voltados às nossas espécies. Já os pesquisadores em processamento têm a missão de desenvolver métodos de insensibilização e abate que preservem o bem-estar animal e a qualidade da carne. “Precisamos focar desde a despesca

[retirada do peixe da água], até a conservação e o transporte. Em todas essas áreas há necessidade de implantação de boas práticas”, aponta a médica-veterinária Patricia Mochiaro Chicrala, pesquisadora da Embrapa. A pesquisa em processamento ainda terá de criar cortes e produtos prontos para o consumo para disputar o mercado com outros alimentos industrializados de origem animal.

### UM OCEANO DE ÁGUA DOCE

Espaço para o desenvolvimento da aquicultura continental não falta no Brasil. O volume de água doce disponível no País é estimado em oito mil quilômetros cúbicos. Além dos espelhos d’água naturais, existem corpos d’água criados pelas barragens das usinas hidrelétricas. Esses lagos artificiais juntos possuem uma área de 5,5 milhões de hectares, e 1% desse

total, de acordo com a legislação, pode ser destinado a atividades aquícolas, o que daria mais de 550 quilômetros quadrados de lâminas d’água para a produção de organismos aquáticos. Essas novas fronteiras trazem desafios para pesquisas ligadas ao meio ambiente. É dessa área que deverá sair, por exemplo, o cálculo sobre a capacidade de suporte de cada massa de água, ou seja, quantos animais criados o reservatório é capaz de manter simultaneamente. Esse valor varia de acordo com a espécie e com o ambiente.

Até agora, falamos dos primeiros desafios da pesquisa científica voltada à aquicultura continental, mas se o Brasil quiser exercer todo o seu potencial aquícola, a ciência brasileira terá de se enveredar também em águas salgadas. »

# A conquista dos mares

Se o desenvolvimento da aquicultura continental é um desafio gigantesco para o Brasil, a conquista dos mares para a criação de pescados depende de esforços ainda maiores. Imagine uma lâmina d'água de 4,5 milhões de quilômetros quadrados, área equivalente aos territórios da Índia e da África do Sul somados. Esse é o tamanho da zona econômica exclusiva (ZEE) brasileira, uma faixa paralela ao litoral que avança 370 quilômetros sobre o Atlântico. Dentro dessa imensidão azul, o Brasil tem exclusividade de uso e exploração das mais diferentes riquezas: reservas de petróleo e gás, biodiversidade das espécies marinhas, jazidas de minérios no subsolo do oceano, pesca e maricultura. Se apenas 1% dessa área fosse utilizada para a criação de peixes e frutos do mar, a soma das lâminas d'água das nossas fazendas marinhas teria o tamanho da Suécia.

A diversidade de produtos a serem cultivados pela maricultura brasileira é igualmente enorme. Crustáceos, moluscos, algas e peixes gerados no mar têm alto valor de mercado e altas margens de lucro. O que falta então para o Brasil desenvolver seu potencial de celeiro dos mares? Uma extensa lista responde a essa questão: falta de legislação específica, necessidade de controle ambiental adequado ao setor, cadeia produtiva desestruturada, e, é claro, um longo portfólio de tecnologias a serem desenvolvidas e de conhecimento científico a ser gerado.

Assim como na aquicultura continental, foi na última década que a pesquisa nacional em maricultura começou a tomar corpo. A partir de uma reunião para prospecção de demandas no ano de 2007, cientistas da área uniram-se para formar a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Piscicultura Marinha (Repimar). A rede permitiu a concentração de esforços por meio da escolha de uma única espécie de peixe a ser investigada, o bijupirá. Em 2010, a Repimar recebeu o apoio do projeto “Desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para a criação do bijupirá no Brasil”, no âmbito da carteira Macroprograma 2 (MP2) da Embrapa que envolve mais de 70 especialistas de 12 instituições de pesquisa brasileiras e duas do exterior.

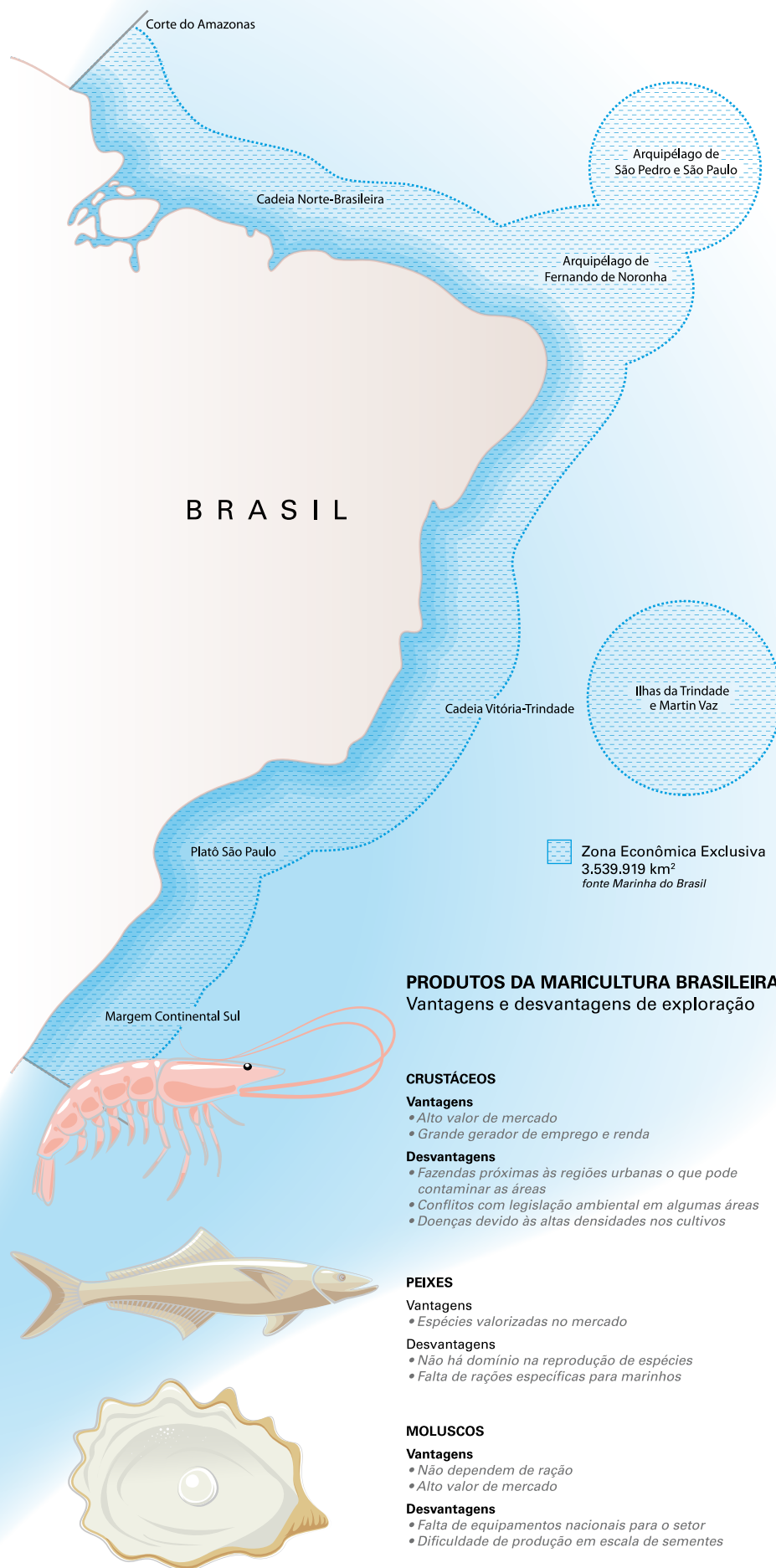
Com previsão de término para setembro de 2013, o projeto é apenas o início de uma estruturação da cadeia produtiva marinha, de acordo com o pesquisador Carlos Alberto da Silva, da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju, SE), que coordena o projeto. “O maior fruto alcançado foi a consolidação da própria rede de trabalho”, aponta Silva ressaltando que ainda há muito a ser feito na área, “a cadeia produtiva do camarão demorou cerca de vinte anos para se estruturar no Brasil e países desenvolvidos demoram 15 anos para levar um pescado à fase industrial”, pondera.

Orçado em R\$ 2,7 milhões com recursos do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) via Conselho Nacional

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da própria Embrapa, o projeto no MP2 envolveu todas as fases da cadeia produtiva: preservação de sêmen para melhoramento genético, nutrição e alimentação, sanidade, avaliação de sistemas de produção, despesca, abate e processamento e incluiu também um estudo de mercado que avaliou as potencialidades de comercialização do bijupirá no Nordeste.

As instituições de pesquisa se dividiram para desenvolver cada ponto dessa cadeia. Na área de tecnologia do pescado, a equipe da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) estudou o colágeno extraído da pele do peixe e sua possível aplicação nas indústrias cosmética e farmacêutica. A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP) investigou parâmetros para a rastreabilidade do pescado. Os pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) voltaram-se ao desenvolvimento de produtos alimentícios industrializados como o hambúrguer e o pão feitos com coprodutos do processamento do bijupirá. Já os pesquisadores do campus de Pirassununga da USP testaram novos métodos de abate. Além dessas, várias outras instituições participam das pesquisas.

O plano de ação que trata da despesca, abate e processamento do bijupirá é coordenado pela pesquisadora Fabíola Helena dos Santos Fogaça, na unidade de execução de »



**Produtos processados prontos para o consumo e forte indústria náutica de apoio à maricultura são ainda desafios para o País.**



Saulo Coelho/Embrapa

pesquisas (UEP) de Parnaíba (PI), da Embrapa Meio-Norte. “Nossa intenção é desenvolver tecnologias de abate, processamento e aproveitamento de 100% do peixe, assim como acontece hoje na cadeia produtiva do frango”, exemplifica a pesquisadora.

Oferecer produtos processados de peixe prontos para o consumo é um salto que a indústria nacional ainda terá que dar, pois a cultura difundida nacionalmente é ainda comercializar o peixe inteiro eviscerado, de acordo com Fabíola. Para isso acontecer, vários passos serão necessários. Não existe, por exemplo, uma legislação específica para o processamento de pescado. Caberá à pesquisa fornecer os parâmetros para a criação de um protocolo desenvolvido especialmente para a cadeia produtiva do peixe, respeitando-se as peculiaridades de cada espécie e as demandas de cada mercado consumidor.

Um dos produtos que serão apresentados pelo projeto Repimar será o protocolo do índice de qualidade do bijupirá. Trata-se de uma tabela que relaciona as características sensoriais

apresentadas pelo peixe ao seu tempo de duração na prateleira.

Apesar dos avanços obtidos e das excelentes características zootécnicas apresentadas pelo bijupirá, a escolha dessa espécie foi criticada por boa parte da comunidade científica, diz Carlos Alberto da Silva. A despeito das críticas, o trabalho de pesquisa levantou dados que ajudarão o desenvolvimento da maricultura. Esses avanços não estão relacionados somente ao desenvolvimento científico e tecnológico alcançado, mas também às dificuldades encontradas ao longo do projeto. “O Brasil não conta com embarcações adequadas para essa atividade. É fundamental que o País fortaleça a sua indústria náutica de apoio”, destacou o coordenador do MP2. Sem a nacionalização de embarcações e de equipamentos náuticos, a maricultura torna-se uma atividade extremamente cara, o que foi comprovado no decorrer do projeto cujas pesquisas de campo consumiram boa parte dos recursos.

Comparada à aquicultura continental, a criação no mar envolve ferramental bem mais caro. Uma sonda

multiparamétrica, usada para avaliar a qualidade da água, custa entre R\$ 5 mil e R\$ 10 mil para ser usada em rios e lagos enquanto a versão para água salgada pode custar até três vezes mais. Isso se repete para uma extensa gama de equipamentos que devem ser resistentes à corrosão e às intempéries oceânicas.

#### **MAR DE DIFICULDADES**

Antes de ingressar na Embrapa, em 2011, a médica-veterinária Renata Melon Barroso sentiu na pele as dificuldades de empreender uma criação no mar. Entre 2009 e 2010, já com pós-graduação em piscicultura, ela tentou montar uma empresa para a criação de bijupirá em mar aberto e se deparou com uma montanha de dificuldades. “Em primeiro lugar, para obtenção da concessão da área da União há a necessidade do parecer da Marinha do Brasil, que não está ainda preparada para avaliar esse tipo de empreendimento, sendo necessária uma parceria com a pesquisa para embasar esse trabalho”, relata Renata que também não encontrou fornecedores de alevinos, razão



**Os produtos são de alto valor de mercado. No entanto, a criação de moluscos é atividade pouco explorada no Brasil.**

Thinkstock / Embrapa

específica para a espécie, estudos sobre a reprodução, informações técnicas sobre alimentação e sobre outras atividades. Tampouco existiam unidades de cultivo de bijupirá em funcionamento para se ter um parâmetro da produção. Isso sem contar os custos e a dificuldade de se obter licenciamento.

“O Brasil perde recursos enormes por não explorar o potencial dos seus mares”, lamenta Renata que atualmente atua como analista na Embrapa Pesca e Aquicultura, em Palmas (TO). A malacocultura, criação de moluscos como mexilhões e ostras, é uma atividade pouco aproveitada no País, de acordo com a especialista. São produtos de alto valor de mercado que não exigem criação, pois obtêm alimentos filtrando a água do mar, e podem se beneficiar da tranquilidade da costa brasileira que não costuma sofrer eventos climáticos extremos como furacões, tufões ou maremotos. Basicamente, a produção brasileira se resume a mexilhões e ostras e está baseada em Santa Catarina, responsável por mais de 90% da produção nacional de moluscos. “Vieiras, um molusco altamente lucra-

tivo e com espécies nativas do Brasil, são produzidas de maneira incipiente em Angra dos Reis”, comenta.

Mas se o fazendeiro do mar quiser se enveredar pela criação de moluscos vai encontrar obstáculos logo no início. Obter licenciamento requer estudos ambientais que nem sempre estão disponíveis. Para garantir a qualidade do produto, os animais não podem ser colocados em água poluída e a instalação em locais limpos exige manejo correto para não causar impactos negativos no meio ambiente. Todas essas fases necessitam de trabalho científico local para pautar a legislação e orientar o manejo da atividade.

Depois que ele passar pelos crivos da legislação e da sustentabilidade ambiental, o malacocultor perceberá que não há fornecedores, no Brasil, das formas jovens desses organismos, chamadas de sementes. “Atualmente a produção catarinense de sementes de moluscos é consumida no próprio estado e, assim como o fornecimento de alevinos na criação de peixes, esse é também um gargalo importantíssimo da malacocultura brasileira”, aponta Renata.

Atualmente a criação de moluscos no País concentra-se principalmente na região costeira de Santa Catarina em cordas de cultivo (*long lines*) de até dois metros de profundidade. “É lamentável o fato de o Brasil não ter produção de moluscos *offshore* [em mar aberto] onde as cordas de cultivo poderiam chegar a 15 metros. Hoje não temos nem as máquinas para içar *long lines*, a produção catarinense é movida a força braçal dos barqueiros que puxam as cordas”, pontua a analista, frisando que em mar aberto as águas são mais limpas e há menos conflitos de uso em comparação à zona costeira.

A falta de mão de obra especializada foi outro obstáculo considerável do setor observado por Renata e constatado no andamento do projeto Repimar. “Será preciso mais investimentos na capacitação e formação do pessoal de nível técnico”, afirma Carlos Alberto da Silva, ressaltando a importância da transferência de tecnologia para a difusão de boas práticas de manejo, e mesmo para a adequada formação de mão de obra. »



Camarão vannamei

### O EFEITO PRÉ-SAL

Essa necessidade de especialistas atinge todos os níveis de formação. Para as fazendas marinhas brasileiras se desenvolverem, também será preciso aumentar o número de profissionais graduados e pós-graduados atuando na indústria e, principalmente, na pesquisa científica.

Paradoxalmente, a maricultura foi duramente atingida pela descoberta de outra enorme riqueza marinha, a das reservas de óleo e gás da camada pré-sal na costa da região Sul e Sudeste do Brasil. A perspectiva de movimentar bilhões de dólares com a exploração dessas commodities tem feito a indústria de óleo e gás investir pesado no Brasil incluindo a contratação de mão de obra altamente qualificada. “Geólogos, oceanógrafos, biólogos, engenheiros de pesca e muitos outros especialistas são atraídos pelos altos salários das petrolíferas, deixando os outros setores sem muitos profissionais”, conclui o pesquisador Carlos Alberto da Silva.

Além disso, o efeito do pré-sal no mercado de trabalho aumenta a concentração dessas especialidades nas regiões que já contam com maior número de pesquisadores - Sul e Sudeste, deixando os mares do Norte e do Nordeste brasileiros sem a mesma intensidade de investigação científica.

### EPIDEMIA BRANCA

A necessidade de uma rede de pesquisa sólida, atuante e presente em todo o litoral ficou evidente durante um grave problema sanitário que atingiu a mais estruturada cadeia produtiva da maricultura brasileira, a do camarão *Litopenaeus vannamei*. No início de 2005,

18 fazendas marinhas da região de Laguna, sul de Santa Catarina, haviam sido atingidas pelo vírus-da-mancha-branca, enfermidade caracterizada por vermelhidão e depósitos de calcário na cabeça do camarão os quais deram o nome à doença. Durante aquele mesmo ano, carciniculturas no Ceará também foram contaminadas.

De alta letalidade, a mancha-branca dizimou plantéis inteiros e levou o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a suspender em janeiro de 2005 a comercialização de todos os pescados marinhos produzidos em Santa Catarina. Por precaução, a suspensão atingiu até peixes e moluscos, o que gerou ainda mais prejuízos ao estado, embora tenha sido por curto período. O desconhecimento da doença levou os produtores a hipóteses equivocadas como a de que o mal teria sido provocado por contaminação por defensivos agrícolas utilizados nas lavouras de arroz que margeavam as criações de camarão. No entanto, anos antes de aparecer no Brasil, o vírus já havia dizimado carciniculturas no Sri Lanka, Taiwan, México e Equador.

A proliferação se dá de maneira rápida, pois, diferente dos peixes que

boiam quando morrem, os camarões mortos ficam no fundo do tanque e são devorados por membros de sua própria espécie, segundo explica a pesquisadora e especialista em sanidade de camarões Alitieni Moura Lemos Pereira, da Embrapa Meio-Norte (Teresina, PI), lotada em braço da Unidade situado em Parnaíba (PI). São conhecidos atualmente cinco genótipos do vírus, a maioria de alta letalidade, capazes de dizimar até 90% de um lote. Para agravar, a mancha-branca conta com inúmeros vetores no ambiente como os caranguejos e microcrustáceos que podem disseminar o vírus dentro do estuário e entre os tanques de cultivo.

“O problema tem sido combatido com melhoramento genético que promove o desenvolvimento de animais resistentes ao vírus, terapias gênicas, como a de RNA de interferência, além da adoção de boas práticas de manejo que deixam os animais menos suscetíveis à doença”, explica Alitieni. Mesmo assim, os estados do Nordeste, apesar de registros de casos na região em 2008 e 2011, levam vantagem por possuir uma amplitude térmica menor em relação aos do Sul e Sudeste. “No Piauí, por exemplo, a



temperatura da água nunca fica abaixo dos 24°C. A variação mais brusca dos estados do Sul, e principalmente a queda de temperatura abaixo dos 20°C podem baixar a imunidade dos animais deixando-os mais vulneráveis a enfermidades em geral”, informa a pesquisadora.

Grandes produtores de larvas de camarão começaram a adotar ferramentas avançadas de detecção do vírus como a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) capaz de identificar agentes patogênicos em nível molecular e assim garantir uma certificação de sanidade dos filhotes.

Outra mudança foi o reforço nas pesquisas em sanidade. Ainda em 2005, foi criada a Rede de Sanidade em Camarão Marinho (Recarcine) com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e participação da Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Embrapa Meio-Norte. A ação da rede foi reforçada com a edição da Recarcine 2 e com o AquaBrasil, em 2007, um projeto da carteira Macroprograma 1 da Embrapa que englobou trabalhos sobre sanidade de espécies aquícolas, entre elas o *vannamei*.

#### CAMARÃO VERDE E AMARELO

Embora protagonista de uma cadeia produtiva estruturada e com um excelente desempenho zootécnico no País, o *Litopenaeus vannamei* não é um camarão brasileiro. Trazido do Pacífico entre as décadas de 1980 e 1990, o *vannamei* consolidou uma indústria no Brasil nos anos 2000. O que nos remete à pergunta: considerando a enorme biodiversidade brasileira, não seria

mais fácil desenvolver em cativeiro uma espécie nativa?

“Não é tão simples assim. Dificilmente uma espécie brasileira alcançará tão cedo o desempenho produtivo do *vannamei*”, responde a engenheira de pesca Juliana Schober Gonçalves Lima, professora da Universidade Federal de Sergipe (UFS). É preciso lembrar que esse camarão foi trazido com um pacote tecnológico praticamente pronto, restando fazer somente adaptações às condições brasileiras. O que não quer dizer que uma espécie nacional não deva ser desenvolvida para a aquicultura. Um forte candidato é o camarão-de-água-doce (*Macrobrachium carcinus*), conhecido popularmente como pitu. “Será um longo caminho até ele conseguir rivalizar com o *vannamei*, o qual apresenta três ciclos anuais de produção no Nordeste”, prevê Juliana.

Mesmo com as dificuldades, a pesquisa em carcinicultura é estimulada pelo excelente mercado do camarão. “Na década de 1990, toda a produção brasileira de camarão era exportada, hoje ela é bem maior e mesmo assim não consegue suprir o mercado interno”, informa a professora. Para a especialista, um dos maiores desafios da pesquisa nessa área é gerar protocolos de manejo ambientalmente seguros que embasem uma legislação que não seja permissiva a ponto de pôr em risco o meio ambiente nem cerceadora demais que inviabilize a produção.

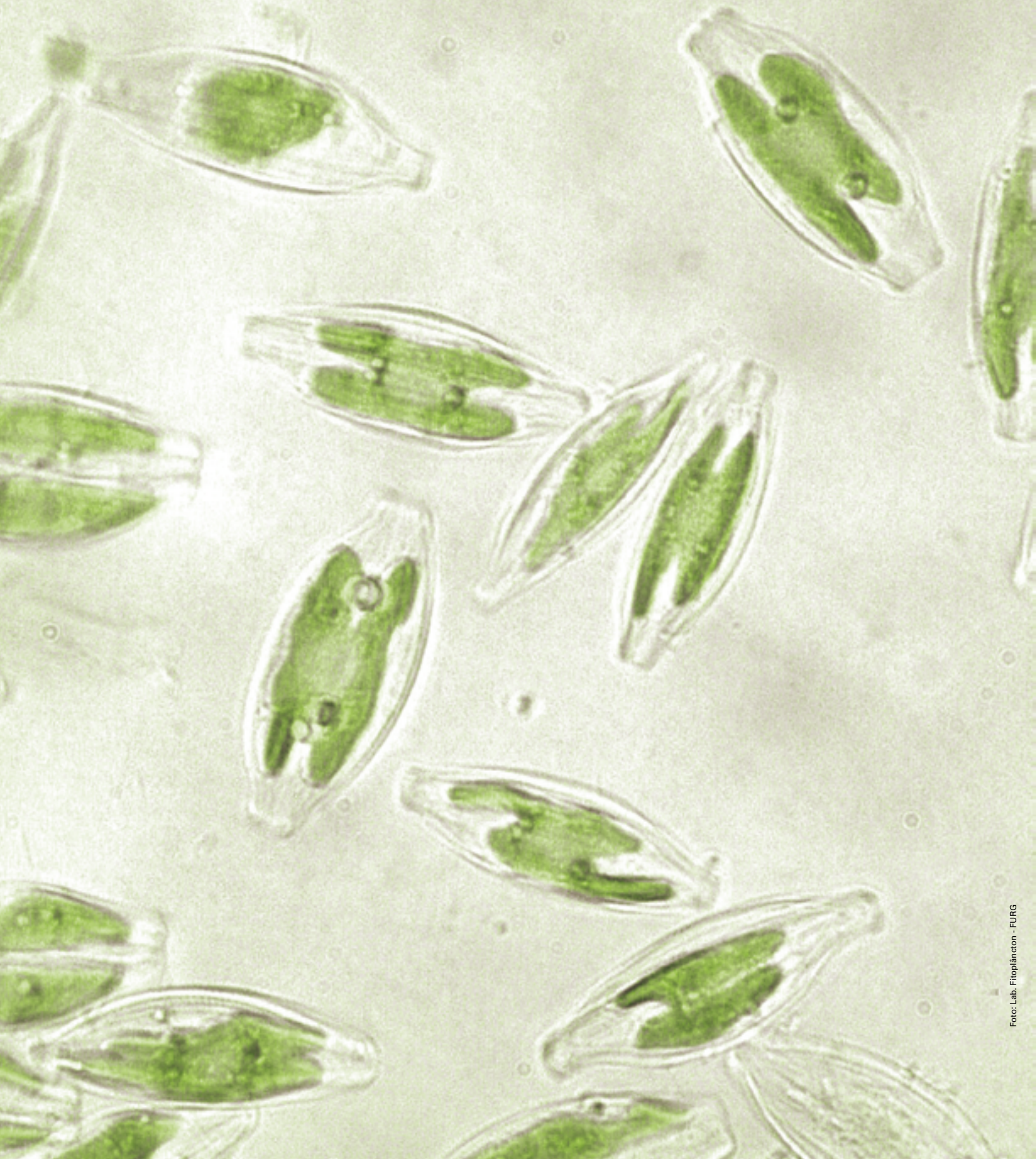
Boa parte das fazendas de crustáceo no Nordeste encontra-se em áreas de mangue e está nas mãos de famílias que vivem há anos do extrativismo desses ecossistemas costeiros e agora produzem camarão. “A atuação desses produtores não é nociva ao ambiente, contanto que haja restrições e seja feito o manejo correto”, relata a professora.

Como afirma a especialista, a carcinicultura, assim como a malacocultura e a piscicultura marinha, pode ser uma sólida fonte de renda e alavanca de mudança social para milhares de famílias que vivem na costa brasileira em situação de extrema pobreza. Para chegar lá, teremos uma longa jornada de pesquisas pela frente, de acordo com todos os especialistas ouvidos para esta matéria. “Não somos por tradição uma nação náutica, mas chegou a hora de mudar isso”, acredita Carlos Alberto, da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Se quisermos produzir energia, fibras e alimentos em uma massa de água cuja superfície ultrapassa o tamanho do subcontinente indiano, ele tem razão. »





ESPECIAL



# O biocombustível criado na água

Microalgas podem ser fontes viáveis de energia. E apresentam vantagens: são excelentes fixadoras de gás carbônico e as maiores produtoras de oxigênio do planeta. Os tanques para sua produção podem ser instalados em áreas impróprias para a agricultura e pecuária. Além disso, não há entressafra.

Por Vivian Chies

Por movimentar as usinas hidrelétricas, rios represados já são responsáveis pela geração de 14% da energia consumida no Brasil. Agora, instituições de pesquisa e empresas estão buscando nos rios e oceanos matéria-prima para os biocombustíveis, fontes de energia que devem ter papel cada vez mais importante no País e no mundo.

O interesse dos cientistas está principalmente nas microalgas, organismos microscópicos encontrados em corpos de água doce, salgada e salobra em todo o mundo. Cultivadas comercialmente em tanques de água a céu aberto ou em fotobiorreatores fechados, elas são capazes de fornecer mais biomassa e óleo por área utilizada na produção do que qualquer espécie vegetal conhecida.

Estimativas apontam que, para substituir todo o petróleo consumido nos Estados Unidos por óleo de soja, seria preciso cultivar a leguminosa em uma área três vezes maior que todo o território continental norte-americano. Se o substituto for o óleo de palma, o nosso dendê, o espaço necessário para a produção cairia para 23% do terri-

tório. Já se o combustível fóssil fosse trocado pelo equivalente produzido pelas microalgas, a área de cultivo ocuparia menos do que 4% da área daquele país.

Tanto o óleo quanto a biomassa das microalgas podem ser utilizados para produzir biocombustíveis. Do óleo podem ser obtidos, principalmente, biodiesel e bioquerosene de aviação. A biomassa pode ser queimada para produzir biogás além de possuir características favoráveis à produção de etanol celulósico, pois possui baixos teores de lignina, o que facilitaria o pré-tratamento. “Inclusive, existem várias espécies que não apresentam lignina”, aponta o pesquisador da Embrapa Agroenergia (Brasília, DF), Bruno Brasil.

Outra possibilidade é produzir etanol cultivando cianobactérias. Semelhantes às microalgas, esses organismos também fotossintéticos são capazes de originar açúcares e fermentá-los, gerando etanol.

## PRODUÇÃO E PESQUISA

A produção comercial de microalgas já existe e está concentrada principalmente na China, Japão e Estados

Unidos. Elas são empregadas na fabricação de cosméticos, rações e alimentos funcionais, uma vez que são fontes de substâncias como betacaroteno e ômega-3. No entanto, a produção de biocombustíveis a partir das microalgas ainda esbarra no custo, porque produtos energéticos têm menor valor agregado. Para driblar esse problema, ações de pesquisa têm sido desenvolvidas, principalmente nos Estados Unidos e no Japão. No Brasil, surgiram ações lideradas pela Petrobras e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

A Embrapa está estruturando um projeto de pesquisa junto a parceiros para buscar, em biomas brasileiros, microalgas eficientes na produção de biomassa e óleo. Inicialmente, a ideia é explorar a Amazônia e o Pantanal e caracterizar as espécies que forem encontradas. A intenção da Empresa é também fazer a caracterização genômica das linhagens promissoras e atuar no desenvolvimento de protocolos de transformação gênica para melhoramento. O primeiro sequenciamento de genoma de uma microalga promissora para a produção de biocombustíveis só foi lançado no ano passado. •

# CIENTISTAS CONECTADOS

Por Heloíza Dias

As redes sociais na Internet vêm ganhando espaço no universo científico. Pesquisadores já utilizam sites de relacionamento e tecnologias móveis digitais (celulares, smartphones, tablets etc.) em redes sem fio para realizar investigações de campo, divulgar publicações e interagir com outros pesquisadores, grupos de pesquisa e instituições, o que agiliza o trabalho coletivo de acesso, avaliação e compartilhamento de informações e de novos conhecimentos científicos.

Para o pesquisador e chefe do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa, Celso Moretti, em função de as atividades de pesquisa requererem grande capacidade de articulação e uma constante "antenagem" com inovações nas mais variadas áreas do conhecimento, as mídias sociais permitem que o compartilhamento e a troca de ideias e impressões fluam com rapidez sem precedentes.

Assim como Moretti, cientistas de diversas partes do mundo têm defendido o uso de mídias sociais para a divulgação e troca de informações sobre pesquisas científicas. É o caso de Christie Wilcox, da Universidade do Havaí, ao afirmar, durante a reunião anual da *American Association for*

*the Advancement of Science (AAAS)*, em fevereiro nos Estados Unidos, que "Se os cientistas não estão utilizando as mídias sociais, eles simplesmente não estão se comunicando com a maioria da população". No Brasil, o movimento ganhou força com a inclusão pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) da divulgação em redes sociais, websites e blogs como critério de avaliação para os pesquisadores na Plataforma Lattes. A ideia é estimular o cientista a dar maior visibilidade a seus trabalhos por meio dessas redes, a exemplo do que fazem autores de blogs científicos como o Geófagos, criado pelo pesquisador Ítalo Guedes para divulgação de avanços científicos em ciências agrárias, do solo e afins. Esse blog faz parte da rede *ScienceBlogs* Brasil, que agrega mais de quarenta blogs brasileiros de ciência.

## REDES DE NICHOS

Ao mesmo tempo em que cresce a participação da comunidade científica em sites de redes sociais mais populares como o Facebook e o Twitter, uma nova tendência tem sido observada por pesquisadores internautas em todo o mundo: o surgimento de redes sociais

destinadas exclusivamente ao compartilhamento de conhecimento científico. São redes de nicho, ou segmentadas, constituídas por pessoas com interesses específicos, unidas em um ambiente virtual mais restrito, onde engajamento e qualidade são as palavras de ordem. São exemplos de sites de redes sociais de nicho voltadas para a área científica o *ResearchGate*, o *Mendeley*, o *CiteULike* e o brasileiro *Follow Science* (ver box).

José Robson Sereno, pesquisador da Embrapa Cerrados, participa de vários grupos de discussão em redes sociais científicas. "Nesses grupos se discutem diversos temas com liberdade de expressão e isso é o que mais me motiva. Gosto de poder trocar ideias com cientistas internacionais e perceber como eles formulam questões sob um ponto de vista diferente do nosso. Isso ativa meu lado inovador", afirma. O pesquisador tem ainda perfil em redes sociais de massa, como o Twitter e o Facebook, onde divulga atividades e artigos da Rede de Conservação de Recursos Genéticos Ibero-americana, contribuindo inclusive para a inclusão de novos profissionais interessados no tema.

De olho nessa tendência, as instituições de pesquisa começam a investir

na construção de redes segmentadas em ambientes virtuais para produzir coletivamente novos conhecimentos. São redes que reúnem especialistas de diversas áreas, instituições e países, em busca de soluções para questões complexas, que um cientista sozinho, ou grupo de uma mesma área, não obteria. Estão presentes na Web, em portais próprios e em sites de redes sociais como Facebook, LinkedIn e Twitter, ampliando o seu alcance e atraindo novos colaboradores e parceiros.

Trilhando esse caminho, universidades, empresas e instituições de P&DI brasileiras estão também buscando nova formatação para as suas redes de pesquisa convencionais, criando espaços de ambiência virtual que possibilitem maior dinâmica e interação entre os atores envolvidos nessas redes. *A Agropedia brasilis* é um exemplo. Trata-se de um ambiente virtual em fase de construção pela Embrapa Informática Agropecuária (Campinas, SP), que tornará possível aos diversos tipos de grupos de P&DI da Embrapa e parceiros elaborar, reunir, organizar, compartilhar e disponibilizar, coletiva e colaborativamente, via Web, conteúdos referentes a projetos de pesquisa em andamento e a organização e gestão do conhecimento. Atualmente, cinco redes de pesquisa já aderiram à proposta e os pesquisadores envolvidos começam a ser capacitados na instalação, configuração e uso da plataforma.

Outro tipo de rede social de nicho que está ganhando adeptos entre os pesquisadores brasileiros são as redes temáticas que agregam colaboração, conhecimento e negócios, com foco em inovação e fomento à competitivi-

dade. Essas redes articulam diferentes organizações e outros agentes – instituições de ensino e pesquisa, agências financiadoras, organismos de infraestrutura, governos, fornecedores de insumos e clientes – visando aperfeiçoar processos de pesquisa, de transferência de tecnologia, de produção e de comercialização de produtos, aumentar a competitividade de setores produtivos e explorar novas oportunidades de mercado.

A rede social do Café é um exemplo. Fruto do resultado de uma parceria entre a Embrapa Café (Brasília, DF) e os coordenadores da plataforma virtual Peabirus, essa rede foi criada em 2006 e é hoje um dos principais canais de informação e colaboração do setor cafeeiro na Internet. Fazem parte da rede, pesquisadores, professores, extensionistas, produtores, empresários e outros agentes ligados ao agronegócio café.

Com cerca de 4.500 membros e mais de 7 milhões de acessos, a rede social do Café é atualizada diariamente com notícias e vídeos sobre assuntos de referência ao atual cenário da cafeicultura, permitindo atualização do conhecimento e difusão de tecnologia em cafeicultura na Internet. A rede conta com apoio do Consórcio de Pesquisa do Café, programa de pesquisa coordenado pela Embrapa Café, da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig e do Polo de Excelência do Café.

Com esse mesmo perfil de rede social, a Rede de Pesquisa e Inovação em Leite (REPILEite), formada por pesquisadores, técnicos, produtores, empresários e outros agentes envolvidos na cadeia produtiva do leite, é um dos canais de interação entre pesquisa

e os diversos segmentos do setor. A rede dispõe de fóruns e blogs sobre produção animal, recursos forrageiros e meio ambiente, agronegócio do leite, saúde animal, qualidade do leite, além de abrigar vídeos, chats e transmissões ao vivo. Há dois anos no ar, a REPILEite possui hoje cerca de 2 mil membros e 23 grupos temáticos e pode ser acessada também por smartphone. •

## REDES SOCIAIS CIENTÍFICAS

**ResearchGate:** uma das redes sociais para cientistas mais populares do mundo, com quase 3 milhões de inscritos.  
[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

**Mendeley:** rede social acadêmica que permite fazer o upload de artigos.  
[www.mendeley.com](http://www.mendeley.com)

**Follow Science:** rede social brasileira de integração acadêmica.  
[www.followscience.com](http://www.followscience.com)

**CiteULike:** agregador de favoritos on-line, uma espécie de del.icio.us científico.  
[www.citeulike.org](http://www.citeulike.org)

**Methodspace:** rede social criada pela SAGE para discussão sobre métodos de pesquisa.  
[www.methodspace.com](http://www.methodspace.com)



◀ **navegue** ▶

- » [bit.ly/agropedia](http://bit.ly/agropedia)
- » [bit.ly/repileite](http://bit.ly/repileite)
- » [bit.ly/geofagos](http://bit.ly/geofagos)
- » [bit.ly/biofort](http://bit.ly/biofort)
- » [bit.ly/geneticabovina](http://bit.ly/geneticabovina)
- » [bit.ly/alcscens](http://bit.ly/alcscens)
- » [bit.ly/fertbrasil](http://bit.ly/fertbrasil)
- » [bit.ly/embrapailpf](http://bit.ly/embrapailpf)
- » [bit.ly/agroenergia](http://bit.ly/agroenergia)
- » [bit.ly/rsdocafe](http://bit.ly/rsdocafe)

# TESOURO BRASILEIRO

Os biomas brasileiros abrigam cerca de 20% das espécies vegetais, animais e de microrganismos do mundo. É um tesouro que guarda princípios ativos ainda desconhecidos, que podem ser úteis para o desenvolvimento de produtos como fármacos, fragrâncias, aromas, cosméticos, biopesticidas e pigmentos naturais.

Por Verônica Freire

A Embrapa vem atuando em diferentes frentes para viabilizar novas tecnologias a partir de compostos bioativos encontrados na natureza. “O objetivo é contribuir para que o Brasil se torne protagonista de uma nova economia, baseada no uso sustentável da biodiversidade, agregando valor aos diferentes setores produtivos”, explica o chefe-geral da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE), Lucas Leite.

O caminho para extrair da natureza um novo fármaco, um corante natural, um perfume, um cosmético ou um biopesticida é guiado pela Química de Produtos Naturais, área em que a Embrapa tem investido fortemente, com novas instalações e formação de pessoal. A Química de Produtos Naturais foca no estudo de caracterização química dos chamados metabólitos secundários, compostos de reconhecido potencial biológico, produzidos em pequenas quantidades pelos seres vivos, relacionados à adaptação da espécie produtora ao meio ambiente. Essas substâncias apresentam funções, como defesa contra ataque de patógenos (agentes causadores de doenças), competição pela sobrevivência, proteção contra as mudanças climáticas, atração de organismos benéficos, como polinizadores, entre outras.

A lógica é simples: se uma planta, um animal ou microrganismo produz um metabólito secundário com atividade biológica, supostamente essa substância pode ter efeito sobre outros organismos. Cabe às instituições de pesquisa desvendar o poder desses compostos bioativos.

Para se chegar a novos produtos, é necessário caracterizar as espécies

disponíveis quanto ao seu real potencial para obtenção de compostos bioativos e descobrir se esses compostos podem ser aplicados na elaboração de novos produtos.

Na Embrapa existem importantes iniciativas de pesquisa e desenvolvimento com substâncias bioativas e de catalogação de plantas e microrganismos de interesse. O Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais, inaugurado em setembro de 2012 na Embrapa Agroindústria Tropical, é referência para a realização de análises nessa área. Um diferencial do Laboratório é o formato de gestão nos moldes do atendimento multiusuário, que permite a democratização de recursos com parceiros de todas as regiões do País. O Laboratório pode, então, dar suporte às Unidades da Empresa e também a outras instituições de pesquisa.

## OPÇÃO PELOS NATURAIS

A tendência de utilização de produtos naturais em detrimento dos sintéticos pode ser observada em diferentes mercados. “Observa-se uma crescente demanda por produtos naturais, para suplantarem aqueles derivados de petróleo, bem como os associados a efeitos danosos à saúde e ao ambiente”, pondera Lucas Leite.

Muitas empresas procuram se adequar a esse novo paradigma, produzindo alimentos, medicamentos, corantes e outros produtos a partir da natureza, de uma forma ecologicamente correta. Na perfumaria, várias marcas apostam nesse apelo. Um dos exemplos mais recentes partiu de uma grife francesa com duas mil lojas espalhadas pelo mundo e cuja marca é associada à região da Provença, interior da França. A empresa lançou, em 2013, a filial brasileira, que tem como um dos »

## MOLÉCULAS E PRINCÍPIOS ATIVOS

Para intensificar as pesquisas em busca de um melhor aproveitamento dos recursos naturais brasileiros, a Embrapa investiu na criação de um laboratório capaz de elucidar novas moléculas e de identificar e caracterizar princípios ativos. O Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais (LMQPN) conta com uma infraestrutura de 850m<sup>2</sup> destinada à extração, fracionamento, isolamento, quantificação e identificação de compostos químicos naturais e sintéticos.

O Laboratório, dotado de equipamentos de alta performance, possui

uma planta de extração de óleo essencial em escala industrial. O foco aqui é o desenvolvimento de sistemas de produção de óleos essenciais de interesse. Assim, a Embrapa pode, contando com equipe multidisciplinar, desenvolver desde o sistema de produção da cultivar no campo, até a extração do princípio ativo em escala industrial. O laboratório avalia ainda a qualidade da matéria-prima e do óleo produzido. A estrutura conta também com uma planta-piloto de extração e purificação de compostos voláteis.

destaques uma linha de cosméticos obtida do mandacaru. O apelo, nesse caso, são as propriedades hidratantes da cactácea, muito usada na alimentação animal no semiárido nordestino nos períodos de seca.

Em diversos países, alguns corantes sintéticos, como a tartrazina, são abolidos da indústria alimentícia, abrindo mercado para corantes naturais. No Brasil, os fitoterápicos consagraram-se como uma opção viável para a saúde pública, fazendo parte da lista de medicamentos aprovada pelo Sistema Único de Saúde.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 80% da população mundial utiliza plantas medicinais como medicação básica e a taxa de crescimento é de 7% ao ano. De acordo com o pesquisador Flávio Pimentel, da Embrapa Agroindústria Tropical, “estima-se que só o setor de fitoterápicos movimenta por ano US\$ 36,8 bilhões. Em 2050, esse mercado poderá atingir 5 trilhões de dólares”.

Na agricultura, a busca por alimentos livres de agrotóxicos tem impulsionado o uso de biopesticidas em detrimento do uso de pesticidas sintéticos. “Os governos dos países desenvolvidos estão apoiando a redução do nível de produtos químicos utilizados na agricultura, com regulamentação para limitar os níveis máximos de resíduos”, diz Pimentel.

Segundo o pesquisador, o mercado de biopesticidas vem crescendo desde 2005. “O faturamento pela venda de biopesticidas nos mercados da América do Norte e Europa Ocidental alcançou US\$ 594,2 milhões em 2008 e a demanda deve duplicar até 2015, com previsão de faturamento da ordem de US\$ 1,02 bilhão”.

O mercado de óleos essenciais (matéria-prima para aromas e fragrâncias) movimenta bilhões de dólares por ano. Só os Estados Unidos,

maior consumidor mundial dessa matéria-prima, importaram entre os anos de 2004 e 2007 US\$ 9,4 bilhões, de acordo com os dados da *Foreign Agricultural Service*, órgão do *United States Department of Agriculture* (USDA, equivalente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil). O Brasil ocupou a quarta posição entre os maiores exportadores de óleos essenciais para os EUA, contribuindo principalmente com óleos essenciais cítricos, com destaque para o óleo de laranja.

---

**Óleos essenciais movimentam milhões de dólares e abrem oportunidades para o Brasil, que se destaca na exportação dos extraídos de cítricos, como o da laranja.**

---





## O CASO DA PIMENTA-LONGA

Pesquisadores da Embrapa Acre (Rio Branco, AC) descobriram que a pimenta-longa, considerada praga pela população da região, poderia substituir com sucesso a canela-de-sassafrás na produção de óleo essencial rico em safrol – substância importante para algumas indústrias químicas.

O Brasil já foi o principal produtor de óleo de canela-de-sassafrás, mas na década de 1990 o Ibama proibiu a extração, porque a árvore estava sendo dizimada no País. Desde então, o Brasil passou a importar o safrol da China e do Vietnã, que permitem a extração do óleo da canela-de-sassafrás.

Conforme o pesquisador Jacson Rondinelli, a canela-de-sassafrás leva em torno de 20 anos para atingir o ponto de corte e não rebrota. Ele diz que com a alternativa da pimenta-longa, o Brasil tem potencial para voltar a ser um grande produtor mundial de óleo rico em safrol. A pimenta-longa é lucrativa para produtores com áreas de no mínimo 40 a 50 hectares, pois, como o óleo é retirado das folhas e ramos finos, é necessário um grande volume de biomassa para produzi-lo.



Bruno Imbroisi / Embrapa

### QUÍMICA VERDE

“A Química de Produtos Naturais deve seguir os preceitos da Química Verde, que busca conduzir ações científicas e processos industriais ecologicamente corretos”, alerta o pesquisador Flávio Pimentel. A Química Verde pode ser definida como a utilização de técnicas químicas e metodologias que reduzem ou eliminam o uso de solventes e reagentes ou a geração de produtos e subprodutos tóxicos, que são nocivos à saúde humana ou ao ambiente. O movimento relacionado com o desenvolvimento da Química Verde começou no início dos anos 1990, principalmente nos Estados Unidos, Inglaterra e Itália.

Os produtos ou processos da Química Verde podem ser divididos em três grandes categorias: o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; o aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma

ou maior quantidade de produto; e os processos para evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

No Brasil, os preceitos da Química Verde ganham uma dimensão ampliada, por conta das características físicas do País e da economia nacional. Além da fabulosa biodiversidade, o País apresenta posição geográfica privilegiada, recursos hídricos abundantes, um grande número de horas anuais de sol e condições climáticas favoráveis.

“Por conta da pressão pela produção limpa, até mesmo empresas que pautaram suas atividades na exploração predatória de recursos naturais estão buscando se adequar aos preceitos da Química Verde”, afirma Pimentel. Segundo o pesquisador, para produzir de forma sustentável, contudo, é necessário investir em pesquisa. “É preciso descobrir alternativas ecologicamente corretas, como a domes-

tação de espécies que produzam o óleo essencial com a substância de interesse e que possam ser cultivadas”, explica. Pimentel lembra que o papel da Embrapa, além de obter tecnologias que promovam o desenvolvimento sustentável, é investir em estudos para a preservação dos recursos.

### FUNGICIDAS DA CAATINGA

Sessenta e dois metabólitos extraídos de fungos encontrados na Caatinga do Ceará serão identificados nos próximos meses no Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais. O trabalho faz parte de projeto coordenado pelo pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical Francisco das Chagas Freire. Ao todo foram coletadas 18 mil colônias de fungos. Destas, 735 foram selecionadas por apresentarem potencial atividade fungicida contra fungos fitopatogênicos em ensaio biológico in vitro. »

Em seguida, o material seguiu para o laboratório de Química de Produtos Naturais, para a identificação e caracterização das moléculas existentes na substância.

Até agora, dos metabólitos selecionados, três vêm se mostrando excelentes fungicidas para duas pragas que acometem importantes culturas do Nordeste: o fungo *Lasiodiplodia theobromae* do cajueiro e o *Fusarium pallidoroseum* do meloeiro. A *Lasiodiplodia* é o agente causal da resinose e da podridão-preta da haste – principal patógeno do cajueiro no semiárido nordestino. Já o *Fusarium* ataca o fruto do meloeiro, ainda no campo, causando elevadas perdas na pós-colheita. Todos os metabólitos serão também testados contra as moscas-brancas do cajueiro e do meloeiro.

Para identificar e caracterizar as moléculas com atividade biológica são necessários equipamentos sofisticados. Um dos mais modernos é o de Ressonância Magnética Nuclear, que utiliza técnicas de ressonância unidimensionais e bidimensionais, para se chegar à determinação estrutural da molécula. Mas os equipamentos não dispensam o trabalho intelectual do pesquisador, o espectroscopista, que analisa diversos gráficos (espectros) “para conectar os pedaços da molécula”, diz o pesquisador Kirley Canuto. É necessário ainda que a amostra esteja pura para facilitar as análises. “Existem substâncias complexas e desafiadoras”.

Francisco Freire salienta que o projeto tem potencial de gerar patentes e ter repercussões na disponibilização de novos fármacos. O trabalho conta com a parceria da Universidade Estadual do Ceará e com recursos do Banco do Nordeste do Brasil.



Cláudio Norões/Embrapa

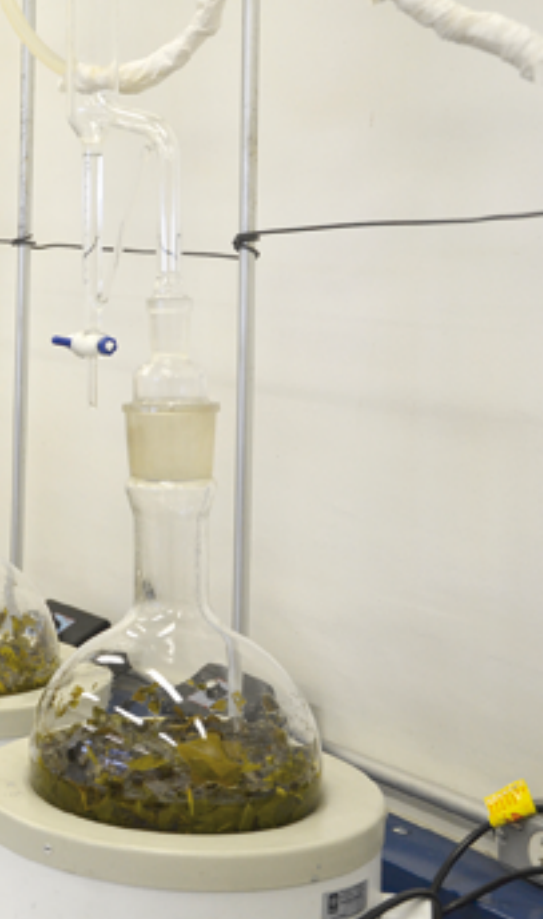
#### PESTICIDAS NATURAIS

Na Embrapa Meio Ambiente (Jaguarina, SP), uma das linhas de interesse é a bioprospecção de recursos microbianos e vegetais, com foco em novos pesticidas naturais. Plantas e microrganismos produzem substâncias que apresentam atividades biológicas contra insetos e pragas, doenças de plantas, com efeitos herbicidas, entre outros. Essas plantas e microrganismos são, portanto, fontes de moléculas bioativas com potencial uso como pesticidas. Além disso, são particularmente importantes para combater a evolução da resistência de pragas e doenças aos pesticidas existentes no mercado, devido a mecanismos de ação diferentes, muitas vezes ainda desconhecidos.

Conforme a pesquisadora Sonia Queiroz, o objetivo é buscar novas moléculas para uso na agricultura que sejam eficientes, menos persistentes no ambiente e menos tóxicas que os produtos comerciais. Atualmente a

Embrapa Meio Ambiente tem implantado vários bioensaios para a determinação de atividades de extratos e substâncias isoladas, tais como fungicidas, inseticidas, algicidas, herbicidas e antibacterianos, enzimas com propriedades anticancerígenas, dentre outros. Há ainda estudos para determinação de substâncias antioxidantes para fins alimentícios. Projetos relacionados à bioprospecção de novos pesticidas naturais estão sendo executados pelos pesquisadores Itamar Soares de Melo, Antônio Luiz Cerdeira e Sonia Queiroz. Entre os principais parceiros das propostas estão a Universidade do Mississippi e o *United States Department of Agriculture (USDA)*.

Outra ação recentemente implantada na Embrapa Meio Ambiente foi a coleção de microrganismos de importância agrícola e ambiental. Dentre eles há microrganismos endofíticos (que vivem no interior das plantas); microrganismos de vários biomas e também do continente Antártico. O curador da



coleção, o pesquisador Itamar Soares de Melo, ressalta que o Brasil pode se aproveitar do imenso patrimônio genético ainda inexplorado, gerando novas receitas por meio da descoberta de espécies produtoras de princípios bioativos. É possível, pois, proceder a bioprospecção de drogas a partir de microrganismos depositados na coleção.

#### **AROMAS E FRAGRÂNCIAS**

Pesquisadores de três unidades da Embrapa se embrenharam, durante três anos, na Caatinga do Ceará, Piauí, Pernambuco e Rio Grande do Norte em busca de plantas nativas que oferecessem novos aromas para utilização em perfumes, cosméticos, produtos de limpeza, alimentos e outros produtos. Mais de 120 espécies de plantas já foram selecionadas e coletadas. Essa pesquisa está sendo conduzida em parceria com duas gigantes do ramo, a americana *International Flavors and Fragrances* (IFF), maior empresa do mundo em aromas, e a francesa

Mane, que está presente em 30 países e produz sabores, fragrâncias, moléculas sintéticas e ingredientes naturais.

A ação, liderada pela Embrapa Agroindústria Tropical, envolve a Embrapa Meio-Norte (Teresina, PI), a Embrapa Semiárido (Petrolina, PE), a Associação Caatinga e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn). O objetivo é oferecer alternativas à indústria para reduzir a importação de óleos essenciais, preservando, assim, as espécies nativas do semiárido nordestino e gerando renda. Conforme o pesquisador Flávio Pimentel, líder do projeto, 90% dos ingredientes de fragrâncias da indústria nacional são importados. “Isso acontece porque não se conhece o potencial da biodiversidade brasileira”, diz.

Para chegar a novos óleos essenciais, os pesquisadores buscam nas matas e florestas plantas nativas com propriedades aromáticas. Delas são extraídos os óleos essenciais. Em seguida, após as análises, são mapeadas as plantas com potencial para a indústria de fragrâncias para a fabricação de perfumes, detergentes, alimentos e outros produtos. Uma parte das análises é feita no Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais, outra nas empresas, que avaliam o potencial olfativo e toxicológico.

Por meio do projeto, está em fase de implantação uma coleção de plantas aromáticas credenciada pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético do Ministério do Meio Ambiente. O projeto prevê, ainda, a multiplicação e propagação das espécies selecionadas com o plantio em maior escala nas áreas de origem, dando prioridade ao envolvimento das comunidades locais.

Para o pesquisador Flávio Pimentel,

a realização de pesquisas em conjunto com as indústrias consumidoras de substâncias bioativas traz inúmeros benefícios, como a avaliação das matérias-primas e dos produtos com potencial de mercado. Com base nas informações geradas, são desenvolvidas novas formas de obtenção de metabólitos secundários de interesse, que serão repassadas ao setor produtivo. “Essa interação promove a valorização da biodiversidade. A conservação de espécies em fase de extinção é fomentada pelo desenvolvimento de novos sistemas de produção”. Na opinião do pesquisador, só o conhecimento da biodiversidade pode garantir a preservação das espécies de interesse, bem como a utilização sustentável dos recursos.

#### **FITOTERÁPICOS MAIS SEGUROS**

A adoção de fitoterápicos reduz os custos do tratamento médico, diminui a dependência tecnológica externa e valoriza a rica biodiversidade nacional. Contudo, o uso de plantas medicinais e de seus derivados esbarra em gargalos tecnológicos que resultam na escassez e na baixa qualidade da matéria-prima. Isso ocorre porque ainda não há um sistema de produção que garanta a uniformidade da presença de princípios ativos, bem como da ausência de componentes potencialmente nocivos, nas matérias-primas.

Como explica o pesquisador Kirley Canuto, vários fatores afetam a composição química da matéria-prima vegetal utilizada na produção de fitoterápicos: as condições de solo, clima e chuvas, os métodos de extração e beneficiamento.

O resultado é que o setor produtivo não consegue atender à demanda »

## CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS

A Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) vem conduzindo testes sobre os efeitos de óleos essenciais e extratos vegetais principalmente no manejo de pragas, conta o pesquisador César Bauer. Em 2009, foi feito o registro de patente de um produto à base de óleos essenciais de plantas medicinais e água de xisto para o controle de doenças foliares da batata. O trabalho foi financiado pela Empresa com a parceria da Petrobras.

Testes preliminares e promissores com extrato de algumas plantas nativas e exóticas com esses produtos também evidenciaram um bom efeito no controle de nematoides e patógenos fúngicos em hortaliças e fruteiras de clima temperado. Atualmente, vêm sendo experimentados também em campo óleos e extratos de diferentes partes de plantas nativas e exóticas, cujos resultados iniciais têm

demonstrado grande potencial de seu uso como defensivo agrícola natural em diferentes sistemas de produção de base ecológica ou convencional.

A produção leiteira vem recebendo contribuições. O pesquisador Gilberto Beviláqua tem realizado uma bateria de testes com extratos de plantas, especialmente a erva-de-bugre (*Casearia sylvestris*) como ação antibiótica para controle de bactérias.

O pesquisador Roberto Pedroso, da mesma Unidade, conduz pesquisas para identificar o teor de óleo das diferentes cultivares orgânicas de citros utilizadas na indústria e também a composição desses óleos. E a caracterização dos materiais genéticos encontrados nos Bancos Ativos de Germoplasmas (BAGs) instiga os pesquisadores, a exemplo de trabalhos voltados para frutas de caroço

(pêssego e ameixa), pequenas frutas (mirtilo, amora-preta, morango e framboesa), e algumas hortaliças ou legumes (cenoura, abóboras, pimentas e outras).

A caracterização de frutas favorece a avaliação da concentração de compostos bioativos e do potencial antioxidante e antiproliferativo, como no caso dos estudos avançados relacionados ao aproveitamento da pitanga. E a utilização do extrato de maçã em formulações cosméticas tem mobilizado a pesquisadora Márcia Vizzotto. Segundo ela, os resultados de estudos demonstram que o extrato da maçã tem um grande potencial como protetor de DNA. "Há possibilidades de seu uso em formulações dermocosméticas, abrindo novas frentes de usos para esta espécie", diz.

*Colaboração: Cristiane Betemps*

e acaba perdendo credibilidade. "Em ambos os casos, o desafio da pesquisa é também de tecnificar o processo de produção dessas plantas de forma a viabilizar a obtenção do princípio ativo e a preservação da espécie", explica o pesquisador Kirley Canuto.

Começam a surgir, na Embrapa, iniciativas para melhorar o sistema de produção das matérias-primas utilizadas nos fitoterápicos. Uma dessas iniciativas é o projeto liderado pelo pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília, DF) Roberto Fontes Vieira, cujo foco é a avaliação da identidade botânica

e dos parâmetros químicos e agrônômicos de quatro plantas medicinais: o picão (*Bidens pilosa*), o quebra-pedra (*Phyllanthus amarus*, *P. niruri*, *P. tenellus* e *P. urinaria*), o guaco (*Mikania glomerata* e *M. laevigata*) e o alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*). As espécies alvo do estudo possuem marcadores químicos definidos e ação terapêutica eficaz, além de apresentarem grande uso e aceitação por programas de fitoterapia.

O objetivo é obter material genético padronizado para a produção de matéria-prima de qualidade, demandada pelo Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. O

projeto deve atuar em um dos maiores gargalos mencionados por todos os setores da cadeia produtiva de plantas medicinais e fitoterápicos: a falta de mudas e sementes de qualidade para plantio e obtenção de matéria-prima em quantidade suficiente para atender à demanda. Outra atividade prevista é a obtenção de informações sobre o sistema de cultivo e as boas práticas agrícolas.

Os pesquisadores querem, com o projeto, obter materiais genéticos de qualidade, padronizados, validados em diferentes regiões para atender às demandas da pesquisa e da cadeia produtiva de plantas medicinais.

## ALÉM DA NUTRIÇÃO

Os alimentos funcionais oferecem benefícios para o corpo que ultrapassam a nutrição, contribuindo para processos importantes, como a prevenção de doenças. Para se produzir um alimento com essas características é necessário desvendar sua composição química e descobrir como manter a função desejada. “É preciso saber, por exemplo, que tipo de reações químicas ocorrem quando uma fruta amadurece ou quando um alimento é processado na indústria”, explica o pesquisador Edy Sousa de Brito.

Na Embrapa, o Laboratório de Química de Produtos Naturais vem contribuindo com algumas pesquisas que buscam identificar compostos bioativos em alimentos. Uma delas, conduzida pela pesquisadora Priscila Bassinello, estuda que tipo de compostos estão presentes no feijão e que impactos o armazenamento pode provocar na qualidade do produto.

“O Laboratório de Química de Produtos Naturais monitora as substâncias de interesse, mostrando, por exemplo, que processos estabilizam um determinado composto”, diz Edy. Com os equipamentos disponíveis é possível detalhar muito as informações. “É como se antes fizéssemos um censo e descobríssemos apenas que o Brasil tem 200 milhões de habitantes. Agora é possível saber o sexo, a faixa etária, a escolaridade, a renda, a expectativa de vida e por aí vai”, conclui Edy. •



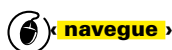
Cláudio Norões/Embrapa

## “Qual o impacto disso?”

A pergunta acima era feita com frequência pelo pesquisador Flávio Pimentel, quando conversava com os colegas de trabalho sobre os projetos e rumos da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE). Exigente, perfeccionista, determinado e dedicado à Empresa, o pesquisador — que faleceu aos 54 anos, no último dia 2 de junho, vítima de um câncer de pulmão — deixou como legado para os colegas o exemplo de dedicação ao trabalho.

O pesquisador coordenava o Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais (LMQPN), inaugurado em 2012, citado nessa reportagem “Tesouro Brasileiro”. Todo o projeto — dos equipamentos à concepção do modelo de gestão — foi particularmente influenciado por ele. O atual chefe da Secretaria de Negócios (SNE) da Empresa, Vitor Hugo de Oliveira, que ocupava o cargo de chefe-geral da Unidade quando da construção do laboratório, acredita que talvez o LMQPN tenha sido o maior “projeto-sonho” do pesquisador.

Flávio Pimentel era agrônomo, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG) e doutor em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Nos últimos anos, esteve envolvido com projetos para o desenvolvimento de biopesticidas, fitoterápicos, aromas, fragrâncias e outros produtos com princípios ativos naturais. Essas frentes de trabalho têm como elemento comum a articulação com parceiros estratégicos, a exemplo de instituições como a Fiocruz, Universidade Federal do Ceará e Universidade do Mississippi (EUA), e empresas do porte da americana *International Flavors and Fragrances (IFF)*, maior empresa do mundo em aromas, e da francesa Mane, presente em 30 países. (VF)



» [bit.ly/quimicaverde](https://bit.ly/quimicaverde)



# EM BUSCA DA PECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Estimar a contribuição da pecuária nacional para a dinâmica dos gases de efeito estufa. Um desafio tão grande pedia uma ampla rede de pesquisa, envolvendo pesquisadores em todos os cantos do País, da Embrapa e de parceiros nacionais e internacionais, em diversas áreas do conhecimento. Assim nasceu a rede Pecus, projeto iniciado em 2011, reunindo iniciativas sobre o tema.

**Por Larissa Morais**

Num mundo cada vez mais ligado à sustentabilidade, ainda faltam informações científicas a respeito das emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEEs) pela pecuária no Brasil. Alguns resultados já foram reconhecidos pela comunidade científica internacional, mas havia demanda por estudos mais abrangentes e de longa duração.

“O aquecimento global e as mudanças climáticas, como consequência, não possuem fronteiras. Ações que intensificam esses fenômenos podem repercutir em outros locais, causando mais fome, desastres ambientais e secas. Se cada setor, cada país, contribuir com a sua parte, podemos

amenizar e até evitar muitas dessas consequências indesejáveis”, afirma a líder da rede Pecus, a pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste Patrícia Perondi Anchão Oliveira.

Com caráter interinstitucional, formada por equipes multidisciplinares, a Pecus investiga os principais biomas brasileiros - Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. “Buscamos contribuir para uma pecuária nacional competitiva e sustentável, atenta aos aspectos ambiental, social e econômico”, resume Patrícia.

Os experimentos são realizados com base em protocolos de pesquisa padronizados, considerando a diversi-

dade da paisagem brasileira, dos sistemas de produção, e a complexidade dos aspectos a serem avaliados. As espécies de animais contempladas na pesquisa são aves, bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos e suínos.

Nos mais diversos sistemas de produção, especialistas em áreas como agronomia, veterinária, zootecnia e biologia avaliam os componentes solo, animal, planta e atmosfera. As coletas dos gases de efeito estufa são repetidas quatro vezes no ano, nos meses centrais das estações, por no mínimo dois anos. »

A emissão de gases por esses sistemas é medida, assim como a capacidade de remoção de gás carbônico da atmosfera. Essas duas informações permitem calcular o balanço das emissões e remoções e avaliar se o sistema é mitigador, ou seja, se consegue reduzir as emissões de GEEs. A comparação é feita com dois sistemas opostos: um de pastagem degradada (referência negativa), o outro de vegetação nativa (referência positiva).

#### **POLÍTICAS PÚBLICAS**

Numa segunda etapa da pesquisa, especialistas nas áreas de geotecnologias, socioeconomia, tecnologia da informação, estatística e modelagem fazem a integração dos dados obtidos no campo. “Essa fase é fundamental para entender os resultados e traçar cenários futuros, identificar os impactos de estratégias de mitigação e avaliar a viabilidade econômica”, explica Patrícia Anção, ressaltando o fato de que os resultados obtidos pela Rede serão úteis para abastecer os inventários nacionais de GEEs com dados imparciais.

Para o professor Paulo Cesar de Faccio Carvalho, um dos parceiros

no projeto, o desafio científico a ser respondido é obter um mapa do Brasil com o diagnóstico de emissões e o potencial de mitigação dos sistemas, para orientar a formulação de políticas públicas. “Esse trabalho é fundamental para o futuro da nossa pecuária. Além de gerar conhecimento científico, também deixará um legado institucional. Grandes questões necessitam ser respondidas por amplos arranjos, e assim é a Pecuária”, afirma o professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). No caso das políticas públicas, Patrícia Anção lembra que as informações da Embrapa e de outras entidades ajudaram a desenvolver o plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC), criado em 2011, com linhas de crédito para iniciativas sustentáveis no campo.

A rede Pecuária permitirá a identificação de sistemas de produção mitigadores e viáveis econômica e socialmente. A partir dessas informações, os governantes terão elementos para incentivar a adoção desses sistemas por parte dos pecuaristas. Caso haja balanço positivo, os créditos de carbono decorrentes da recuperação e intensificação de pastagens, da adoção

de sistemas integrados e sustentáveis e de sistemas alternativos de tratamento de dejetos animais poderão, inclusive, gerar renda ao produtor rural e ajudar na preservação das vegetações naturais e dos biomas.

Outra preocupação é contribuir para responder aos questionamentos sobre a pecuária brasileira em nível internacional. Com dados abrangentes e obtidos a partir dos mesmos protocolos, será possível se contrapor à visão de que a pecuária no Brasil é poluidora e ineficiente. “Estamos montando uma base científica para evitar barreiras comerciais não tarifárias à exportação da nossa carne”, afirma a pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA) Lucieta Guerreiro Martorano.

Para a pesquisadora Patrícia Anção, o respaldo científico para realizar um inventário nacional mais adequado à realidade brasileira é essencial. “Queremos contribuir para que o Brasil deixe de ser indiretamente penalizado pelos cálculos de emissões de acordo com os padrões internacionais do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) e ganhe maior poder de negociação na agenda agrícola e ambiental”.





## O DESAFIO DE ADMINISTRAR A REDE

Os trabalhos da Pecuária foram segmentados em vários níveis para facilitar a comunicação entre os mais de 350 cientistas. Para coordenar as ações, Patrícia conta com a ajuda de um comitê gestor composto pelos 12 líderes dos projetos componentes. “Essa estrutura garante o fluxo de informações entre os projetos”, afirma. O grupo conciso se reúne com frequência e repassa orientações para os demais membros.

De acordo com o professor Paulo Cesar Carvalho, a rede funciona porque as relações entre as pessoas são dinâmicas. “As instituições e seus processos próprios vêm depois. O ritmo dos experimentos de campo é diferente e vem em primeiro lugar”, diz. Os protocolos de pesquisa padronizados para todas as regiões do País também facilitam a gestão.

Para a líder do projeto, a Pecuária só foi possível porque já havia outras redes trabalhando nesses temas, mas sob outros aspectos. Por exemplo, pesquisas para desenvolvimento de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), sistemas intensivos, confinamentos, tratamentos alternativos de dejetos animais, entre outros. “Partimos de um conhecimento estabelecido para aplicá-lo sob o enfoque das mudanças climáticas, este é o nosso diferencial”, afirma Patrícia.

Com duração de quatro anos, já se sabe que a Pecuária não esgotará o amplo universo dos gases de efeito estufa na pecuária. Será necessário continuar com mais estudos, investigando sistemas de produção e arranjos produtivos não contemplados na primeira fase, trabalhando os dados sob outros pontos de vista. “Nossa grande contribuição será ter consolidado esta linha de pesquisa, de forma integrada e multidisciplinar”, opina Patrícia.

O caminho para a pecuária sustentável já foi iniciado. Com políticas públicas que incentivem a produção não poluidora e mais eficiente, o avanço sobre a vegetação nativa poderá ser detido. “Ninguém acreditava que o Brasil pudesse reduzir o desmatamento, mas nós conseguimos. Com o apoio da Embrapa e do Governo, vejo no horizonte uma nova geração de pecuaristas, preocupados não apenas com o lucro, mas também com a sustentabilidade”, afirma o secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Carlos Nobre. »



Ilustração: Eides de Paula Oliveira

## O QUE É A REDE

Um dos maiores projetos em curso na Embrapa, a Pecuária reúne mais de 350 cientistas, 27 Unidades da Embrapa, 49 parceiros nacionais (entre universidades, institutos de pesquisa e empresas) e oito internacionais, entre eles o Instituto Nacional de Pesquisa Agrônômica da França (Inra) e a Universidade de Sydney, na Austrália.

As parcerias nacionais aumentam o alcance dos experimentos e oferecem recursos humanos para avaliar os resultados. Por exemplo, a UFRGS possui tradição nessa área e conhecimentos sobre sistemas típicos do Sul. “A ciência é feita de interação, por isso são tão importantes as contribuições dos mais diversos grupos”, diz o professor Paulo Cesar Carvalho.

A diversidade de colaborações inclui parcerias com empresas da iniciativa privada, produtores e associações, que fornecem desde animais para os experimentos, até informações sobre o que tem sido adotado nas propriedades. Já as parcerias internacionais são importantes para estimular o intercâmbio de experiências técnico-científicas, havendo interface com outras redes, como o projeto *Animal Change*, que agrega diversos países da Europa em torno do tema pecuária e efeito estufa.

A rede integra o portfólio de mudanças climáticas da Embrapa, que inclui outros dois grandes projetos: o Fluxus, sobre a contribuição das lavouras de grãos para o efeito estufa, e o Saltus, a respeito das florestas. A estruturação da Pecuária foi pensada de forma a permitir que seus resultados sejam integráveis em análises e simulações mais abrangentes, considerando os outros sistemas de produção agropecuária dentro de um mesmo bioma.

A Embrapa e outras instituições parceiras têm um dos maiores portfólios de pesquisa no mundo para redução dos impactos das mudanças climáticas na agricultura.

**PRECURSORES**

Alguns integrantes do grupo reunido hoje na Pecu fizeram parte de uma iniciativa então inédita, a rede Agrogases, primeiro projeto de pesquisa sobre o tema, liderado pela Embrapa e diversos parceiros, de 2003 a 2006. Segundo o secretário Carlos Nobre, um dos maiores especialistas em mudanças climáticas no País, a equipe foi visionária porque percebeu cedo a importância de se avaliar as emissões. “Naquele momento nem se sonhava que o País teria uma política de vanguarda para as mudanças climáticas, com apoio e financiamento, como ocorre atualmente”, lembra o pesquisador.

De acordo com Nobre, a Embrapa foi além das preocupações em levantar dados para os inventários. O desenvolvimento de metodologias avançadas e de pesquisas básicas estimulou a ciência no Brasil, e fez com que o tema mudanças climáticas extrapolasse os limites da Empresa. “A atualização do inventário nacional indica uma redução modesta nas emissões da agropecuária de 2005 a 2010. Isso sinaliza que o trabalho da Embrapa já começou a conscientizar o setor”.

Outros parceiros da Pecu também foram pioneiros, e hoje contribuem bastante para os trabalhos da rede. É o caso do grupo de professores da UFRGS, que estuda a relação entre os gases de efeito estufa e o solo há mais de dez anos. Com os animais, a pesquisa existe há cinco anos. A equipe utiliza a experiência para a centralização das análises da rede Pecu na região Sul. “Tínhamos bastante conhecimento acumulado, mas precisávamos juntar forças com uma instituição com tamanho suficiente para liderar esse desafio, a Embrapa”, afirma o professor Paulo Cesar Carvalho. ●



Ilustração: Eldes de Paula Oliveira

**BIOMAS INVESTIGADOS**

A rede está dividida nos seis principais biomas brasileiros – Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa –, investigados a fundo pelas equipes regionais.

O problema do desmatamento direciona os olhos do mundo para a Amazônia. Por isso, um dos objetivos da rede Pecu nesse bioma é apontar indicadores de sustentabilidade. “Precisamos mostrar que podemos desenvolver uma pecuária eficiente e sustentável na região, sem necessidade de avançar sobre a floresta”, afirma a pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA) Lucieta Guerreiro Martorano.

O trabalho da equipe de mais de 50 pessoas não é simples, devido à complexidade de sistemas na Amazônia, ainda que predominem os sistemas extensivos com pastagens degradadas. A pecuária está concentrada no sul do Pará, região onde mais se desenvolvem os sistemas de iLPF. Também no Pará está a maioria do rebanho de búfalos. Mas existe pecuária também na região de Cocais, no Maranhão, combinada com o cultivo de babaçu, e no Acre, com sistemas consorciados com leguminosas e silvipastoris.

Segundo maior bioma em extensão, com o maior rebanho bovino do País, o Cerrado também vem ganhando destaque pelo desmatamento. Porém, tem chamado a atenção por um aspecto positivo: é o bioma onde mais se usam os sistemas integrados (silvipastoril, integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta), comprovadamente mais benéficos ao meio ambiente. “Testamos tecnologias já estabelecidas, para encontrar as que reduzem os GEEs na atmosfera. O que nos anima é saber que os sistemas mitigadores geralmente são os mais eficientes do ponto de vista social e econômico”, explica o líder da Pecu no bioma, o pesquisador da Embrapa Gado de Corte Roberto Giolo de Almeida.

## COMO OS GASES SÃO EMITIDOS...

O principal gás de efeito estufa emitido pelos animais ruminantes (bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos) é o metano, produzido naturalmente. Durante a evolução desses animais, o rúmen (um dos quatro estômagos dos ruminantes) foi útil para que eles pudessem comer muito alimento de uma vez e retirar-se para um local seguro de predadores, realizando lá a ruminação e a fermentação com a ajuda de microrganismos. A maior parte do metano produzido pelos animais é, portanto, liberada pela boca e narinas.

Para medir a emissão de metano pelo gado, os pesquisadores da rede Pecus utilizam uma canga, acoplada a um cabresto na cabeça do animal por um período de 24 horas, repetindo por 5 dias. Parte do gás emitido pela boca e narinas fica retida numa espécie de tubo que, vedado, é levado para análise em um aparelho chamado cromatógrafo.

As pastagens também emitem gases de efeito estufa. Por isso, na Pecus estão sendo avaliadas as dinâmicas de gás carbô-

nico, óxido nitroso e metano. Esses gases são medidos por meio de uma câmara estática colocada nas áreas de pastagens e de mata durante uma hora. A análise do sistema solo-planta também é feita no cromatógrafo.

## ...E REMOVIDOS


No entanto, não basta calcular a emissão de GEEs. É preciso também medir a remoção de gases por meio do sequestro e acúmulo de carbono nos sistemas de produção. Isso ocorre principalmente como consequência da fotossíntese das plantas. Nesse processo são formados carboidratos, que contêm o elemento carbono. Este passa a fazer parte da estrutura das plantas. Quando elas morrem e se transformam em matéria orgânica, o carbono é incorporado ao solo, no processo chamado de sequestro. O carbono presente na madeira das árvores também é uma forma de sequestro. Se a madeira não for queimada e permanecer intacta em usos como mobiliário ou construção civil, ele permanece estocado.



# HELICOVERPA

## O desafio de controlar uma praga

Por Juliana Caldas



Dois bilhões de reais. Esse é o valor estimado de perdas e custos de controle no Brasil nas últimas duas safras de algodão e soja provocados por lagartas especialmente do gênero *Helicoverpa*, grupo formado por diversas espécies com alto poder destrutivo, devido a suas características biológicas. E uma dessas espécies, que está tirando o sono de muitos produtores rurais brasileiros, já tem nome e sobrenome: *Helicoverpa armigera*. Trata-se de uma praga exótica até pouco tempo sem registro de ocorrência no Brasil e regulamentada como quarentenária A1. Pragas quarentenárias A1, além de não presentes no País, são consideradas de alto risco como potenciais causadoras de importantes danos econômicos.

Na região do Cerrado, a ocorrência de lagartas do gênero *Helicoverpa* foi detectada em fevereiro de 2012 em níveis nunca antes registrados. Os danos não se limitaram a soja, algodão e milho. A praga também atingiu

plantações de feijão comum, caupi, milheto e sorgo. Há, ainda, relatos de ataques em tomate, pimentão, café e citros, dentre outras plantas. “Quando as primeiras queixas chegaram até nós, as informações eram desencontradas e as opiniões diversas. Alguns defendiam que se tratava de lagartas que haviam criado resistência ao milho transgênico (milho Bt), outros diziam que era *Helicoverpa zea* que não estava sendo controlada efetivamente por algumas toxinas, e havia aqueles que achavam estar diante de uma evolução de populações resistentes”, conta a pesquisadora da Embrapa Cerrados Silvana Paula-Moraes, especialista da área de entomologia.

Silvana afirma que a base do trabalho foi realmente compreender o que estava ocorrendo. “Entender o problema é a primeira etapa no estabelecimento do manejo de qualquer praga”, explica. A medida inicial adotada pelos pesquisadores da Embrapa foi implantar um sistema de armadilha e coleta de insetos em lavouras de soja, milho e algodão dos estados da Bahia, Paraná, Mato Grosso e Distrito Federal. Para isso, foram empregados métodos de coleta e condicionamento de insetos de forma a não só capturar adultos em armadilhas luminosas, mas também lagartas, que precisaram ser criadas em labo-



## HELICOVERPA ARMIGERA X HELICOVERPA ZEA

Apesar de serem visualmente muito parecidas e polívoras, ou seja, utilizar plantas diversas para se alimentarem, as duas espécies, *Helicoverpa zea* e *H. armigera*, se diferenciam em alguns hábitos e preferências. A *H. zea* ataca preferencialmente o milho, já a *H. armigera* prefere o algodão. No entanto, nos países em que é endêmica, essa última apresenta potencial metabólico para evolução de resistência a inseticidas, além de alta capacidade de adaptação a diferentes ambientes e sistemas de cultivo.



## OUVINDO O PRODUTOR

Uma equipe de 30 entomologistas da Embrapa reuniu-se, em abril deste ano, com representantes do setor produtivo. Quando esses representantes se foram, os pesquisadores continuaram juntos e elaboraram um documento, entregue ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em que ações emergenciais para o manejo da praga são sugeridas. Um grupo de trabalho foi criado para elaborar um programa nacional de controle de lagartas e de mosca-branca. A formação do grupo é uma das propostas apresentadas no documento.

ratório para obtenção dos adultos, o que acabou confirmando a presença da espécie “resistente” na área de cultivo.

E foi nos laboratórios que os especialistas, após análises criteriosas, chegaram à conclusão de que estavam ocorrendo pelo menos duas espécies: *Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera*. A identificação morfológica ficou a cargo do pesquisador Alexandre Specht, da Embrapa Cerrados, entomologista especialista em taxonomia. A identificação desse gênero de lagarta é complexa e requer conhecimentos específicos de suas estruturas reprodutivas. “Para realizar esse trabalho, utilizamos detalhes do aparelho reprodutor masculino do inseto. É a única estrutura que permite a certeza da diferenciação das espécies”, explica Specht. Segundo ele, a coloração, por exemplo, não seria um aspecto que poderia ser levado em conta, por ser muito variável. O mesmo se observa em relação ao tamanho. “Se a lagarta for criada numa planta muito nutritiva, ela vai ficar maior. Do contrário, vai se desenvolver, mas vai ficar menor. Por isso, usa-se a característica do aparelho reprodutor”.

Para que essa identificação morfológica fosse realizada, o inseto adulto precisou passar por um tratamento químico. “Primeiro, retiramos o abdome do animal. Depois o colo-

camos numa substância que elimina todas as estruturas ‘moles’ e deixa apenas a cutícula, uma espécie de casca. Em seguida, após a limpeza, separamos todas as partes e colocamos o material na lâmina, para ser analisado”. A partir daí, o procedimento foi comparar a imagem obtida com aquelas que estão descritas nos livros. “No mundo inteiro, há o registro de 18 espécies de mariposas do gênero *Helicoverpa*. Aquela imagem teria que se enquadrar em uma dessas, caso contrário seria descrita como espécie nova”, explica Specht. Após a avaliação morfológica, o pesquisador da Embrapa Soja Daniel Ricardo Sosa-Gómez fez a identificação molecular. Para essa análise de DNA foi utilizada a pata anterior dos mesmos exemplares cujo aparelho reprodutor havia sido preparado em lâmina e analisado.

### CHAVE DICOTÔMICA

Depois da identificação da *Helicoverpa armigera*, a Embrapa notificou o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a respeito dessa ocorrência no País. A partir de agora é entender o funcionamento da espécie nas condições do Brasil. “A pesquisa brasileira, tanto a que é feita na Embrapa, quanto a que é feita nas Universidades, vai focar nesse problema. Além do mapeamento das ocorrências, vamos estudar a

variabilidade dessas espécies, levantar informações da ecologia que subsidiem recomendações do ponto de vista de manejo – considerando a dinâmica populacional da praga nos diferentes sistemas de cultivo –, e caracterizar o dano para estabelecer níveis de controle e sistemas de amostragem que auxiliem na tomada de decisão. Há muito trabalho a ser feito”, afirma Silvana Paula-Moraes.

Um dos produtos que se pretende obter a partir dos resultados desses trabalhos de pesquisa é a elaboração de uma chave dicotômica para identificar esses insetos. Trata-se de uma espécie de cartilha por meio da qual os técnicos poderão fazer a diferenciação das espécies de *Helicoverpa* que ocorrem no Brasil respondendo a questões a partir da mera observação. “Pretendemos ter uma chave para identificação de *H. armigera*, *H. zea* e *H. gelatopoeon* e, caso seja possível, pretendemos também incluir *H. bractea*, por conta de seu registro de ocorrência no Paraguai, Argentina e Peru e a proximidade desses países com o Brasil”, conclui o pesquisador Alexandre Specht. •

# RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS

por Danielle Torres\*



Marcos Esteves / Embrapa

Danielle Torres



Pesquisadora da Embrapa Estudos e Capacitação

**Campos de atuação:** Economia agrícola, desenvolvimento econômico e economia internacional.

Nos últimos 40 anos, herbicidas modernos substituíram os controles manual, mecânico e animal de plantas daninhas e contribuíram para o aumento de produtividade na agricultura. Apesar do sucesso, a utilização dos herbicidas não eliminou totalmente a ocorrência de plantas daninhas e ao longo do tempo um número crescente de plantas daninhas encontrou uma forma de resistir ao controle químico de herbicidas. Atualmente, existem 400 biótipos de plantas resistentes a herbicidas no mundo. Os países que apresentam o maior número de casos registrados são os Estados Unidos com 143, Austrália e Canadá com 62 e 59 casos, respectivamente.

Dentre os herbicidas, o glifosato é o mais utilizado porque controla um grande número de plantas daninhas, tanto em culturas anuais quanto perenes. Esse herbicida, utilizado desde 1974, teve seu primeiro caso de resistência identificado em 1994. Desde então, a resistência ao herbicida glifosato evoluiu em pelo menos 24 espécies de plantas daninhas em 21 países, tornando-se um problema sério para a agricultura mundial.

Inicialmente, acreditou-se que com o surgimento do glifosato o problema das plantas daninhas estaria resolvido. As pesquisas para o desenvolvimento de novas moléculas diminuíram acentuadamente. Estudos estimam que é necessário testar pelo menos 140 000 químicos para encontrar um comercialmente aceitável, a um custo de US\$ 250 milhões, levando dez anos. A perspectiva é de que poucos ingredientes ativos químicos serão lançados nos próximos dez anos.

Com relação aos casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil, o azevém é um sério problema na região Sul do

País. Mais recentemente, três espécies de buva se disseminaram nas regiões do Paraná e Rio Grande do Sul, causando perdas nos rendimentos. Do oeste do Paraná, a buva passou para as regiões centro-oeste/noroeste e em seguida na área norte do estado. A buva, resistente ao glifosato, pode causar perdas no rendimento de 50%, ou mais, e também a descontos nos preços recebidos pelo produtor devido à umidade dos grãos e impurezas. Sabe-se que a buva aparece com grande frequência na maioria das regiões de soja e milho do Brasil, o que aumenta a preocupação.

A resistência tem consequências negativas, como os riscos para o manejo e conservação dos solos, com o retorno do revolvimento do solo com arado e grade nas áreas de plantio direto. Para resolver o problema, o produtor passa a utilizar outros herbicidas, com custo superior ao do glifosato e com menor eficiência, resultando em maior gasto, menor controle e perdas na produção. Estima-se que os custos com herbicidas podem passar de R\$ 60,00 (sem resistência) até 204,00 por hectare.

Pesquisadores da Embrapa em resistência de plantas daninhas têm monitorado a situação, investigando manejo integrado de pragas, incluindo controle biológico, ou seja, não apenas produtos químicos. Dentre as principais recomendações dos pesquisadores estão: não usar consecutivamente herbicidas com o mesmo mecanismo de ação na mesma safra ou área; monitorar e destruir plantas suspeitas de resistência; fazer rotação de culturas. •

\*Com informações dos pesquisadores Alexandre Ferreira da Silva, Décio Karam, Dionísio Luiz Pisa Gazziero, Fernando Storniolo Adegas, Germani Concenço e Leandro Vargas.



Acesso à  
Informação

# Acesso à informação um direito de todos

O Serviço de Informação ao Cidadão (SIC) da Embrapa está disponível.  
É o compromisso com a transparência pública.

*Por meio do SIC você tem acesso às informações das ações e programas desenvolvidos pela Embrapa e tem conhecimento também dos processos de auditoria, demonstrações contábeis, convênios realizados, despesas executadas e muito mais.*

Para acompanhar a gestão pública na Embrapa

- ❖ *acesse [hotsites.sct.embrapa.br/acessoainformacao](https://hotsites.sct.embrapa.br/acessoainformacao)*
- ❖ *envie um e-mail para [sic@embrapa.br](mailto:sic@embrapa.br)*
- ❖ *ligue para (61) 3448-1960 / 3448-1961*
- ❖ *visite-nos na Embrapa Sede, Térreo*

Ciência que transforma a vida



Conheça as tecnologias que  
ajudaram a transformar o Brasil:  
[www.embrapa.br/40anos](http://www.embrapa.br/40anos)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

