

# ACT

MAI - AGO 2016 #13

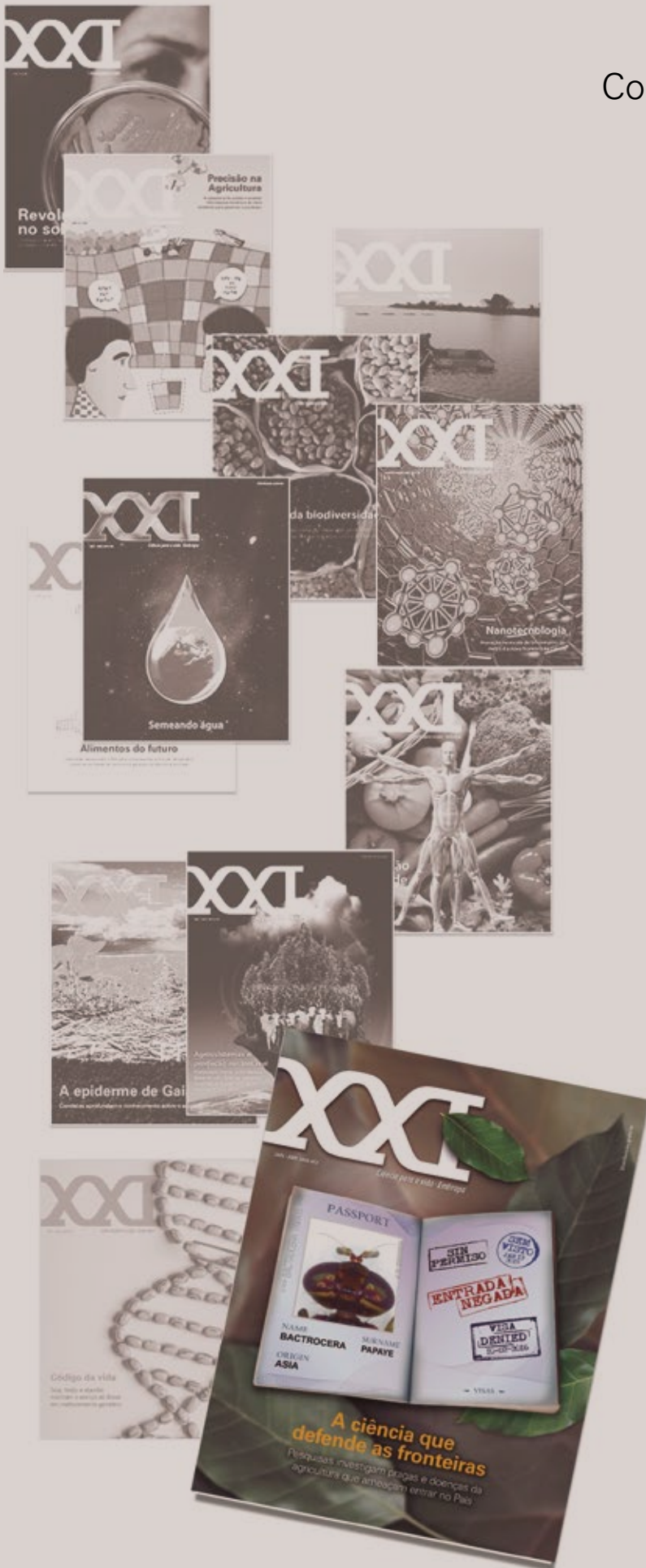
*Ciência para a vida - Embrapa*

Distribuição gratuita

## **Ciência Amazônica**

A pesquisa que ajuda a proteger o bioma

Alto Rio Envira, aldeia Novo Segredo Kaxinawá



Confira todas as edições da revista

# XXI

*Ciência para a vida*

Acesse o site  
[www.embrapa.br/revista](http://www.embrapa.br/revista)

Você também pode  
contribuir com a publicação.

Envie opiniões, sugestões  
ou comentários para o e-mail  
[revista@embrapa.br](mailto:revista@embrapa.br)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



## A LENDA E O FUTURO

Uma lenda do folclore brasileiro abre a matéria de capa desta edição da **XXI** – *Ciência para a Vida*. O Curupira, menino de cabelos vermelhos e pés virados, conhecido por ser o protetor da fauna e da flora, empresta sua figura ao redator para que ele faça uma analogia entre a lenda, a Floresta Amazônica e os cientistas que buscam conhecer o potencial da Amazônia sem comprometer seus recursos naturais. Exemplos desses trabalhos, cujo foco é a sustentabilidade das atividades humanas no bioma, encerram a radiografia da região, guiada, no texto introdutório, pelo ente fantástico.

Tanto na Amazônia quanto nas regiões de montanha, outra abordagem desta edição da **XXI** – *Ciência para a Vida*, pesquisadores percebem, cada vez mais, que a interação entre seus conhecimentos e aqueles que vêm do chamado saber local é imprescindível quando conferir sustentabilidade aos diferentes ecossistemas é o que se deseja.

Dentro dessa premissa, a interação com povos indígenas no primeiro caso tem contribuído para a melhoria e diversificação dos cultivos agrícolas. Já estratégias de agregação de valor das cadeias produtivas de regiões montanhosas abrem espaço para recomendações de sistemas de produção mais sustentáveis e para a valorização dos conhecimentos tradicionais, até mesmo com o intuito de recuperar a produção em áreas que, como Nova Friburgo (RJ), foram atingidas por tragédias climáticas.

Avanços na fronteira do conhecimento conquistados por meio de modernas técnicas da ciência também preenchem as páginas da edição. Pesquisa inédita silencia gene vital do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* e acende as esperanças de controle do mofo-branco, doença capaz de

devastar lavouras inteiras. Técnicas e instrumentos de caracterização química são aliados importantes dos cientistas dedicados à identificação de compostos químicos em busca daqueles de maior valor agregado. Já a nanotecnologia tem ajudado na busca de um revestimento que torna o ovo resistente a impactos e à contaminação, o que permitirá mais tempo de armazenamento e preservação das propriedades nutritivas do alimento. É a busca por alternativas para beneficiar a agroindústria e a qualidade do produto que vai à mesa do consumidor. Confira esses avanços nas editoriais Pesquisa, Cenários e Vida de Laboratório, respectivamente.

Da Amazônia aos laboratórios, estão contempladas as dimensões essenciais de um novo padrão de desenvolvimento que se desenha e que desafia estudos sobre o tempo contemporâneo e sobre o futuro. São dimensões que consideram os aspectos econômicos, sociais e ambientais – o tripé da sustentabilidade – no projeto de desenvolvimento e que posicionam suas bases na ciência, tecnologia e inovação. A bioeconomia, promotora dos processos biológicos e dos biorrecursos, insere-se nesse contexto. Esse é o tema da entrevista com Elaine Coutinho Marcial, coordenadora-geral de Planejamento, Gestão Estratégica e Orçamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

A Amazônia volta a ser destaque no fim desta edição, como tema do artigo de Alfredo Homma, da Embrapa Amazônia Oriental. O pesquisador advoga a tese de uma *Terceira Natureza*, manifestação resultante da integração do conhecimento local com a capacidade tecnológica do nosso país e de um modelo peculiar de produção científica para a região, sustentável e gerador de emprego e renda. O Curupira, com certeza, aprova a tese.

— Os editores

03

CARTA AO LEITOR

06

NOTAS



08

ENTREVISTA



Elaine Coutinho Marcial, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), fala sobre visões alternativas para a construção de um futuro sustentável para o País.

12

ESPECIAL



Cientistas estão atentos à preservação e ao uso sustentável da Floresta Amazônica. São eles, numa analogia ao folclore brasileiro, os Curupiras modernos, pois direcionam seus trabalhos para fazer avançar o conhecimento sobre o bioma, sem esquecer de protegê-lo.

40

CENÁRIOS



Compostos químicos são extraídos da biomassa e identificá-los, em busca daqueles de maior valor agregado, é desafio da ciência. Há possibilidades de descoberta de novos produtos com origem renovável.

**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 Comunicação  
em Ciência e Tecnologia**  
Jorge Duarte

**Coordenador de  
Comunicação Digital**  
Daniel Medeiros

**Coordenadora de  
Comunicação Institucional**  
Heloiza Dias da Silva

**Coordenador de Comunicação  
Mercadológica**  
Robinson Cipriano

**EXPEDIENTE**

**Editores**  
Marita Féres Cardillo, Fabio Reynol  
e Juliana Miura

**Editores de Arte**  
Gabriel Pupo Nogueira e  
Roberta Barbosa

**Projeto Gráfico**  
André Scofano e Nayara Brito

**Designers**  
Bruno Imbroisi, Gabriel Nogueira,  
Goreti Braga, Lucio Cavalcanti,  
Luciana Fernandes, Renato da Cunha  
Tardin Costa e Roberta Barbosa

**Capa**  
Bruno Imbroisi e  
Rafael Alves da Rocha

**Revisão**  
Marcela Bravo Esteves

**Consultores científicos  
para esta edição**  
Alfredo Homma, Adriana Aquino,  
Clenilson Rodrigues, Francisco  
Aragão, Ladislau Martin Neto,  
Patrícia Abdelnur, Rachel Bardy  
Prado, Renato Linhares de Assis

**Ctp – Impressão – Acabamento**  
Embrapa Informação Tecnológica

**Tiragem**  
13.000 exemplares

**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

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

44

**PESQUISA**



Pesquisa quebra paradigmas e silencia, a partir da interação com uma planta, gene vital do fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. O resultado é promissor para controle do mofo-branco, uma das piores ameaças à agricultura brasileira.

50

**SUSTENTABILIDADE**



Regiões serranas e de montanhas exigem atenção redobrada para a sustentabilidade da atividade agrícola. Estratégias passam pelo acesso aos insumos tecnológicos e pela valorização dos conhecimentos tradicionais.

64

**VIDA DE LABORATÓRIO**



Como tornar a casca do ovo mais resistente e proteger melhor o produto? A nanotecnologia fornece respostas. Difícil é chegar à fórmula ideal.

66

**ARTIGO**

Alfredo Homma escreve sobre a viabilidade da agricultura na Amazônia.

## DEZENOVE PATENTES EM DOZE MESES



Foto: Joana Silva / Embrapa

Sensor que interpreta a umidade do solo para ativar sistemas de irrigação. Detector portátil que usa luz para identificar a doença mais severa dos citros, o HLB. Equipamento eletrônico capaz de registrar nuances de sabor como uma língua artificial. Essas foram algumas das tecnologias que geraram 19 patentes concedidas à Embrapa no intervalo de 12 meses. São tecnologias desenvolvidas por dez centros de pesquisa da Embrapa – Recursos Genéticos e Biotecnologia, Clima Temperado, Caprinos e Ovinos, Pantanal, Amazônia Oriental, Milho e Sorgo, Agroindústria de Alimentos, Hortaliças, Trigo e Instrumentação. Esta última foi responsável pela maioria das concessões de propriedade intelectual: nove patentes e dois registros de softwares, em áreas do conhecimento como nanotecnologia, ciência do solo, óptica, fotônica, pecuária e sistemas computacionais. As concessões referem-se ao período de março de 2015 a março de 2016. Foram contabilizadas concessões de patentes em cinco países – Brasil, China, Austrália, México e Estados Unidos. Para o chefe da Secretaria de Negócios da Embrapa (SNE), Vitor Hugo de Oliveira, a proteção das tecnologias por meio de patentes tende a fortalecer a atuação da Empresa no cenário da inovação nacional e internacional e pode aproximar a Empresa de importantes parceiros e investimentos. •

— Por Joana Silva (Agência Embrapa de Notícias)



**navegue**

<http://bit.ly/1TZ7LBA>

## MODELO PREVÊ DISPERSÃO DO HLB

Um modelo matemático pode ajudar o agricultor a avaliar o impacto da doença huanglongbing (HLB), também conhecida como greening, nas lavouras citricolas do País. A doença,



Foto: Henrique Santos / Embrapa

causada pelas bactérias *Candidatus Liberibacter* (Ca.L.) asiaticus e Ca.L. americanus, é o maior problema dos laranjais de São Paulo, principal estado produtor de suco de laranja. O modelo foi elaborado pela matemática Ana Paula Diniz Marques como parte de sua dissertação de mestrado, orientada pelo docente Takaaki Ohishi, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com colaboração da pesquisadora Sônia Ternes, da Embrapa Informática Agropecuária. O trabalho segue a abordagem do Modelo Baseado no Indivíduo (MBI), que permite verificar o comportamento e a dispersão da praga ao longo do espaço e do tempo, considerando fatores como produtividade, distribuição espacial, idade e sanidade das plantas. Por ser uma doença com indicativo de remoção de plantas sintomáticas, é difícil realizar estudos epidemiológicos de grande escala a campo. “É aí que entram os modelos”, afirma Francisco Laranjeira, da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O modelo criado na FEEC avalia a situação do pomar infectado e oferece ao produtor uma previsão de quais serão as consequências da praga no cultivo. •

— Por Fabio Reynol (Agência Embrapa de Notícias)



**navegue**

<http://bit.ly/25b85pJ>

## SITE FORMATA REFERÊNCIAS

Formatar as referências bibliográficas no final de um estudo acadêmico é um momento de resignação para muitos. Há regras que devem ser obedecidas para se colocar o nome do autor, do artigo e da publicação, além de outras identificações. Para tornar esse trabalho mais fácil e rápido, o engenheiro de produção Daniel Alon Antar criou um site que faz esse serviço. Basta preencher os campos específicos, sem a formatação e com dados presentes nas publicações, que o software retorna as referências de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O site, por enquanto, é gratuito. Antar criou uma empresa, a Menthor, que está em fase de pré-aceleração na aceleradora de empresas HotMilk da PUCPR, um organismo que abriga empresas nascentes. Pretende contar com investidores para completar o site e oferecer aos usuários – 15 mil pessoas já são cadastradas – um editor de textos que vai permitir ao aluno escrever o trabalho completo e editar outros tipos de arquivos, como artigos científicos. •

— Por Agência Fapesp (Marcos de Oliveira)



**navegue**

<http://bit.ly/1Tnvdsh>

## DADOS GENÉTICOS COMPARTILHADOS



Foto: Claudio Bezerra / Embrapa

Bancos de dados brasileiros e norte-americanos de recursos genéticos animais começam a ser partilhados por meio de uma base única. É o primeiro sistema internacional para armazenamento de informações genéticas, produtivas e de árvore genealógica. Chamado no Brasil de Alelo Animal e nos Estados Unidos de Animal-GRIN (sigla em inglês para Rede de Informações de Recursos Genéticos), ele proporciona acesso ágil e padronizado aos bancos de germoplasma e às informações genômicas animais dos dois países. A ferramenta é fruto de esforços conjuntos de pesquisadores e programadores da Embrapa e do Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS) e já despertou interesse de outros países bem como de periódicos científicos internacionais interessados em padronizar dados-fonte citados nos artigos científicos. "Pesquisas básicas e aplicadas relacionadas ao agronegócio dependem da existência de diversidade genética entre-dentro espécies. Por isso, o acesso a grandes acervos é fundamental à ciência", afirma Samuel Rezende Paiva, pesquisador da Embrapa, que atua no Centro Nacional para Preservação de Recursos Genéticos (NCGRP) do USDA-ARS, na cidade de Fort Collins, Colorado. Os parceiros norte-americanos partilham do entusiasmo de Paiva. "Talvez seja a primeira vez que dois países desenvolvem um sistema de dados abrangente para atender demandas por informações sobre recursos genéticos animais", declara o geneticista Harvey Blackburn, pesquisador do NCGRP. •

— Por Fabio Reynol (Agência Embrapa de Notícias)



< navegue >

<http://bit.ly/1Nyg6gt>

## DETECÇÃO DE DOENÇAS DO TRIGO

Cientistas do Brasil e do Reino Unido reuniram-se em um projeto para desenvolver métodos de identificar precocemente doenças no trigo. O trabalho faz parte de convênio entre a Embrapa e o Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC). Um dos ramos da pesquisa binacional envolverá técnicas de fenotipagem por imagens com uso de sensores (câmeras) de infravermelho para captar sintomas não visíveis, que ajudam a identificar uma doença e distinguir com precisão plantas suscetíveis das mais tolerantes ou resistentes. Outros equipamentos portáteis também podem ser aplicados para medir níveis de estresses de plantas infectadas. Essas técnicas estão sendo usadas em um projeto iniciado no Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences (IBERS), que pertence à Universidade de Aberystwyth, no País de Gales, em parceria com a Embrapa Trigo, no Brasil, e o National Institute of Agricultural Botany (NIAB), na Inglaterra. O alvo do trabalho primeiramente é o complexo de manchas-foliares, que pode comprometer até 40% da produção. "Pretendemos alcançar maior precisão e automação na avaliação de doenças no trigo", explica o pesquisador Flávio Santana, líder do projeto na Embrapa Trigo. Como primeiro resultado, foram caracterizados genótipos parentais de uma população de trigo denominada "MAGIC population" quanto à resistência à mancha-amarela. O interesse em caracterizar tal população é o fato de ser possível encontrar novos genes de resistência à doença. •

— Por Joseani M. Antunes (Agência Embrapa de Notícias)



Foto: Flávio Santana / Embrapa



< navegue >

<http://bit.ly/22g7YDW>

# APOSTA SUSTENTÁVEL



Por Juliana Miura

Desenhar caminhos que sejam capazes de acompanhar as necessárias transformações dos padrões de produção e consumo, com base em novos preceitos e oportunidades que se apresentam em todo o planeta, representa o objetivo da plataforma Brasil 2100. Por meio da prospecção de cenários e identificação de áreas portadoras de futuro, serão construídas visões alternativas para o futuro do País. Essa proposta inclui o projeto Brasil 2035, recorte de prazo menor dentro da plataforma, que aponta a bioeconomia como uma das grandes apostas de sua agenda estratégica.

Definida como a parte das atividades econômicas que captura valor a partir de processos biológicos e biorrecursos para produzir saúde, crescimento e desenvolvimento sustentável pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2006), a bioeconomia se fortalece quando a ciência busca conciliar inovações tecnológicas e sustentabilidade, tendo em vista a escassez de recursos naturais.

Elaine Coutinho Marcial, coordenadora-geral de Planejamento, Gestão Estratégica e Orçamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), está à frente da orientação metodológica, da análise e da produção dos conhecimentos reunidos nos estudos da plataforma Brasil 2100. Doutora em Ciência da Informação pela Universidade de Brasília, Marcial atua em estudos sobre futuro e inteligência competitiva desde 1996, e coordenou a construção de diversos cenários prospectivos e análises de tendências e previsões.



**XXI - Há discussões em relação aos caminhos para o desenvolvimento econômico, social e ambiental e as estratégias adotadas por diferentes países. Como o Brasil está debatendo seu futuro?**

*Elaine Marcial* - Trabalhamos numa plataforma chamada Brasil 2100, iniciativa conjunta entre Ipea, Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento (Assecor) e Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI, na qual reunimos especialistas de diversas áreas da academia, representantes da sociedade civil e da administração pública a fim de identificar e discutir cenários e áreas portadoras de futuro, de modo a construir hoje o País que queremos. No estudo, destacamos quatro dimensões do desenvolvimento: social, econômica, territorial e político-institucional. Além dessas, água, meio ambiente e ciência, tecnologia e inovação são tratados como dimensões transversais essenciais para o desenvolvimento do País.

**XXI - Dentro da proposta para 2100, há um recorte de uma projeção com um prazo mais curto. Por que trabalhar com duas perspectivas?**

*Elaine Marcial* - No início, tínhamos uma preocupação: definir um horizonte mais extenso para que o foco da equipe não ficasse centrado apenas nos reflexos da atual crise econômica. O País vive uma crise que nos cega, retirando a capacidade de enxergarmos oportunidades. Mas em algum momento vamos sair dessa crise e precisamos ter um plano, até mesmo para lidar com esse momento. Hoje se fala em limitações no orçamento e é preciso fazer cortes. Mas onde? Em todos os setores?

Linearmente? Existem áreas-chave que devem ser preservadas? Quando fazemos escolhas é necessário saber o que o futuro nos apresenta e considerar as competências de que dispomos. Em minha opinião, falta-nos essa visão estratégica de longo prazo. É imprescindível a existência de direcionamento estratégico que indique em quais áreas devemos apostar. Com isso, delineamos o prazo de 2100, pois nunca houve um estudo com essa perspectiva no Brasil. Mas a partir daí surgiu a necessidade de fazer uma série de estudos, com prazos intermediários.

**XXI - O que levou a equipe a perceber a necessidade de dividir o estudo? E como foi definido o prazo inicial de 2035?**

*Elaine Marcial* - Na ocasião em que começamos a conversar com os parceiros, percebemos ressalvas por parte deles e, então, resolvemos fazer um recorte com prazo mais curto, de pelo menos 20 anos. Esse tempo mínimo é importante quando se pensa sobre um país, uma vez que qualquer investimento levará dez ou quinze anos para estar finalizado. Nesse contexto, o ano de 2035 é o marco do primeiro estudo de uma série que produziremos. Quanto tempo entre a decisão da realização de uma pesquisa até seu produto final estar disponível no mercado? Numa obra de infraestrutura, quantos anos são necessários para ela estar pronta? E ainda é preciso mais algum tempo para avaliar seu impacto e se realmente trouxe o retorno esperado. Basta ver quanto tempo levou o desenvolvimento do etanol, e ainda se pesquisa novas matérias-primas. Em curto prazo, é possível ver onde

o dinheiro é gasto, mas o resultado não aparece. Conheci um trabalho na Alemanha, de mudança da sua matriz energética para fontes renováveis, que é realizado há mais de trinta anos. Mas eles sabem onde querem chegar, têm um objetivo estratégico a ser atingido, as metas estão estabelecidas e acompanham-se os avanços, sendo possível obter o apoio da sociedade ao projeto. Os países não se tornam desenvolvidos da noite para o dia.

**XXI - O documento em construção indica alguns temas que têm potencial para impactar os modelos de produção hoje e no futuro. Um deles é a bioeconomia. De que forma ela se insere nesses estudos?**

*Elaine Marcial* - O objetivo do projeto é ter capacidade de definir as grandes apostas para o País e, em seguida, identificar o que chamamos de *imãs* – políticas que precisam ser criadas ou priorizadas para atrair a sociedade a caminhar naquele sentido. Nesse contexto, identifica-se a bioeconomia, assim como energia, Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e financiamento de longo prazo como temas-chave. Essas são questões prioritárias quando se pensa em desenvolvimento.

**XXI - Como a bioeconomia pode ser incluída nas discussões sobre as oportunidades que se abrem para o Brasil?**

*Elaine Marcial* - Algumas pessoas a consideram uma ciência, já outras a entendem como tendência. Teoricamente não podemos chamá-la de tendência, pois não se configura como um movimento consolidado. No meu entendimento, trata-se de um novo

»

paradigma de produção, uma vez que ela orienta o comportamento das demais ciências. Acredito que, no futuro, teremos algo muito mais parecido com o que hoje chamamos de bioeconomia do que com o processo econômico tradicional. Eu não tenho dúvida de que o caminho será esse, pois temos fontes limitadas de insumos não renováveis e a população continua crescendo. Estamos exaurindo nosso planeta, e, nesse contexto, esse novo paradigma se mostra como uma alternativa futura.

**XXI - O que esperar da bioeconomia como fator de enriquecimento dos cenários de futuro desenhados para o País?**

*Elaine Marcial* - Um fator positivo que se espera dos novos processos de produção é a capacidade de absorção dos produtos pela própria natureza. É o caso de muitos dos novos materiais desenvolvidos, como a pesquisa para criar uma espuma biodegradável à base de fungos, que em um mês é absorvida pela natureza ao ser descartada, enquanto um material sintético, produzido a partir de petróleo, leva quase uma centena de anos para se decompor. Não se trata apenas da possibilidade de produzir permanentemente esses materiais, mas de não poluirmos o planeta. É necessário avaliar seu impacto na natureza.

**XXI - E qual a solução que esse novo paradigma oferece?**

*Elaine Marcial* - A proposta é utilizar a vida para produção de novos materiais. Assim, conseguimos manter a reposição das matérias-primas. É diferente, por exemplo, de um minério, que você extrai e acaba. Podemos até falar em



**“No contexto da quarta revolução industrial (...), se a bioeconomia se mostrar eficiente, poderá ser muito bem-sucedida.”**

reúso ou reciclagem, mas de qualquer forma estamos restritos àquela quantidade, não há como ampliar. A vida se reproduz e se renova. Essa é uma característica da bioeconomia – no início do processo de produção utiliza-se um insumo que pode ser produzido indefinidamente e, quando o produto final não tiver mais utilidade, existe a capacidade da natureza em absorvê-lo, diferentemente do que acontece com outros insumos não recicláveis.

**XXI - O que é preciso para que ela se consolide no País e no mundo?**

*Elaine Marcial* - O maior desafio é a geração de emprego e renda. No contexto da quarta revolução industrial – em que a robótica, a automação e a inteligência artificial excluíram inúmeros postos de trabalhos –, se a bioeconomia se mostrar eficiente nesse campo, poderá ser muito bem-sucedida. Essa tendência se revela porque ela já responde positivamente no campo da sustentabilidade. Percebemos que os modelos econômicos vigentes não são mais adequados. Juntando essas duas questões, a bioeconomia apresenta-se como um fato portador de futuro que poderá mudar a ordem mundial, tornando-se efetivamente um novo paradigma que orientará os vários processos de produção. Quando nos damos conta dos limites do planeta, temos que encontrar uma saída, como também gerar emprego e renda, principalmente para as próximas gerações.

**XXI - Em outras situações, vimos que o meio ambiente tende a não ser prioridade na escolha dos consumidores quando compete com maior custo de produção. Em relação aos**

**produtos gerados pela bioeconomia, você acredita que a sociedade está disposta a pagar um maior preço por eles?**

*Elaine Marcial* - Não vejo a questão do custo como um problema central. Se tomarmos por base o caso do celular, no começo, pouquíssimas pessoas tinham acesso à tecnologia e os aparelhos eram caros. Hoje, três quartos da população brasileira têm celular. A tecnologia evoluiu e o preço caiu, ou seja, temos aparelhos com muito mais recursos a menor custo. Por sua vez, mesmo se o custo inicial for alto, mas apresentar maior vida útil, o produto torna-se vantajoso, como as lâmpadas de LED, por exemplo. Eu acredito que esse processo acontecerá com as áreas e produtos que venham a compor a base da bioeconomia.

**XXI - É a mesma situação dos orgânicos? Esses produtos, apesar de seu maior preço, têm compromissos relacionados às condições dos trabalhadores e ao meio ambiente, e muitos já se dispõem a pagar esse custo.**

*Elaine Marcial* - Não posso afirmar que esse movimento ocorrerá com os orgânicos, pois temos que considerar outra questão: é possível atender à demanda mundial por alimentos com esse tipo de produção? Se não resolvermos esse problema, não vamos avançar. Esses produtos continuarão em prateleiras diferenciadas, atendendo a um público restrito. As questões são complexas. Estamos em um momento de transição e são vários os fatores que devem ser considerados. Não se trata apenas de preocupação ambiental. É preciso que haja mudança cultural e que os avanços tecnológicos sejam capazes de atender às demandas da sociedade.

**“...há necessidade de investimento em um sistema de inovação, tanto de produtos quanto de processos...”**



Caso contrário, vamos continuar com uma parcela significativa da população excluída. Costumo dizer que ainda não conseguimos sair dessa crise mundial porque estamos tentando resolver um problema econômico atual com os meios e instrumentos do passado. Temos que pensar em novas formas para responder a essa situação e a bioeconomia é uma das possibilidades que hoje se apresenta.

**XXI - Quais as oportunidades que surgem e como aproveitá-las?**

*Elaine Marcial* - A integração da nanotecnologia com a biotecnologia surge como um mundo de possibilidades. Por exemplo: antes, a indústria têxtil utilizava apenas o algodão como matéria-prima. Agora há um predomínio dos materiais sintéticos, com funcionalidades não proporcionadas pelo algodão, como os tecidos usados por atletas, que absorvem o suor, e outros que não precisam ser passados. No entanto, trata-se de material sintético, que não apresenta um ciclo completo de reposição e reciclagem, pois não têm origem em insumos renováveis. O desafio da junção entre nano e biotecnologia é o desenvolvimento de novas matérias que apresentem as mesmas funcionalidades dos tecidos sintéticos, mas que sejam recicláveis e de possível reposição. Essa oportunidade existe e é visível em diversos setores. Mas há necessidade de investimento em um sistema de inovação, tanto de produtos quanto de processos, que gere *spin-off*<sup>1</sup>, abrindo espaço para mais inovações. •

<sup>1</sup> *Spin-off*: derivação não esperada e positiva.



« navegue »

Conexão Ciência

<http://bit.ly/1UdRA3v>

# A CIÊNCIA QUE GUARDA A FLORESTA

Um dos maiores patrimônios naturais do planeta, a Amazônia precisa da pesquisa científica para sua proteção e manejo sustentável.

Por Fabio Reynol

Um menino de cabelos vermelhos, orelhas grandes e pés virados para trás auxilia pescadores que tiram seu sustento da mata, mas atormenta predadores que se dedicam à destruição das florestas. A mais antiga das lendas brasileiras, o Curupira é o arquétipo do guardião da natureza. Criatura sensível, ele admira plantas e cachoeiras. Ao mesmo tempo, é inexorável contra quem não sabe usufruir com parcimônia e sabedoria as riquezas naturais. A entidade folclórica é uma metáfora sobre as consequências negativas da exploração desenfreada dos recursos naturais e de como a floresta pode ser generosa para quem sabe trabalhar em

harmonia com ela.

Em boa parte, o Brasil tem aprendido a lição do Curupira. Em 2005, as alterações nos biomas brasileiros eram a principal fonte (57%) das emissões brasileiras de gases de efeito estufa (GEEs). O desmatamento encolheu e em 2010, última medição oficial, as queimadas na Amazônia e demais biomas representaram menos de 30% das emissões. A preservação é uma decisão inteligente, a umidade da floresta produz nuvens que impactam no regime de chuvas do continente, abastecendo diversas bacias brasileiras. Além disso, o oceano verde é uma mina gigantesca de riquezas naturais,

a maioria ainda desconhecida e que precisará do estudo científico para que seja revelada e trabalhada com sustentabilidade. Parte desse potencial está relacionado à imensa variedade de tipos de seres vivos que habitam o bioma, o que pode ser resumido na palavra “biodiversidade”.

Não há outro lugar no mundo em que existam mais espécies de animais ou de plantas que a Floresta Amazônica. Para cada dez espécies de pássaros conhecidas no mundo, uma habita a Amazônia. Plantas, idem. Só de árvores estima-se que o bioma encerre mais de cinco mil espécies, a cada hectare é possível encontrar de 40



Foto: Bruno Imbroisi

Rio Purus, Lago do Silêncio próximo ao Município de Sena Madureira, AC

a 300 diferentes. Em toda a América do Norte, estão catalogadas apenas 650 espécies arbóreas.

Ninguém sabe o número de espécies de peixes da Amazônia. Estima-se um número maior que 1.300, não há outra bacia no planeta com tal abundância. Supõe-se que esse número possa aumentar em torno de 40% com os peixes que ainda serão catalogados, o que elevaria a ictiofauna amazônica para impressionantes 1.800 espécies. Apenas no Rio Negro já foram registradas 450 espécies. Em toda a Europa, as espécies de água doce não passam de 200.

Se pensarmos nos artrópodes, filo

que reúne a maior parte de animais do planeta agrupando insetos, aranhas, escorpiões, centopeias, entre outros, a diversidade estimada é ainda maior, assim como a nossa ignorância a seu respeito. Biólogos avaliam que mais de 70% das espécies desse filo ainda não possuem nomes científicos. Só esse trabalho demandaria esforço hercúleo em atividades de levantamento e taxonomia, área da biologia responsável pela catalogação das espécies e que conta com poucos especialistas no Brasil.

Formigas, por exemplo, representam um terço da biomassa animal da copa das árvores amazônicas. Estima-

-se que existam mais de três mil espécies no bioma. Há mais de 30 mil espécies descritas de abelhas no mundo, calcula-se que entre 2,5 mil e três mil sejam amazônicas. Entre as cerca de 7.500 espécies de borboletas conhecidas no mundo, quase um quarto delas, por volta de 1.800, batem suas asas na floresta equatorial sul-americana.

Esses são apenas alguns números consolidados pelo Museu Paraense Emilio Goeldi, instituição prestes a completar 150 anos de pesquisa científica sobre o bioma, e demonstram que a Amazônia é um oceano verde repleto de vida em suas mais variadas formas, incluindo a microfauna com suas popu- »



Foto: Ronaldo Rosa

lações de bactérias e fungos. Toda essa biota espalha-se por 5,5 milhões de quilômetros quadrados, 60% deles estão em território brasileiro. Em outras palavras, o Brasil conta com área do tamanho da Índia em riquezas naturais.

O que o País ganha com isso?, alguém poderia perguntar. Só para citar alguns pontos, a Amazônia é o maior reservatório de moléculas naturais do mundo. Compostos que demorariam anos para ser desenvolvidos em laboratório, ou mesmo que nunca seriam descobertos, estão prontos em árvores, animais e solos. Trata-se de moléculas que podem compor novos medicamentos, cosméticos, alimentos, produtos industriais, impulsionar a química e processos de fabricação. A pesquisa em biocombustíveis investiga fungos e bactérias capazes de produzir enzimas que quebram celulose, característica fundamental para produção do etanol de segunda geração. A Amazônia é uma galáxia de micror-

ganismos a serem testados com esse e outros objetivos.

De modo semelhante, a diversidade genética amazônica é um acervo inestimável para a pesquisa. A Amazônia pode ser vista como um banco genético natural a ser pesquisado. Genes diversos com variadas expressões podem ter aplicações na medicina, agropecuária, alimentação, veterinária e em muitas outras áreas.

As riquezas naturais prontas não podem ser subestimadas. As frutas nativas já são alvo de grandes corporações. O açaí é carro-chefe, após cair no gosto dos estrangeiros, uma empresa norte-americana comprou áreas de produção no Pará e exporta polpa processada para os Estados Unidos. Também há o cupuaçu, famoso por recheiar bombons e doces, e uma infinidade de frutos ainda desconhecidos da maior parte dos brasileiros como o bacuri, umbu, tucumã-do-amazonas, uxi, abiu, muruci, pupunha... (veja pág.

24). Sem contar a famosa castanha-do-brasil, ou castanha-do-pará, internacionalmente famosa (pág.20).

É da Bacia Amazônica uma das maiores promessas da piscicultura nacional, o gigantesco *Arapaima gigas*, o pirarucu, peixe que chega a impressionantes 200 quilos e três metros de comprimento. Sua carne além de abundante é saborosa e seu couro já é cobijado por grifes internacionais da moda. A criação em cativeiro descobriu no pirarucu um peixe que cresce rapidamente e bastante lucrativo. Porém, o gigante das águas e as frutas amazônicas partilham um desafio em comum: a necessidade de domesticação. Mais uma vez, entra em campo a pesquisa científica para descobrir como animais e plantas devem ser manejados em cativeiro. Um trabalho que no longo prazo resultará em dólares para a balança comercial brasileira.

Como se não bastasse o tesouro biológico, a Amazônia guarda em



abundância um dos recursos naturais mais cobiçados da atualidade, a água. A cada segundo, o Rio Amazonas despeja 250 milhões de litros de água no Atlântico, volume suficiente para fornecer um litro para cada habitante do planeta a cada 36 segundos. Estamos falando de um quinto do volume das águas fluviais do mundo de uma bacia gigantesca abastecida por mais de mil afluentes. Na época das cheias, a largura de alguns trechos do Amazonas ultrapassa 40 quilômetros.

Há ainda outro tipo de riqueza encerrada na selva equatorial que não pode ser esquecida. A Amazônia também é lar de seres humanos. Além de populações urbanas e ribeirinhas tradicionais, a floresta abriga diversas etnias indígenas. Pequena parte dos mais de 400 mil indígenas que habitam a região estão auxiliando pesquisadores ao partilhar seus

saberes tradicionais. O intercâmbio promove o avanço do conhecimento científico de forma acelerada e provê as comunidades de técnicas que melhoram os resultados da agricultura tradicional (leia na pág. 36).

A preservação e uso sustentável da Floresta Amazônica disponibiliza todos esses recursos, auxilia no equilíbrio ambiental do planeta e pode ajudar no desenvolvimento econômico, social e científico do Brasil.

De modo análogo, a devastação e a exploração irracional da floresta são mau negócio, não só para o ambiente, mas também para a economia nacional. Nas próximas páginas estão apenas alguns exemplos de como os cientistas têm contribuído para conhecer e proteger o bioma. Curupiras modernos que usam microscópios, computadores, satélites e drones para conviver com a floresta e aproveitar sua generosidade com parcimônia e sabedoria.



# DE OLHO NO BIOMA

Monitoramento por satélite  
e gestão territorial ajudam  
a entender a floresta

Por Vinicius Soares Braga e Nadir Rodrigues

Que uma parte da Floresta Amazônica sofreu com o desmatamento nas últimas décadas é um fato bem conhecido. Mas qual foi o destino dessas áreas que perderam a cobertura de floresta primária? Desde 2008, o Projeto TerraClass busca responder essa questão, ao classificar o uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal.

O trabalho realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) mostra que tudo o que foi desmatado está sendo usado de alguma forma ou se encontra em processo de regeneração. "Passamos a ter uma ideia a respeito da dinâmica que ocorre na Amazônia como um todo. Estudos anteriores ao Projeto eram pontuais, mapeando somente um estado ou parte dele", conta o pesquisador do Centro Regional da Amazônia (CRA/Inpe) Marcos Adami.

Os dados são gerados a partir dos desmatamentos mapeados e divulgados pelo Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal por Satélite (Prodes). Até o momento foram divulgadas informações relativas aos anos de 2008, 2010 e 2012.

Para o desenvolvimento do último relatório, foram mapeados 751 mil km<sup>2</sup>, o que corresponde à área total do desflorestamento ocorrido de 1988 até 2012. Essa área é dividida em classes temáticas que correspondem a agricultura anual,





pasto limpo, pasto sujo, pasto com solo exposto, regeneração com pasto, vegetação secundária, mosaico de ocupações, mineração, área urbana e reflorestamento.

No documento, divulgado em 2014, o estudo mostrou que as áreas desflorestadas na Amazônia estão se regenerando. Os dados identificam que dos 172 mil km<sup>2</sup> de vegetação secundária mapeados em 2012, 66% permanecem inalterados desde 2008, quando houve o primeiro levantamento. A vegetação secundária é aquela que surge naturalmente onde a floresta original foi removida. "Isso é importante na perspectiva de sequestro de carbono, das questões relacionadas a clima e para quem planeja políticas agrícolas para a região", afirma o pesquisador e chefe da Embrapa Amazônia Oriental, Adriano Venturieri.

As zonas de vegetação secundária correspondem a 22% do total do terri-

tório mapeado, ficando atrás somente das classes de pasto que, juntas, predominam com aproximadamente 60%. Já a agricultura anual ocupa 5,64% desses espaços. O mosaico de ocupações, termo utilizado para se referir às zonas onde há uma associação de diversas modalidades de uso da terra, preenche pouco mais de 1% da área desflorestada. Já a mineração corresponde a 0,14%, e a área urbana ocupa 0,71%, embora tenham apresentado crescimento de 7,5% e 6,9% ao ano, respectivamente.

#### **VARIAÇÕES NA OCUPAÇÃO DA TERRA**

Dado do TerraClass revela que a agricultura de cultivos anuais está crescendo a uma taxa constante, passando de 34 mil km<sup>2</sup>, em 2010, para 39 mil km<sup>2</sup>, principalmente em áreas de pastagens, pois 15% das áreas de pastagens de 2010 tornaram-se lavouras em 2012.

"A adoção de uma agricultura mais intensiva em áreas já ocupadas diminui a pressão da atividade agrícola sobre as áreas de vegetação e o impacto sobre a floresta é menor", afirma Alexandre Camargo Coutinho, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, que atua no TerraClass.

Já nas áreas de pasto, o levantamento mostrou que em 2008, 2010 e 2012 há uma constante diminuição das áreas classificadas como pasto sujo e um acréscimo daquelas consideradas pasto limpo – indicação de que há um processo em curso de recuperação de pastagens por parte dos produtores.

Informações e mapas gerados pelo projeto são usados por órgãos governamentais, entidades da sociedade civil e empresas, para terem conhecimento a respeito do uso e ocupação da terra na região. Todos os dados gerados pelo TerraClass são de conhecimento público.

# O MEL DA FLORESTA

Abelhas criadas por povos tradicionais hoje geram renda para a população amazônica

Por Ana Laura Lima

O uso das abelhas nativas, chamadas meliponíneas, não é novidade na Amazônia, pois os povos tradicionais da floresta as cultivam artesanalmente há muito tempo. O emprego de conceitos zootécnicos de manejo e domesticação de espécies animais fez com que a atividade saísse da condição de meramente extrativa para criação racional.

A pesquisa científica possibilitou que a criação em escala de abelhas nativas se tornasse um meio sustentável de geração de renda para ribeirinhos, agricultores e comunidades tradicionais da Amazônia.

“Esse é um processo longo e complexo, que chamo de ‘domesticação’, e envolve desde seleção de espécies, melhor caixa, alimento artificial e manejo, até trabalhos mais recentes como o monitoramento da atividade desses animais por meio de microchips”, explica Giorgio Venturieri, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, que há 15 anos estuda a biologia e o comportamento desses pequenos animais.

A pesquisa gerou informação sobre o manejo das principais abelhas indígenas da região, tanto para produção de mel e pólen, como para programas de polinização de culturas agrícolas. A atividade é baseada na criação em caixas próprias onde ficam os ninhos para a reprodução das abelhas e produção de mel.

**A técnica funciona como uma excelente alternativa ao desmatamento, pois na criação de abelhas não é preciso retirar a vegetação.**

A variedade de espécies de meliponíneas na Amazônia também facilita a criação. Hoje a região possui mais de 100 espécies diferentes de abelhas conhecidas pela ciência, a maior parte pertencente aos gêneros *Melipona* e *Scaptotrigona*, de maior produção de mel. “Sabemos que a diversidade é muito maior. Nas viagens de campo descobrimos novas espécies ainda não identificadas”, conta o pesquisador.

No Estado do Pará, as mais comuns entre os meliponicultores – como são chamados os criadores das abelhas sem ferrão – são a canudo-amarela, urucu-cinzenta, urucu-amarela, taquaruçu, jataí, japurá e jandaíra. O cultivo delas pode ser integrado a plantios florestais, de fruteiras e de

culturas de ciclo curto. “A técnica funciona como uma excelente alternativa ao desmatamento, pois na criação de abelhas não é preciso retirar a vegetação, e o serviço de polinização prestado por elas ajuda na produção agrícola e na regeneração da floresta”, explica Venturieri.

## **POLINIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA MATA**

Castanha-do-brasil, cacau, açaí, cupuaçu, acerola, taperebá, caju, maracujá, bacuri, além de diversas essências florestais têm o que a ciência chama de polinização cruzada, os grãos de pólen de uma flor devem encontrar o estigma (órgão reprodutor feminino) da flor de outra planta da mesma espécie. Na prática, isso significa dizer que o cruzamento acontece entre flores de árvores diferentes e que dependem de um “condutor”.

A bióloga Márcia Motta Maués, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, diz que todas essas plantas dependem de polinizadores para que ocorra a formação dos frutos e sementes. E grande parte deles são abelhas nativas da região, daí a necessidade de conhecer a biologia e seu comportamento. “É fundamental ainda a conservação das áreas de vegetação nativa no entorno das áreas cultivadas para garantir a presença dos polinizadores que irão atuar nas áreas agrícolas”, completa a pesquisadora.

Os trabalhos com a polinização de fruteiras da região levaram o pesquisador Giorgio Venturieri e sua equipe a identificar uma espécie de abelha que, se introduzida em áreas naturais ou plantios de açaí (*Euterpe oleracea*), pode gerar um aumento de até 40% na produtividade dos frutos da palmeira. “É uma abelha do gênero *Scaptotrigona* ainda em fase de

descrição taxonômica e por isso não tem nome científico de espécie, apesar de bem conhecida pelos criadores de abelhas nativas do Pará, que a chamam de ‘abelha-canudo”, conta.

## **ELETRÔNICA E BIOLOGIA**

As mais recentes pesquisas da Embrapa Amazônia Oriental com as abelhas sem ferrão envolvem a parceria entre pesquisadores de microeletrônica e de entomologia. Duas mil e 500 abelhas do meliponário científico da instituição carregam nas costas microchips de cinco miligramas, e são monitoradas por meio de antenas instaladas nas colmeias.

Realizado pelo Instituto Tecnológico Vale, Embrapa, Universidade Federal do Pará e a Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Austrália (CSIRO), o trabalho observa se as mudanças na temperatura, na ocorrência das chuvas e na umidade do ar influenciam o comportamento das abelhas e como isso ocorre. As informações obtidas nos sensores são relacionadas aos dados da estação meteorológica do meliponário. “Os dados são analisados no computador, que gera relatórios precisos e consistentes”, explica Giorgio Venturieri.

A pesquisa trabalha com três espécies da região: urucu-cinzenta (*Melipona fasciculata*), urucu-amarela (*Melipona flavolineata*) e urucuda-bunda-preta (*Melipona melanoventer*). Daí decorre o ineditismo do estudo, pois iniciativas como essa já existem para abelhas com ferrão de raças europeias em outros países, mas para abelhas nativas da Amazônia é a primeira vez.

---

## **VIGOR FÍSICO**

**Por Kelem Cabral**

Pesquisa finalizada em 2015 no Pará trouxe como alerta a necessidade de preservação da biodiversidade regional como essencial à conservação das castanheiras. As árvores dessa espécie necessitam da polinização cruzada e suas flores possuem uma câmara interna protegida por uma estrutura robusta na forma de capuz. É necessário que os polinizadores tenham vigor físico e tamanho corporal compatível com a estrutura floral. Ou seja, somente abelhas de grande porte são capazes de coletar o néctar e pólen ofertado pela planta e realizar a polinização.

Para sobreviver, essas abelhas (dos gêneros *Bombus*, *Centris*, *Xylocopa*, *Epicharis*, *Eulaema* e *Eufriesea*) utilizam a vegetação nativa próxima aos castanhais como fonte de alimentação alternativa (néctar e pólen), quando a castanheira não está em floração. A mata também serve como abrigo para fazerem seus ninhos.

De acordo com a pesquisadora Márcia Maués, da Embrapa Amazônia Oriental, essa é uma relação de sobrevivência para as espécies, uma vez que sem a preservação da vegetação nativa as abelhas não sobrevivem e, sem elas, as castanheiras não frutificam nem geram frutos.

# SALVE A CASTANHA BRASILEIRA

Considerada vulnerável, castanheira é alvo de ações de pesquisa

Por Gabriel Faria e Diva Gonçalves

O uso de técnicas de mapeamento, o conhecimento da biodiversidade e a adoção de boas práticas de manejo são estratégias usadas pela pesquisa a fim de preservar a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). Os trabalhos buscam ainda encontrar alternativas mais eficientes e sustentáveis de extração e produção, gerando maior renda para os coletores e garantindo a disponibilidade de castanha no futuro.

A castanheira é uma espécie nativa da Amazônia e, devido ao desmatamento, é classificada como vulnerável na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (UICN<sup>1</sup>), que reúne e classifica espécies com risco de extinção.

O projeto Kamukaia permitiu aos cientistas conhecer melhor a ecologia dessa árvore, que chega a viver até mil anos e atinge cerca de 50 metros de altura, e pautou a definição de estratégias para conservação da

espécie.

As pesquisas desenvolvidas também contribuíram para determinar diretrizes técnicas de manejo dos frutos da castanheira na floresta, aspecto que garantiu mais qualidade à castanha e ajudou a promover essa cadeia produtiva. Em 2010, o projeto se transformou na Rede Kamukaia, ambiente que reúne uma gama de conhecimentos sobre produtos florestais não madeireiros abundantes na região amazônica e que integra diversas ações de pesquisa executadas pela Embrapa e parceiros.

“O manejo desses recursos é uma estratégia eficiente para o desenvolvimento sustentável das comunidades, baseado no uso e conservação dos recursos naturais, na valorização da floresta e geração de renda para as populações tradicionais”, destaca a pesquisadora Lúcia Wadt, da Embrapa Rondônia, uma das integrantes da Rede Kamukaia.

## MAPEAMENTO DOS CASTANHAIS

As informações sobre ocorrência e distribuição espacial da castanheira na Amazônia brasileira ainda são escassas e os estudos destinados a identificar essas áreas podem ser cruciais para o desenvolvimento de práticas de manejo adequadas às distintas realidades amazônicas e de alternativas tecnológicas que ajudem a garantir a conservação da espécie.

Recentemente as pesquisas com castanheira contemplam o mapeamento e modelagem de castanhais por meio de um projeto em rede. A iniciativa tem ações no Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia e Mato Grosso.

As estratégias de mapeamento em fase de teste envolvem o uso de tecnologias digitais e ferramentas de sensoriamento remoto. A meta é chegar a um padrão que permita identificar as castanheiras por meio de imagens

de satélites, mensurar o tamanho e a densidade da copa e, utilizando funções predeterminadas, calcular a produção estimada do castanhal. Hoje isso só é possível pelo solo e, como o acesso nem sempre é fácil, as informações são restritas.

Essas ferramentas também vão permitir que sejam criados modelos que possibilitarão projetar o comportamento do castanhal ao longo dos anos, sabendo a projeção de produção e prevendo o que fazer para mantê-lo sempre produtivo. *(Leia box Rotas mais acessíveis)*

#### DIVERSIDADE GENÉTICA

Outra linha de pesquisa tem feito prospecção da diversidade genética e morfológica dos castanhais. Os materiais coletados e analisados permitem a elaboração de um banco de germoplasma de castanha-do-brasil com informações sobre tamanho e peso das sementes, teor de óleo, tamanho das árvores e produtividade, dentre outras. Esses trabalhos são os primeiros passos num futuro projeto de melhoramento genético de castanheira.

“Estudamos a diversidade genética por meio de marcadores moleculares microssatélites. Esses resultados são importantes para a seleção de matrizes para ajudar a compor jardins clonais, como o que estamos implantando na Embrapa Agrossilvipastoril. Num futuro programa de melhoramento genético, saberemos onde obter genótipos divergentes, onde encontrar plantas contrastantes”, explica a pesquisadora Aisy Baldoni Tardin, daquele centro de pesquisa.

Em Mato Grosso foram mapeadas e coletadas informações sobre árvores

## ROTAS MAIS ACESSÍVEIS

Por Diva Gonçalves e Priscila Viudes

Conhecer bem as áreas de produção de castanha é requisito básico para o trabalho de coleta do produto na floresta. No Acre, pesquisas desenvolvidas no âmbito do projeto MapCast ajudam a tornar essa atividade mais eficiente em comunidades da Reserva Extrativista Chico Mendes, Município de Brasileia. Moradores do Seringal Porvir aprenderam com pesquisadores da Embrapa a mapear os castanhais utilizando aparelhos GPS. Os resultados desse trabalho ajudam a otimizar as trilhas de coleta, com melhoria no planejamento e gestão da produção.

Segundo a pesquisadora Lúcia Wadt, a definição das rotas de coleta em comunidades amazônicas ainda é um processo baseado na intuição e quase sempre esses roteiros envolvem longos percursos e áreas íngremes e alagadiças, aspectos que dificultam o acesso às árvores.

“Com base em informações sobre o relevo e hidrografia dessas áreas e localização das castanheiras, desenvolvemos modelos matemáticos algoritmos que permitem elaborar novas composições do sistema produtivo, com rotas mais acessíveis. Além de oferecer trilhas que ajudam a reduzir tempo e esforço físico na coleta da castanha, facilitando a atividade, os mapas da produção proporcionam maior conhecimento sobre o castanhal e melhor aproveitamento das potencialidades dessas áreas”, explica.

O mapeamento das áreas extrativistas também influenciou o desempenho produtivo dos castanhais acrianos. Pesquisas revelaram que o uso de rotas modeladas, aliado a técnicas de manejo do castanhal, como a retirada de cipós das árvores, pode aumentar em até 27% a produção anual de frutos.



Foto: Priscila Viudes

Pesquisadores e extrativistas analisam mapas da produção





Foto: Gabriel Rezende Faria/Embrapa



Extrativista Silva realiza mapeamento de castanhal

em quatro municípios. Nesta atividade foi possível ver, por exemplo, que as castanhas do Município de Juína possuem 12 mg de selênio por quilo do produto. O número é quase cinco vezes maior do que os teores encontrados nos demais municípios. O elevado teor de selênio é um dos atributos da castanha-do-brasil, uma vez que a substância combate os radicais livres e proporciona outros benefícios à saúde humana, entre eles a prevenção do câncer.

Apesar das diferenças morfológicas, a análise das características genéticas das castanheiras de Itaúba, Juína, Cotriguaçu e Alta Floresta (municípios do Estado de Mato Grosso situados em um raio de mais de 300 km) mostrou que há pouca diversidade entre elas. Isso ajuda a comprovar a hipótese de que esses castanhais foram

plantados por comunidades indígenas que viveram na região norte de Mato Grosso antes da chegada dos europeus.

**FRUTOS EM MENOS TEMPO**

A preocupação da pesquisa contempla também a melhoria do sistema de produção extrativista. Um trabalho conduzido em Mato Grosso avalia, por exemplo, se o manejo de castanheiras regenerantes com a retirada de cipós e plantas competidoras de seu entorno pode contribuir para o crescimento

Foto: Lúcio Rogério Bastos Cavalcanti/Embrapa



e encurtar o tempo necessário para que uma árvore jovem comece a produzir frutos. Em condições de mata, uma árvore demora cerca de cem anos para começar a produzir. Encurtando esse período, seria possível aumentar o número de indivíduos produtivos e prolongar o período de produção.

Futuramente, pesquisadores ainda avaliarão a eficiência da supressão de indivíduos maiores, já improdutivos, como forma de abertura de clareira favorecendo o crescimento das árvores regenerantes.

A geração de índices técnicos e econômicos da atividade extrativista é outro desafio para as pesquisas com castanheira, considerando que até o momento esse tipo de informação ainda é escasso. Esses dados, aliados à maior produtividade, podem melhorar o sistema produtivo. O pesquisador Hélio Tonini, da Embrapa Agrossilvipastoril, teme que, futuramente, com a viabilidade de plantios comerciais de castanheira, grandes e médios produtores se interessem pela cultura, deixando à margem milhares de coletores.

“Precisamos saber quanto custa a atividade, quanto o extrativista ganha. A ideia é tentar tornar esse sistema de produção mais competitivo, via produção. Sem reserva de mercado. A castanha valoriza a mata. Tem muito produtor que deixa a mata em pé porque visualiza um ganho na castanha”, afirma Tonini.

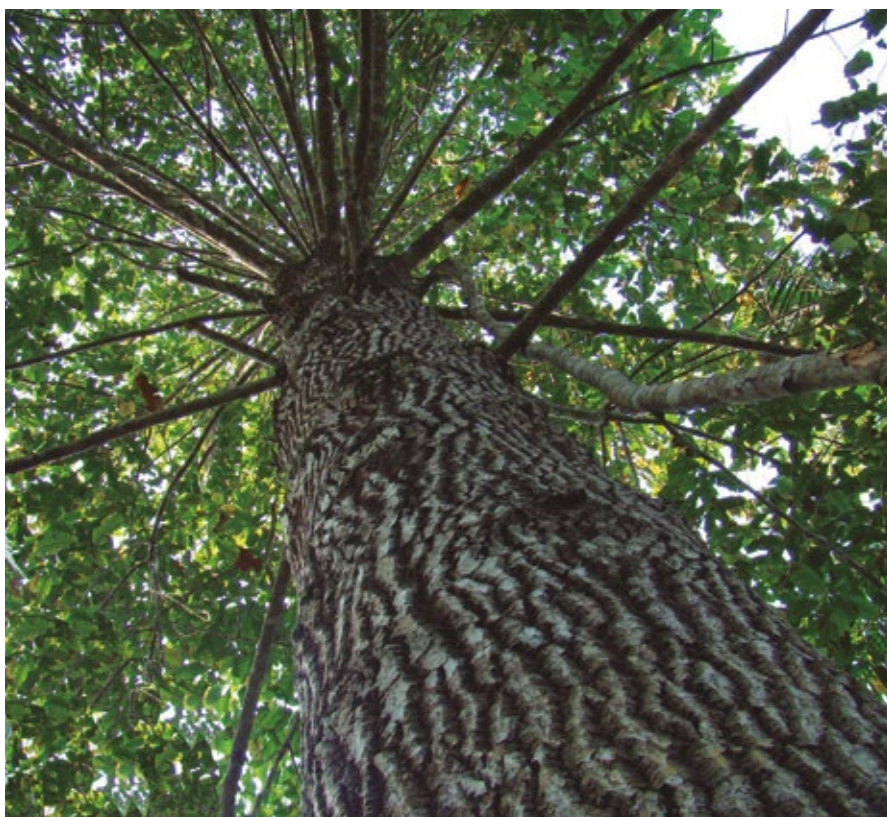


Foto: Sigjia Regina Souza/Embrapa

## CASTANHA NA ROÇA

Por Dulcivânia Freitas

Agroextrativistas do Amapá são parceiros da Embrapa no desenvolvimento de uma técnica para renovação e expansão de castanhais nativos. O sistema chamado de “Castanha na Roça” é uma iniciativa inédita para manter a produtividade de castanhais em áreas abertas vizinhas à floresta. O pesquisador Marcelino Carneiro Guedes, da Embrapa Amapá, explica que o sistema significa, na prática, uma alternativa viável à dificuldade que a castanheira da Amazônia vem apresentando relacionada à capacidade de regeneração natural.

O sistema é executado por meio do manejo do processo de regeneração natural das castanheiras em áreas da agricultura itinerante. Os cultivos itinerantes são realizados seguindo ciclos, normalmente de dois a três anos consecutivos, com posterior período em pousio, quando acontece a regeneração da capoeira. Ao retornar àquela área, a vegetação é novamente cortada e queimada para novo plantio.

De acordo com o pesquisador, é evidente o maior potencial de recrutamento das castanheiras em áreas abertas circunvizinhas à floresta madura.



# SABORES EXÓTICOS

Amazônia é berço de frutas nativas de alto potencial comercial

Por Izabel Cristina Drulla Brandão

Poucas pessoas fora do meio rural ou acadêmico relacionam o processo de domesticar a plantas ou frutas. Costuma-se associar o termo "domesticado" a animais, mas nunca ao açaí na tigela proveniente da cultivar BRS Pará, por exemplo, ou ao cupuaçu da BRS Carimbó no recheio do bombom. No entanto, nos bastidores da ciência e experimentos de campo, desde o Instituto Agronômico do Norte (IAN), fundado em 1939 e precursor da Embrapa Amazônia Oriental, a domesticação de fruteiras amazônicas progride ano a ano em direção a cultivos, à redução dos custos de produção e do preço final da fruta, ao aumento da oferta e qualidade dos produtos, inclusive os agroindustriais, a novas opções de emprego e renda e a alternativas para recuperação de áreas de reserva legal (ARLs) e proteção permanente (APPs).

Domesticar plantas, de forma geral, significa alguém tirá-las do ambiente

natural porque têm alguma utilidade, como árvores que produzem frutos comestíveis, para plantá-las próximo às casas ou desenvolver plantios em maior escala. A domesticação acaba por resultar na prevalência de características genéticas superiores que atendam às necessidades humanas, como frutos maiores, mais doces, menos caroços ou árvores mais baixas para facilitar a colheita.

No caso da Amazônia, muito antes de os grupos de pesquisa entrarem em cena ou os caboclos experimentarem novidades em seus quintais, os povos pré-colombianos da região já colocavam em prática seu conhecimento tradicional milenar na domesticação primitiva de castanheiras e pupunheiras, entre outras. "Domesticavam para sobreviver, num trabalho empírico, lento e minucioso, ao passo que atualmente procura-se mais atingir objetivos econômicos, como o maior rendimento de polpa, cabendo à pesquisa modificar

o padrão genético da espécie tendo em vista a obtenção das características desejadas", observa o pesquisador José Edmar Urano de Carvalho, da Embrapa Amazônia Oriental (Belém).

Os bancos ativos de germoplasma (BAGs) e coleções de fruteiras e palmeiras nativas da Amazônia, indispensáveis para conservação de recursos genéticos para programas de melhoramento, como os existentes na Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Amazônia Ocidental, são referências mundiais. Da mesma forma, ao estabelecerem as bases para a formação de pomares uniformes, produtivos, bem manejados, resistentes a pragas e doenças, com materiais selecionados, pesquisadores das Unidades da Embrapa na Amazônia, junto com técnicos, agricultores e populações tradicionais, por vezes em parceria com outras instituições, fazem história. São pioneiros em várias frentes desse conhecimento,



até mesmo nas formas de construí-lo em conjunto e socializá-lo com os públicos de interesse.

Esses cientistas buscam técnicas de manejo, métodos de propagação por semente ou muda, adubação e nutrição, sistemas de produção (em especial a utilização de espécies frutíferas amazônicas em sistemas agroflorestais), clones e cultivares, entre outras tecnologias para uso da terra, que sejam, ao mesmo tempo, economicamente viáveis, ambientalmente sustentáveis e socialmente justas. Essas premissas apresentam-se indispensáveis em uma região que abriga as naturezas maiores do mundo – maior floresta tropical do planeta, o maior banco genético, a maior bacia hidrográfica, o maior bioma –, mais de 20 milhões de habitantes e, na vida agrícola, uma maioria de agricultores familiares descapitalizados com baixo nível tecnológico e baixa eficiência econômica na produção.

## AVANÇOS TECNOLÓGICOS

Por Izabel Cristina Drulla Brandão

Trabalhos de domesticação já determinaram avanços tecnológicos aos cultivos do guaraná (*Paullinia cupana* Kunth), da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H&B) – conhecida também como castanha-do-pará –, açai (*Euterpe oleracea* Mart.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum.) e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth).

Projetos recentes colocam em destaque o bacuri (*Platonia insignis* Mart.), uxi (*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrecasas), camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh), tucumã-do-amazonas (*Astrocaryum aculeatum* G.F.W. Meyer), tucumã-do-pará (*Astrocaryum vulgare* Mart.), abiu (*Pouteria caimito* (Ruiz et Pavon) Radlk), pequiá (*Caryocarpus villosus* (Aubl.) Pers.), taperebá (*Spondias mombim* L.) e muruci (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) – ou cajá e murici, como são conhecidos no Nordeste –, “entre outras dezenas de espécies nativas em estudo com potencial produtivo e de interesse econômico, consideradas de futuro promissor”, exemplifica a pesquisadora Walnice Oliveira do Nascimento, da Embrapa Amazônia Oriental.

## O BRASIL DAS FRUTAS

“O Brasil é o segundo grande centro de origem de espécies frutíferas tropicais, atrás apenas do Sudeste Asiático. Na Amazônia Brasileira concentram-se 44% das 500 espécies de frutas nativas do País. Estudos mencionam a existência de 220 plantas produtoras de frutos comestíveis na região, mas ainda são poucas as domesticadas, vindo a maioria do extrativismo”, situa Urano de Carvalho, que, em seu artigo “Frutas da Amazônia na era das novas culturas”, de 2012, enfoca a importância de frutíferas amazônicas e detalha suas perspectivas futuras, intercalando dados recentes com curiosidades históricas.

“A Amazônia é o último reduto de plantas potenciais à espera da domesticação e nossa vantagem é podermos no presente assistir, protagonizar e registrar esse processo bem de perto, passo a passo. Frutas exóticas, que

vieram de fora, como maçã e laranja, estão sendo transformadas há séculos, num processo contínuo cuja memória inicial se perdeu no tempo. A humanidade começou a domesticar plantas há dez mil anos, enquanto a história da domesticação das frutas amazônicas nem bem começou a ser escrita”, constata o pesquisador Alfredo Kingo Oyama Homma, também da Embrapa Amazônia Oriental.

Homma é editor técnico do livro *Extrativismo vegetal na Amazônia - história, ecologia, economia e domesticação*. A obra, lançada em 2015, é uma coletânea de trabalhos resultantes de pesquisas sobre produtos extrativos desenvolvidas nos últimos 20 anos. Esse é justamente o período em que o crescimento do mercado de frutas regionais se acelerou, sacudindo os atores das cadeias produtivas, entre eles produtores, pesquisadores e comerciantes, obrigando-os a procurar soluções capazes de suprir a demanda durante o ano todo, não só na safra, potencializada pelo avanço de técnicas de beneficiamento e congelamento de alimentos.

Algumas frutas nativas da Amazônia, por outro lado, são há muito cultivadas em larga escala, como abacaxi (*Ananas comosus* L.), cacau (*Theobroma cacao* L.), caju (*Anacardium occidentale* L.) e maracujá



(*Passiflora edulis*

Sims). Com o progresso da agronomia e da engenharia

genética, é possível abreviar

o processo de domesticação, mas, conforme Homma salienta, um tempo mínimo de cinco a dez anos, mais até, é necessário para se efetuar a seleção de uma planta adequada, fixando a parte útil que interessa para ser comercializada, a exemplo das características superiores de resistência a doenças, maior produtividade, adaptação ao ambiente, qualidade final do produto e maior longevidade.

#### DA COLETA AO CULTIVO

Os avanços tecnológicos alteraram os padrões de oferta das frutas nativas. Várias passaram a vir de áreas manejadas e cultivadas. Alfredo Homma informa que o guaraná já provém totalmente de plantios, sobretudo da Bahia. A castanha-do-brasil, apesar da imagem extrativa predominante, conta com sistemas produtivos responsáveis por 3 a 5% da produção oriunda de castanhais cultivados e em expansão.

O bacuri, de polpa mais cara entre as frutíferas nativas da Amazônia, com 95% da produção na região Norte concentrados no Pará, também começa a chegar aos mercados proveniente de áreas de manejo, porém o extrati-

vismo ainda impera. O Pará também concentra a maior produção de cupuaçu do Norte (65%), quase totalmente de cultivos comerciais, os mais antigos, iniciados nos anos 1970.

O tucumã-do-amazonas e a pupunha, que empatam no gosto popular quando consumidos com café, o primeiro entre amazonenses (em lascas no "x-caboquinho") e entre paraenses (cozida), estão separados pela distância tecnológica. Enquanto a pupunha – única palmeira amazônica totalmente domesticada – é plantada, a oferta de tucumã ainda é totalmente extrativa.

Se o consumo dessas duas é forte, o mesmo não acontece com o muruci. Segundo o pesquisador Urano de

## NO COMPASSO DA DOMESTICAÇÃO

Por **Izabel Cristina Drulla Brandão** | Colaboração Siglia Souza

Algumas tecnologias disponibilizadas pela Embrapa na Amazônia são um marco na história das fruteiras e palmeiras nativas. Confira:

- **Açaí**

A primeira cultivar de açaizeiro de terra firme, BRS Pará, foi lançada em 2004 pela Embrapa Amazônia Oriental. Dez anos depois, o benefício econômico gerado pela adoção da tecnologia nas cinco regiões brasileiras somava no mínimo R\$ 36,14 milhões.

A segunda cultivar de terra firme está em final de experimentos no Pará, para produção na entressafra a partir de irrigação por microaspersão e geração de frutos pequenos (rendem mais suco no processamento).

Manejo de Açaizais Nativos de Mínimo Impacto, para áreas de várzea, lançado pela Embrapa Amapá (Macapá, AP) em 2001, com impactos positivos na produtividade, entre outros benefícios.

- **Bacuri**

Propagação Rápida do Bacurizeiro, lançada em 2007, e Semente Direta do Bacurizeiro, em 2015, pela Embrapa Amazônia

Oriental, que também organizou as bases do Manejo de Bacurizeiros Nativos a partir do início dos anos 2000. Em andamento: seleção de clones para alto rendimento de polpa dos frutos.

- **Camu-camu (caçari)**

Produtos à base de camu-camu, gerados a partir de tecnologias de pós-colheita, foram apresentados em 2015 na Embrapa Roraima (RR) como resultado de projeto que incentiva o consumo e o trabalho de domesticação, melhoramento e valoração de fruteiras nativas da Amazônia. Em andamento: seleção de clones para alta produtividade e elevado teor de antocianina e vitamina C.

- **Cupuaçu**

Clones Coari, Codajás, Manacapuru e Belém, lançados em 2002 pela Embrapa Amazônia Oriental, foram os primeiros materiais tolerantes à vassoura-de-bruxa, seguidos dez anos depois pela cultivar BRS Carimbó, com bom nível de resistência à doença. As cultivares BRS 297, BRS 298, BRS 299, BRS 311 e BRS 312, com resistência acima de 85% à vassoura-de-bruxa, foram lançadas em 2014 pela Embrapa Amazônia Ocidental, Unidade em que o manejo da broca-do-cupuaçu, principal praga que afeta os cultivos, também é estudado. Alguns resultados nesse campo são a recente identificação do feromônio do inseto e



Carvalho, a fruta, que atraiu a atenção de renomados chefs de cozinha por seu aroma e gosto salgado, lembrando queijo, está sendo resgatada pela pesquisa para que a população recupere o hábito de consumo e a fruta não desapareça definitivamente do mercado. Carvalho conta que antigamente as frutas nativas eram mais consumidas na região, mas a facilidade de transporte trouxe outras de fora e as amazônicas foram relegadas à posição secundária. Ou então tornaram-se caras e escassas, como bacuri e pequiá, porque suas árvores fornecem madeira e por isso são derrubadas.

Fenômeno contrário aconteceu com o açai, a estrela do time, que

há duas décadas é alvo de crescente demanda entre consumidores no Brasil e exterior, com reconhecidos benefícios à saúde por seu alto teor de antocianina (antioxidante) e fibras. Em 2014, de acordo com Carvalho, o fruto do açazeiro ocupava o primeiro lugar na produção de frutas no Pará (foram quase 800 mil toneladas, cerca de 95% da produção nacional e 90% do Norte), o segundo na região Norte e o décimo terceiro no Brasil (vindo logo após o maracujá e com volume de produção superior ao do melão e da goiaba). Em sua maior parte, o açai é proveniente do manejo, em segundo lugar de açazeiros plantados em terra firme (com e sem irrigação) e, em menor escala, de açazais extrativos.

de substâncias voláteis produzidas pelos cupuaçuzeiros com possível influência no comportamento da broca. O processo de substituição de copa do cupuaçuzeiro para combate à vassoura-de-bruxa foi utilizado pela primeira vez em 1997 no Pará.

Para a agroindústria, o processo de fabricação do cupulate (chocolate à base de amêndoa de cupuaçu) está descrito desde 1990 no Boletim de Pesquisa de número 108, editado pela Embrapa Amazônia Oriental.

- **Guaraná**

Cultivares BRS Saterê e BRS Marabimana, de 2013, são as mais recentes lançadas pela Embrapa Amazônia Ocidental, recomendadas para aumentar a barreira contra a antracnose, principal doença do guaranzeiro no Amazonas. Está previsto novo lançamento de cultivar em 2016.

Já o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de guaranzeiro desse centro de pesquisa, formado nos anos 1980, é considerado único no mundo por reunir cerca de 270 clones diferentes da espécie.

- **Muruci (murici)**

Germinação Rápida e Uniforme de Sementes de Muricizeiro lançada em 2015 pela Embrapa Amazônia Oriental. Em anda-

mento: seleção de plantas mais produtivas e com maior rendimento de polpa.

- **Taperebá (cajá)**

Produção rápida e uniforme de mudas de taperebazeiro lançadas pela Embrapa Amazônia Oriental em 2015. Em andamento: seleção de clones tolerantes à mosca-das-frutas e com alto rendimento de suco.

- **Tucumã-do-amazonas**

Técnicas para facilitar a germinação das sementes de tucumã, Comunicado Técnico 77, lançado em 2009 pela Embrapa Amazônia Ocidental como estratégia para apoiar o processo de domesticação e a produção de mudas para cultivo.

- **Tucumã-do-pará**

O azeite de tucumã (proveniente da polpa), desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental em 2012 para uso na culinária, tem propriedades funcionais semelhantes ao azeite de dendê, com o diferencial de ser mais fino e suave que este e interferir menos no sabor e odor característicos dos alimentos aos quais é incorporado, além de apresentar maiores percentuais de ácidos graxos insaturados, que são benéficos à saúde, e maior teor de carotenoides. O óleo da amêndoa, por sua vez, é fonte de matéria-prima para produção de biodiesel.



Silas Mochiutti, da Embrapa Amapá

## AÇAÍ BEM MANEJADO

Por Dulcivânia Freitas

Açaizal bem manejado garante mais renda para o produtor e preserva a diversidade da floresta. O duplo benefício é obtido quando se aplica a técnica conhecida como “Manejo de mínimo impacto de açaisais nativos”, que permite aos agricultores um verdadeiro salto na produtividade das suas lavouras – de um patamar de 20 a 30 sacas (cerca de 52 quilos), em média, por hectare para até 100 sacas. Outros impactos positivos são a geração de renda e emprego, além da ampliação de ocupação da força de trabalho familiar, segundo estudos relatados por analistas da Embrapa Amapá.

O “Manejo de mínimo impacto” foi desenvolvido pela Embrapa com base em levantamentos realizados por pesquisadores em açaisais nativos manejados pelos produtores e em experimentos e módulos estabelecidos em diversos tipos de açaisais. É utilizado desde 2002 por produtores de açai do estuário amazônico, nos estados do Amapá e do Pará.

A tecnologia é baseada no princípio da combinação adequada de açazeiros e outras espécies florestais. “A boa distribuição das árvores no açaisal garante boa produção de frutos, melhora a qualidade e o rendimento de polpa e reduz o trabalho de limpeza do açaisal”, afirma o pesquisador da Embrapa Amapá Silas Mochiutti, doutor em Ciências Florestais.

O consenso é de que o açaisal manejado produz mais frutos e de melhor qualidade. Mas, para conservá-lo produtivo, é preciso fazer a manutenção a cada dois anos, por meio de roçagem e retirada das palmeiras finas e com mais de 12 metros. A demonstração prática do manejo de mínimo impacto dos açaisais nativos vem sendo disseminada, nos últimos dez anos, para produtores e extensionistas rurais do Amapá, por meio de palestras e treinamento prático em áreas de terra firme, em ambiente de floresta de várzea do Campo Experimental da Embrapa em Mazagão e também em açaisais de produtores parceiros. O objetivo é sempre transferir conhecimentos visando ao aumento da produção de frutos de açai e também à manutenção da diversidade florestal no estuário amazônico.

No período de 2009 a 2013, os números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) mostram crescimento significativo na produção e no preço do fruto de açai no Estado do Amapá. Enquanto em 2009 foram registrados em torno de 115 mil toneladas, totalizando uma rentabilidade de R\$ 160 mil, em 2013 a produção atingiu 202 mil toneladas e renda estimada em R\$ 409 mil. De acordo com a análise da Embrapa Amapá, isso é consequência dos diversos manejos praticados pelos ribeirinhos no extrativismo do açai.



Foto: Fábio Sian Martins/Embrapa



# O ÓLEO VEGETAL MAIS VENDIDO NO MUNDO

Ótimo gerador de renda e sequestrador de carbono, o dendezeiro, ou palma de óleo, é opção para plantio em 30 milhões de hectares do bioma amazônico já alterados

Por Felipe Rosa

Famoso no Brasil por seu uso tradicional na culinária nordestina, o óleo de dendê tem importância e versatilidade tão grandes que impressionam. Está presente nas indústrias alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. Não há oleaginosa mais produtiva – um hectare de dendezeiro gera cerca de cinco toneladas de óleo por ano, contra 700 quilos com a mesma área de mamona e 500 quilos no caso da soja. Entre os óleos de origem vegetal, é o mais comercializado no mundo, dominando mais de 30% do mercado total e 45% do mercado de óleos específicos para alimentos.

Esse domínio tem motivo. O óleo de dendê é o melhor substituto para a gordura trans, e por isso é usado em alimentos como sorvetes, biscoitos e margarinas, a fim de garantir características como durabilidade, crocância e sabor. Também integra sabões, sabonetes, detergentes, lubrificantes e glicerina, dentre diversos outros

produtos. Pode ser usado, ainda, para a produção de biocombustível.

Uma série de fatores coloca o Brasil como uma das áreas potenciais para expansão sustentável da dendeicultura. O País conta com tecnologias de produção lançadas pela Embrapa; tem participação em apenas 0,5% da produção global de óleo de dendê; e suas indústrias importam mais da metade daquilo que precisam. Além disso, a Amazônia possui, somente em áreas já alteradas, 30 milhões de hectares aptos para o cultivo da palmeira. As informações provêm do Zoneamento Agroecológico da cultura, realizado em 2010, e que fez parte do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo do governo federal.

A expansão da dendeicultura na área delimitada pelo Zoneamento faria do Brasil líder mundial na produção de óleo de dendê, sem que fosse necessário avançar nenhum metro

sobre a Floresta Amazônica. Ou seja, plantios da palmeira podem ser ecologicamente sustentáveis e ainda fonte de desenvolvimento social e econômico para milhares de famílias na Amazônia – preocupação importante, uma vez que a cultura se tornou vilã quando os maiores produtores de dendê do planeta, Indonésia e Malásia, foram acusados de desmatar suas florestas equatoriais para dar lugar às lavouras.

Exemplo de como esse potencial pode ser mais bem explorado no Brasil e na Amazônia é o Pará, que concentra cerca de 90% da produção nacional de óleo de dendê. Além do pioneirismo por sediar a mais antiga agroindústria do ramo no País, a Denpasa, o estado apresenta, conforme o pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental Rui Gomes, áreas com aptidão agrícola, oferta de mão de obra e boa logística de produção – características que favoreceram a criação de outros »

empreendimentos do setor. “Esta concentração de empresas no estado levou ao fortalecimento da cadeia produtiva regional”, disse.

**DENDÊ E CIÊNCIA**

Nativo da África Ocidental, o dendê se adaptou bem às regiões tropicais da Ásia e América. Seu óleo se tornou uma *commodity* de importância global e há décadas provoca interesse da ciência. No Brasil, a Embrapa foi pioneira nas pesquisas e conduz os trabalhos de conservação e melhoramento genético do dendê (*Elaeis guineensis*), de origem africana, e também do caiaué (*Elaeis*

*oleifera*), palma de origem americana.

A partir do estudo e conhecimento dessas espécies, a Embrapa tem desenvolvido tecnologias que garantem o bom desempenho dos cultivos da palmeira no campo, com alta produtividade, resistência a pragas e doenças e melhor qualidade do óleo, além da sustentabilidade dos plantios, diminuição do custo de produção e alternativas viáveis para a agricultura familiar. Graças à pesquisa



**POTENCIAL DA CULTURA**

Por Felipe Rosa

A Associação Brasileira de Produtores de Palma (Abrapalma) listou quatro importantes características que destacam o potencial do dendê:

- Produz até 10 vezes mais do que outras oleaginosas;
- Bem orientada, seguindo os critérios sociais e ambientais exigidos pela legislação brasileira e pelos modernos critérios internacionais de sustentabilidade, a cultura do óleo de palma pode ter importante papel na redução da pobreza das regiões produtoras;
- No Brasil, só pode ser plantada em áreas degradadas, que não teriam outra utilização;
- Pode ajudar no sequestro de carbono, contribuindo para mitigar os problemas relacionados às mudanças climáticas.

Produção no mundo		
País	Toneladas	%
1. Indonésia	25.400.000	48,90
2. Malásia	18.480.000	35,60
3. Tailândia	1.510.000	2,90
4. Colômbia	930.000	1,75
5. Nigéria	910.000	1,75
6. Papua N. Guiné	510.000	0,98
7. Equador	500.000	0,96
8. Costa do Marfim	315.000	0,61
<b>9. Brasil</b>	<b>310.000</b>	<b>0,57</b>
10. Honduras	290.000	0,56
Outros	2.718.000	5,24
<b>Total</b>	<b>51.863.000</b>	<b>100</b>

Fonte: USDA Foreign Agriculture Service, 2011.



científica, o Brasil já conta com a disponibilização de sistemas de produção, tecnologias para produção de sementes, zoneamento agroecológico da cultura e uso como biocombustível. Também já foram lançadas oito cultivares, sendo sete do tipo tenera (híbridos intraespecíficos da espécie africana – cruzamento entre dendê e dendê) e um híbrido a partir do cruzamento entre o dendezeiro e o caiaué.

O plantio do dendezeiro com outras culturas nas entrelinhas é boa alternativa para a agricultura familiar e pode gerar renda e segurança

alimentar durante a fase improdutivo da palmeira, nos três primeiros anos. A Embrapa Roraima e a Embrapa Amazônia Ocidental já realizaram experimentos que comprovam a eficiência do sistema. No Amazonas, foram avaliados consórcios do dendezeiro com banana, mandioca e abacaxi. Com o abacaxi, houve amortização de 100% dos custos de implantação e manutenção do sistema no período de três anos. Os sistemas palma/banana e palma/mandioca amortizaram 86,7% e 64,5% dos investimentos, respectivamente, no mesmo período. Outros sistemas avaliados favoreceram o crescimento vegetativo da palma, como o consórcio com feijão, milho e amendoim.

---

## A PALMEIRA QUE SEQUESTRA CARBONO

Por Fabio Reynol

Um poste metálico de 23 metros de altura domina a paisagem em meio a uma plantação de 25 hectares de dendê, a 100 km de Belém do Pará. A torre é um sofisticado equipamento de medição atmosférica e tem demonstrado que o dendezal é um potente assimilador de carbono atmosférico.

No meio da torre, a 12 metros de altura, uma fonte de luz infravermelha dispara flashes intermitentes no ar. A cada décimo de segundo, o equipamento registra o número de moléculas de carbono encontradas sobre a plantação. Os resultados são comparados às medições de outra torre, distante 300 km dali sobre uma floresta nativa.

Instalado no município paraense de Moju, o experimento começou em janeiro de 2014 e há um ano iniciou as medições de carbono. “A série registrada indica que as taxas de assimilação de carbono do dendê são altas: tão grandes ou maior que a de uma floresta primária”, declara Alessandro Carioca de Araújo, pesquisador da Embrapa responsável pelo estudo. Os dados têm confirmado pesquisas com a planta na Ásia, continente de origem da palmácea.

Carioca conta que o dendê é uma ótima opção de cultura para áreas já alteradas do bioma amazônico. “Além de ser rentável, o plantio de dendê ainda pode contribuir para mitigar efeitos das mudanças climáticas, como o aquecimento global, graças à capacidade de assimilação de carbono”, frisa o pesquisador.

A pesquisa inclui também medições de carbono no solo e agora começa a fase de avaliação da biomassa. “Já sabemos que o dendê é um bom assimilador de carbono, mas é preciso saber o quanto desse elemento é retido na planta e no solo, que é a capacidade de reter carbono”, explica Carioca. É justamente isso que será averiguado no estudo da biomassa.

A expectativa é que se confirmem os resultados obtidos na Malásia em que se demonstraram a grande capacidade da espécie em reter carbono. No entanto, o pesquisador esclarece que não há garantias de que a resposta no Brasil seja a mesma. “Esse desempenho pode variar devido a inúmeros fatores, como os microrganismos presentes no solo, por exemplo, mas as perspectivas são muito boas”, afirma.

# PLANTIO EM HARMONIA COM A MATA

## Sistemas agroflorestais geram emprego e renda

Por Kelem Cabral

Produtores familiares da cidade de Tomé-Açu (PA) encontraram na diversificação da produção o caminho para superação da adversidade advinda da fusariose – doença causada pelo fungo *Fusarium solani* f. sp. piperis–, que dizimou lavouras de pimenta-do-reino na década de 1970. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs), inicialmente adotados por aqueles produtores como uma estratégia de sobrevivência, colocam hoje o município paraense em destaque como modelo de produção sustentável, organização e geração de emprego e renda.

Esses sistemas permitem aos produtores a redução ou a eliminação do uso de insumos externos, como adubos ou defensivos agrícolas, pois, ao imitarem a dinâmica da floresta, com um modo de produzir biodiverso, provêm a fertilidade do solo necessária à produção e favorecem o controle biológico de pragas e doenças, além de safras de diversos produtos que podem garantir renda durante todos os meses do ano.

Distante cerca de 200 km da capital paraense, Belém, a cidade tem cerca de 60 mil habitantes e já foi conhecida como a “Terra da Pimenta-do-Reino”, cultura cultivada principalmente pelos imigrantes japoneses que nos anos 1930 fundaram uma colônia no local. No período pós-Segunda Guerra, a tradição agrícola dos orientais ajudou a dar ao



município o título de maior produtor mundial, com colheitas anuais que ultrapassavam as cinco mil toneladas.

Com a contaminação das plantações pela fusariose, muitos produtores migraram para outras cidades em busca de novas terras, porém centenas de famílias não tiveram como deixar o local e buscaram alternativas de sobrevivência, como conta o produtor Michinori Konagano, presidente da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (Camta). A inspiração na diversificação, segundo ele, veio da observação dos quintais dos ribeirinhos amazônicos que possuíam, em uma mesma área, frutíferas, mandioca, açaí e até pequenos animais.

A pimenta continuava nos planos dos japoneses, mas não mais como monocultivo. Há cerca de 30 anos, passaram a cultivar também cacau e andiroba. Depois vieram o açaí, o cupuaçu e outra gama de espécies frutíferas e florestais com o aproveitamento total das terras.

Os resultados foram positivos: segurança alimentar e diversificação de renda. “Fazíamos consórcios de várias espécies, tudo muito intuitivamente e não conhecíamos a expressão SAF”, lembra Michinori. A nomenclatura para as experiências que os produtores já desenvolviam se fortaleceu há cerca de 20 anos, por meio de parcerias com a Embrapa Amazônia Oriental.

### SAFTIPO EXPORTAÇÃO

A pesquisa aliada à experiência dos produtores rurais transformou o município em referência em Sistemas Agroflorestais, não apenas no Pará, mas dentro e fora do Brasil.

A Embrapa levou tecnologias, como o melhoramento das espécies cultivadas, composições mais eficientes dos sistemas e análises para correção dos solos degradados, e encontrou nos produtores parceiros ideais. Mais que uma vitrine dos SAFs, a cidade é, atualmente, um grande “laboratório aberto”, como define o pesquisador Osvaldo Kato.

Os produtores, de sua parte, abrem as propriedades para visitas técnicas, dias de campo, cursos e capacitações ministradas em parceria com a Embrapa, a exemplo do Curso Internacional de Tecnologias Agroflorestais, realizado há cerca de dez anos para técnicos de Colômbia, Brasil, Equador, Peru e Venezuela.



Foto: Ronaldo Rosa

Produtores aliam-se aos pesquisadores e transformam Tomé-Açu em referência.



Foto: Vinícius Braga

Michinori Konagano, presidente da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu

**Fazíamos consórcios de várias espécies, tudo muito intuitivamente e não conhecíamos a expressão SAF.**

# EXTRAINDO RIQUEZAS DAS ÁGUAS

Pesquisa científica impulsiona piscicultura

Por **Síglia Souza** | Clênio Araújo, Izabel Brandão, Dulcivânia Freitas e Clarice Rocha

Na Amazônia, cresce uma atividade promissora para a agropecuária no País, a piscicultura, fortalecida por ações de pesquisa. Estudos em nutrição, sanidade, reprodução, genética e manejo da produção dirigem-se, principalmente, a duas espécies nativas da região, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*).

O tambaqui é a espécie nativa mais cultivada no Brasil e 89,5% dessa produção sai dos nove estados da Amazônia Legal, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Pesquisadores da Embrapa Amazônia Ocidental conseguiram, em 2001, reduzir o ciclo de produção desse peixe de 36 para 12 meses. A produtividade saiu do patamar de 1,5 t/ha/ano para o de 6 t/ha/ano em 2009 e passou, a partir de 2013, a triplicar

graças à implementação do sistema intensivo com uso de aeração diária, que permite índices de 18 a 22 t/ha/ano.

Inclui-se nas pesquisas a melhoria da sanidade dos peixes, com a identificação, prevenção e controle de parasitos, assim como a busca de alternativas terapêuticas com óleos essenciais de plantas medicinais, para o controle e tratamento de doenças na piscicultura. Estão sendo feitos ainda estudos genéticos para formar população somente de fêmeas, a fim de aumentar a produção de carne e apoiar a produção em maior escala do tambaqui.

Outra linha de pesquisa envolve opções para enriquecer a ração, com a estratégia de aliar ganhos nutricionais e sanidade, e reduzir os custos de produção. “Hoje, em toda a região, contemplamos diferentes áreas de

pesquisa buscando agregar sustentabilidade e boas práticas de manejo à piscicultura”, explica a pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental Cheila Boijink.

No Pará, entre outros trabalhos, a Embrapa desenvolveu rações balanceadas que podem ser produzidas artesanalmente ou com o mínimo de equipamentos pelos piscicultores familiares da região. Para tambaqui, por exemplo, o pesquisador Heitor Martins, da Embrapa Amazônia Oriental, cita a fórmula à base de macaxeira, farelo de soja e suplementos minerais e vitamínicos.

Na Embrapa Roraima, estão sendo realizadas pesquisas com espécies nativas como o tambaqui, o pirarucu e o matrinxã. Os trabalhos nessa área vêm se ampliando desde 2012, graças à estrutura do Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia

## FUNDO AMAZÔNIA

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) destinará R\$ 33 milhões provenientes do Fundo Amazônia para a execução do Projeto Integrado da Amazônia, coordenado pela Embrapa. As ações deverão estar voltadas à recuperação de áreas degradadas e ao uso sustentável do bioma e ao monitoramento do desmatamento, da degradação florestal e dos serviços ecossistêmicos da Floresta Amazônica. Centros de pesquisa da Empresa serão responsáveis pelo desenvolvimento de projetos locais, que devem implementar ações para valorizar a floresta em pé, promover o ordenamento territorial e a regularização fundiária; e estruturar e integrar os sistemas de controle, monitoramento e fiscalização ambiental na

Amazônia. Estão envolvidas 12 Unidades da Embrapa nos projetos que, por sua vez, estarão distribuídos em quatro arranjos de acordo com suas temáticas: Monitoramento do desmatamento e da degradação florestal e serviços ecossistêmicos; Restauração, manejo florestal e extrativismo; Tecnologias sustentáveis para a Amazônia e Aquicultura e Pesca. Os projetos devem ser realizados em municípios prioritários para prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento, em conformidade com o Decreto 6.321/2007; em municípios sobre área de influência de grandes obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC); e em municípios/regiões com maior conservação da cobertura florestal. O desafio se relaciona à redução das emis-

sões de gases do efeito estufa, e, assim, a compromissos internacionais assumidos pelo Brasil na 12ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-12). O acordo prevê a realização de atividades num primeiro contrato com prazo de até três anos e meio. Os recursos recebidos ficam sob a gestão da Fundação Eliseu Alves durante toda vigência do acordo, agente responsável pela mediação do valor na Embrapa. Para garantir e gerenciar a implantação do Projeto de maneira a alcançar os objetivos e resultados especificados pelo BNDES, foi constituído um Comitê de Gestão e Governança do Projeto, presidido pelo Departamento de Transferência de Tecnologia (DTT) da Embrapa (*Da Redação*).

(Loam), onde há pesquisas para criação em viveiros e estudos sobre a qualidade da água (monitoramento, manejo, medidas de controle e recirculação), nutrição e sanidade (diagnóstico e controle de doenças).

O cultivo de tambaqui, durante as fases de larvicultura e alevinagem (produção de filhotes de peixes – alevinos – semelhantes aos adultos da espécie), é muito suscetível a doenças, necessitando, portanto, de um adequado manejo sanitário. O pesquisador Marcos Tavares Dias, da Embrapa Amapá, destaca que o monitoramento sanitário é fundamental para garantir o bom desempenho produtivo e a segurança do sistema intensivo de produção de tambaqui. Na prática, esse monitoramento sanitário é realizado por meio da análise da qualidade da água, da avaliação do nível da carga parasitária nos peixes e do manejo

adequado em geral.

### GIGANTE DAS ÁGUAS

Questões de sanidade, manejo, nutrição, genética e reprodução também estão presentes na pesquisa e transferência de tecnologia para dar suporte à produção do pirarucu em cativeiro, por meio do projeto Pirarucu da Amazônia. Embrapa, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que assumiu ações do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), estão juntos nesse projeto, cujas ações se estendem aos sete estados da região Norte.

De acordo com Ana Paula Oeda Rodrigues, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, o pirarucu é uma espécie com hábito alimentar carní-

voro de grande porte e valor comercial, possui carne de excelente qualidade e crescimento acelerado e inigualável entre as espécies de água doce (até 10 kg/ano). Esse peixe possui poucas espinhas e rendimento de filé de até 50% e pode ser criado tanto em viveiros escavados quanto em tanques-rede.

Uma das ações do projeto foi a marcação eletrônica de pirarucus, que permite a identificação, o acompanhamento do crescimento e a condução da reprodução dos animais, além da rastreabilidade do produto. A pesquisadora Alexandra Bentes, da Embrapa Amazônia Oriental, explica que a tecnologia permite observar o nível de parentesco entre os indivíduos e evitar a consanguinidade, condição reprodutiva que diminui a qualidade do plantel por causar, por exemplo, aumento da ocorrência de defeito e diminuição do tamanho e do número de indivíduos.



# SABEDORIA NATIVA

Troca de saberes entre indígenas e pesquisadores enriquece conhecimento

Por **Izabel Drulla Brandão** | Colaboração Diva Gonçalves, Dulcivânia Freitas, Clarice Rocha e Priscila Viudes

Kulina Madija e Kaxinawá no Acre. Galibi Kali'na, Palikur, Galibi Marwono e Karipuna no Amapá. Parakanã no Pará. Makuxi, Ingarikó e Wapxana em Roraima. Todas etnias indígenas com as quais a Embrapa desenvolve ações na Amazônia, por meio de projetos que variam da produção de alimentos à colheita de sementes florestais, em que a tônica é o intercâmbio de conhecimento capaz de beneficiar tanto as aldeias quanto a Ciência.

Pesquisas com povos indígenas têm contribuído para reconfigurar fazeres tradicionais e originar novos conhecimentos para melhoria e diversificação dos cultivos agrícolas e aproveitamento de recursos naturais. No Acre, conhecimentos sobre os solos das terras indígenas (TI) Kaxinawá, por exemplo, foram sistematizados em uma publicação na língua Kaxinawá e na linguagem científica, em português. Em Kulina (Madija) e Kaxinawá, essa produção de conhecimento contribuiu para fortalecer a medicina e a agricultura nas aldeias.

As alternativas incluem sistemas agroflorestais (SAFs) com frutíferas, adoção de variedades resistentes e de medidas simples para controle de pragas e doenças, introdução de novas variedades de mandioca e implantação de casas de farinha, neste caso em parceria com o governo do estado, por meio da Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar (Seaprof).

O líder indígena Ninawá Kaxinawá atesta: "Aprendemos novas formas de plantio e isso melhorou a produção de

← Alternativas incluem SAFs com frutíferas (à esquerda)

alimentos. Antes a gente plantava e, às vezes, não conseguia colher. Com esse conhecimento a mais, nossa agricultura se fortaleceu". O agente florestal Antônio Banê Kaxinawá, por sua vez, complementa: "Hoje entendemos pesquisa como algo que traz benefícios para a comunidade. Percebemos que, com participação, podemos modificar nossa realidade".

### AS EXPERIÊNCIAS NO OIAPOQUE

Uma região desenhada por savana, campos alagados e florestas entrecortadas pelos rios e igarapés. Assim são as terras indígenas de Oiaoque, no extremo norte do Amapá, onde cerca de 7 mil indígenas de 40 aldeias fazem proveito desses nichos ecológicos para alimentação, transporte e trocas comerciais. É nesse ambiente que a Embrapa Amapá encontrou oportunidades para intercâmbio de conhecimentos em manejo sustentável de frutíferas, tendo como foco central a palmeira do açaí.

No Projeto Frutiindo, os produtores indígenas são protagonistas das ações voltadas para melhorar e ampliar a produção agrícola que visa garantir segurança alimentar e geração de renda a essas populações. Para resguardar a singularidade das etnias, aldeias e padrões socioculturais dos indígenas, todo plano de trabalho foi definido junto com os caciques.

Domingos Santa Rosa, indígena e técnico da Fundação Nacional do Índio (Funai), que atuou no projeto, ressalta a valorização dos aspectos cultural e ambiental desse trabalho: "É importante para o atual momento, em que a questão da sustentabilidade dos povos indígenas vem sendo discutida, e também para o futuro das comuni-

dades com relação à gestão das terras indígenas".

O pesquisador Silas Mochiutti explica que o princípio do manejo de impacto mínimo de açais de grotas em terras indígenas no Amapá é o aumento da produção de frutos, com a manutenção das características das florestas e a preservação da função ambiental da área. Já o líder do Frutiindo, Jackson de Araújo dos Santos, destaca que, com a adoção das técnicas de manejo, os resultados esperados são menor esforço e mais segurança na coleta dos cachos de açaí, aumento em até 100% na produtividade de frutos e ampliação do período de coleta de três para até sete meses.

### POR MAIS FLORESTAS NAS ALDEIAS DO PARÁ

A colheita de frutos e sementes florestais com técnicas seguras de escalada em árvore vem sendo praticada desde os anos 2000 na terra dos Parakanã, no Pará. As capacitações para o exercício da atividade foram realizadas pela Embrapa Amazônia Oriental.

A Área de Coleta de Sementes de 100 hectares, implantada na reserva florestal indígena, está em vias de ser registrada na Superintendência Federal da Agricultura, ligada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em Belém. Isso permitirá a certificação das sementes florestais do Parakanã, com reconhecimento da origem e da boa qualidade genética desse material propagativo. Além dessa, outras áreas de coleta de sementes menores foram implantadas ao lado das aldeias, para promover a educação ambiental entre os índios.

As principais espécies comercia-

lizadas são mogno, paricá, andiroba, copaíba, castanha-do-pará e tatajuba. Só de mogno, já foram comercializadas mais de uma tonelada de sementes, o que tem permitido a utilização da espécie em projetos de reposição florestal. "Os rendimentos obtidos com a venda das sementes favorecem a geração de renda e a melhoria da qualidade de vida da comunidade", observa a pesquisadora Noemi Vianna Leão. Nesse trabalho, a Embrapa contou com a parceria da Rede de Sementes da Amazônia, Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal Rural da Amazônia, além do Programa Parakanã, mantido por meio de convênio entre Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte) e Funai.

### MAIS ALIMENTOS EM RORAIMA

A Embrapa Roraima vem atuando desde 2012 nas comunidades indígenas por meio do projeto Valorização da Agricultura Indígena (VAI), que busca incentivar a produção e a diversificação de alimentos em comunidades tradicionais, pela transferência de tecnologias para a agricultura familiar. O foco é na produção de feijão-caupi, mandioca, melancia e criação de peixes. Cinco comunidades indígenas são atendidas pelo projeto, que desde sua criação já capacitou mais de 100 agentes das etnias Makuxi, Ingarikó e Wapxana. •



#### « navegue »

Museu Emílio Goeldi  
<http://www.museu-goeldi.br>  
Acesse:  
<http://www.polinizadoresdobrasil.org.br/>  
Visite:  
[www.kamukaia.cnptia.embrapa.br](http://www.kamukaia.cnptia.embrapa.br)  
Navegue – Terra Class  
[www.inpe.br/cra](http://www.inpe.br/cra)



**FIXAÇÃO BIOLÓGICA  
DE NITROGÊNIO.  
UMA PRODUÇÃO QUE  
GERA MAIS LUCRO  
COMEÇA POR UMA  
TERRA MAIS RICA.**

A Fixação Biológica de Nitrogênio é uma fábrica natural de adubo nitrogenado para sua plantação, onde as bactérias fazem o trabalho. Graças à pesquisa agropecuária, hoje todas as plantações de soja do Brasil adotam essa alternativa sustentável. A FBN, além de proteger lagos, rios e lençóis freáticos, ajuda a economizar US\$ 7 bilhões por ano antes usados na adubação química. Ou seja: mais economia para o produtor e mais respeito ao ambiente.

*Acesse [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br) e conheça essa e outras soluções de pesquisa científica que a Embrapa tem a oferecer.*

**EMBRAPA. CIÊNCIA QUE TRANSFORMA A VIDA.**



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



# CAÇADORES DE MOLÉCULAS

A caracterização de compostos químicos responde aos desafios da pesquisa e da bioeconomia, seja para compreender o metabolismo de organismos vivos, seja para descobrir novos produtos com origem renovável

Por Vivian Chies

Arte: Lúcio Cavalcanti

Cientistas estão empenhados em extrair de plantas, de resíduos agrícolas e do metabolismo de microrganismos compostos químicos que hoje são derivados da indústria do petróleo. Nos laboratórios, parte dessas plantas e resíduos – a biomassa – é submetida a processos químicos ou bioquímicos, o que as desconstrói, dando origem a diversos compostos químicos. Chegar até aqui já é um trabalho e tanto. Identificar, depois, quais são esses compostos, em busca daqueles de maior valor agregado, é outro desafio.

Os instrumentos para

caracterização química evoluíram (e muito) nos últimos anos. Mas, ao contrário do que pode parecer óbvio após uma maratona de episódios do seriado CSI<sup>1</sup>, não basta inserir uma amostra de um lado para obter, do outro, um laudo com “nome e sobrenome” de todos os compostos químicos ali presentes. É preciso combinar técnicas de preparo de amostra, extração, separação e identificação, além de muito conhecimento técnico a fim de interpretar os resultados obtidos para, assim, estabelecer a identidade

química inequívoca das substâncias presentes no material investigado. “Em alguns casos, você pode ter compostos muito valiosos na sua amostra, mas pode perder esse bem precioso, se não utilizar uma estratégia eficiente de caracterização química”, diz o pesquisador Clenilson Rodrigues, da Embrapa Agroenergia.

Era o que poderia ter acontecido em um projeto desse centro de pesquisa, que utiliza fungos filamentosos para obter outros compostos químicos a partir da glicerina, coproduto gerado

<sup>1</sup> - Crime Scene Investigation (CSI), série americana produzida para televisão centrada na investigação, com base na ciência, da cena do crime.

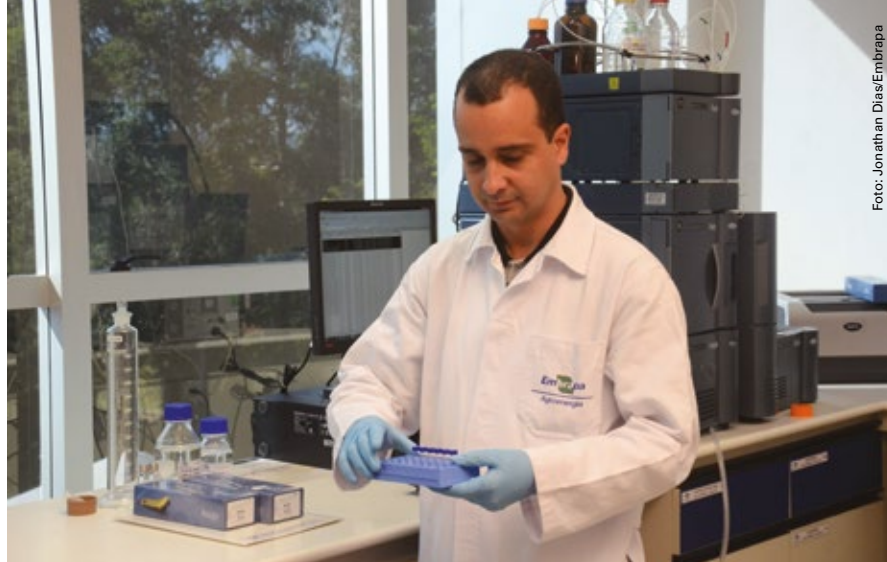


em abundância na produção de biodiesel. A literatura científica e as primeiras análises indicavam que os microrganismos estavam gerando compostos pertencentes à classe dos álcoois poliídricos ou polióis. O resultado já seria positivo, porque esses álcoois têm aplicação nas indústrias de alimentos e de higiene bucal. Contudo, a partir do refinamento do estudo de caracterização dos compostos químicos que estão sendo gerados, foi observada a ocorrência de **diastereoisômeros** deles. Na sequência dos estudos coordenados por Clenilson, o grupo, então, identificou e caracterizou a formação de outro composto, com maior apelo comercial, que é utilizado na indústria de cosméticos com aplicações na área médico-dermatológica.

### DESVENDANDO METABOLISMOS

Para a nascente indústria que pretende obter cada vez mais produtos a partir das plantas em vez do petróleo, tão importante quanto identificar corretamente os produtos que saem do processamento da biomassa pode ser desvendar quais compostos estão envolvidos numa etapa bem anterior na cadeia produtiva: a produção da matéria-prima. Descobrir quais substâncias são formadas durante o metabolismo de uma planta ou microrganismo, a Química Analítica pode ajudar a desvendar doenças ou a entender como uma planta ou uma levedura pode ser mais produtiva.

Essas substâncias são chamadas de metabólitos, e uma das ferramentas para estudá-las, a metabolômica, tem diversas finalidades nas ciências para a vida. Na Embrapa Agroenergia,



## PROPRIEDADES DISTINTAS

O desafio de identificar quais compostos químicos estão sendo extraídos é ainda maior quando se trata dos enantiômeros e dos diastereoisômeros.

Segundo Clenilson, “quando dizemos que determinados compostos químicos são enantiômeros, estamos dizendo que as moléculas de cada um deles têm a mesma fórmula molecular, ou seja, os mesmos átomos, com os mesmos tipos de ligação química e, portanto, com as mesmas propriedades físicas e químicas. A diferença está apenas na estrutura, no arranjo espacial entre elas, com um detalhe a mais: os átomos estão arranjados nas moléculas de tal forma que uma é a imagem ‘espelhada’ da outra. Nesse caso temos um centro assimétrico, o que faz com que elas apresentem atividades biológicas distintas”. Exemplo clássico de enantiômeros é o do limoneno, em que a forma S confere o cheiro característico do limão e a forma R o cheiro inconfundível da laranja.

De acordo com Clenilson, explicação semelhante vale para os diastereo-

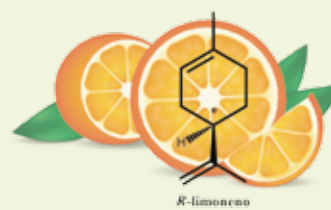
sômeros, “com exceção de que eles apresentam propriedades químicas e físicas distintas, além disso, apresentam mais de um centro assimétrico, porém não geram imagens ‘espelhadas’ um do outro”. Exemplo clássico do nosso cotidiano são as catequinas, compostos pertencentes à família dos flavonoides e que são encontradas no chá verde amplamente consumido pela população.

Mais do que perder um mercado altamente rentável, não diferenciar corretamente compostos químicos pode gerar problemas muito graves. O caso mais emblemático é o da talidomida. Um dos enantiômeros dessa substância tem a capacidade de controlar os enjoos característicos da gravidez; o outro, contudo, tem efeitos sobre a formação do feto, gerando bebês com defeitos congênitos. Quando essas crianças sobrevivem, carregam para sempre o transtorno da má-formação de seus membros. Tudo porque, no passado, duas substâncias distintas foram classificadas como uma só.

Arte: Goreti Braga



Cheiro de limão



Cheiro de laranja

uma das aplicações é a formação de uma base de dados que vai definir alvos para o melhoramento genético de microrganismos, com o objetivo de obter linhagens que consigam transformar em etanol a xilose, um tipo de açúcar abundante em biomassas como o bagaço de cana-de-açúcar.

Em um projeto que envolve uma equipe multidisciplinar, o grupo liderado pela pesquisadora Patrícia Abdelnur está estudando cinco linhagens de leveduras, identificando os metabólitos gerados por cada uma delas a partir do consumo da xilose. Patrícia explica que a via pela qual as leveduras transformam xilose em etanol é conhecida. Assim, quando conseguem identificar pontos falhos nesse caminho por meio da metabolômica, os cientistas fornecem dados preciosos para os colegas que vão atuar na engenharia genética dos microrganismos. Com isso, será possível “engenheirar”, a partir do melhoramento genético, leveduras que sejam capazes de **converter a xilose** a etanol.

Foto: Vivian Chies/Embrapa



Metodologia semelhante está sendo utilizada para analisar folhas de dendê. Essa planta tem grande potencial de fornecimento de biomassa para gerar os diversos compostos químicos de origem renovável de que a indústria precisa para tornar-se menos dependente das matérias-primas fósseis. Nesse caso das folhas do dendê, os cientistas buscam, no estudo dos metabólitos, entender o amarelecimento-fatal. A causa dessa “anormalidade” – não se pode ainda nem chamá-la de doença – desafia

a ciência há mais de 20 anos. Nesse estudo, os pesquisadores procuram diferenças no perfil dos metabólitos, ou seja, das substâncias presentes nas folhas de palmeiras sadias e de palmeiras com amarelecimento-fatal (AF). Os pesquisadores Clenilson Rodrigues e Patrícia Abdelnur, que estão conduzindo esse estudo, acreditam que encontrar diferenças na produção dos metabólitos secundários em indivíduos com e sem o AF poderá ser uma pista para elucidar as causas dessa anomalia da planta.

## SEGUNDA GERAÇÃO

O Brasil já está dando os primeiros passos para produzir comercialmente o chamado etanol de segunda geração (2G). Em Alagoas, de forma pioneira, a Usina da Granbio está em operação desde 2014. O biocombustível tradicional, que o Brasil produz há décadas, é obtido do caldo da cana-de-açúcar; o 2G, por sua vez, tem como matéria-prima o

bagaço e a palha dessa planta ou qualquer outro material que contenha celulose. Nas usinas, esse material passa por processos que quebram a celulose até gerar açúcares de dois tipos: a glicose e a xilose. A primeira é facilmente convertida a etanol pela mesma levedura que fermenta o caldo da cana: *Saccharomyces cerevisiae*. No entanto, esse microrganismo

não consegue fermentar a xilose, um açúcar abundante na biomassa vegetal. Por isso, o esforço da ciência para encontrar leveduras fermentadoras de xilose ou obtê-los por engenharia genética. Outras linhas de pesquisa buscam formas alternativas de aproveitar esse açúcar e muitas estratégias são baseadas também no uso de processos com microrganismos.

## TÉCNICAS PARA IDENTIFICAR COMPOSTOS QUÍMICOS

Em todos esses trabalhos para identificação de compostos químicos, a Embrapa utiliza técnicas de cromatografia e espectrometria de massas, que caminham sempre juntas. Em termos bastante simples, pode-se dizer que a primeira faz a separação dos diferentes compostos presentes em uma amostra. No cromatógrafo a líquido, a amostra é carregada por uma fase móvel líquida. As substâncias nela presentes ficam, então, presas em uma estrutura sólida, a coluna, que é chamada de fase estacionária. A liberação das substâncias presas na coluna ocorre variando as proporções e/ou o tipo de solvente que passa pela fase estacionária, de modo que as substâncias sejam arrastadas para fora da coluna. A separação acontece porque cada composto só deixa a fase estacionária em determinada condição da fase móvel. Para substâncias voláteis e termicamente estáveis, princípio similar a este processo pode ser feito com um gás, que atua como fase

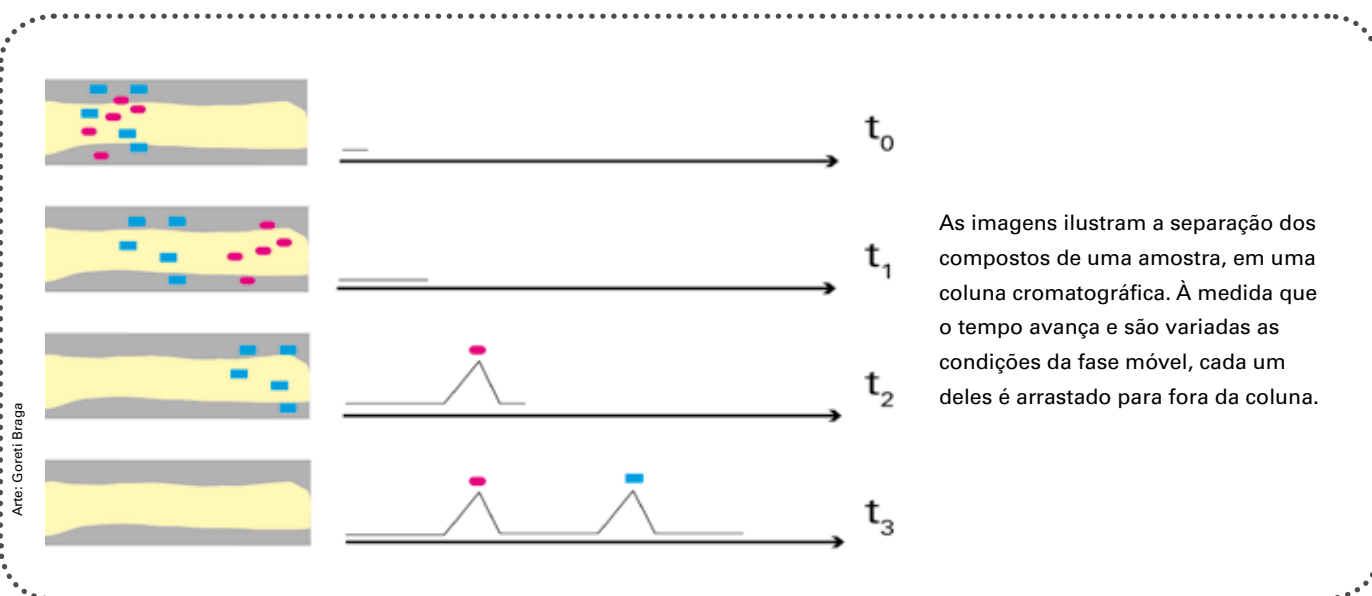
móvel de arraste. Neste caso, tem-se a cromatografia gasosa e a separação das substâncias é regida variando a temperatura do sistema.

A espectrometria de massas (MS), por sua vez, determina a razão massa carga ( $m/z$ ) de uma molécula e, portanto, é possível inferir sobre o tamanho dos compostos químicos. Quando a tecnologia surgiu, no início do século XX, apenas moléculas muito pequenas e estáveis, que pudessem entrar em estado gasoso, podiam ser analisadas. Nos anos 1980, contudo, o suíço John Fenn e o japonês Koichi Tanaka criaram tecnologias que dotaram os espectrômetros de massas da capacidade de analisar moléculas grandes, como proteínas. Eles ficaram conhecidos por “fazerem elefantes voarem” e ganharam o Prêmio Nobel de Química de 2002.

Além das várias estratégias de caracterização que são realizadas com o uso de instrumentação de última geração, os pesquisadores buscam

reduzir tempo de análise, quantidade de amostras, de reagentes e insumos utilizados em suas pesquisas. Com isso, consegue-se reduzir custos e o volume de efluentes a serem tratados para descarte, a fim de que seja reduzido ao máximo o impacto ambiental.

Para Clenilson Rodrigues, os grandes desafios que se colocam às pesquisas na sua área consistem em aprofundar os estudos de prospecção química das diferentes biomassas que hoje são empregadas na temática da agroenergia, bem como na identificação do material secretado durante o metabolismo de microrganismos. “Produzir apenas biocombustíveis é muito pouco perto do potencial de nossa biodiversidade e das biomassas que empregamos hoje em nossas pesquisas; precisamos investir em estudos de caracterização química e encontrar outras aplicações para essas substâncias, com alto valor no mercado industrial”, conclui o pesquisador.



# FUNGO SILENCIADO

Pesquisa inédita silencia gene vital do microrganismo a partir da interação com uma planta. A tecnologia é promissora para controle do mofo-branco

Por **Fernanda Diniz**  
Arte: **Bruno Imbroisi**

O mofo-branco é uma das piores ameaças à agricultura brasileira, especialmente para lavouras de grãos. Sozinho, pode ser responsável por até 30% de perda da produção em um campo agrícola. A doença foi identificada pela primeira vez no Brasil na década de 1970, no Estado do Paraná, em plantas de feijão. Ao longo dessas mais de quatro décadas, além de se espalhar por quase todos os estados, com destaque para Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, ampliou também o seu espectro de destruição e passou a contaminar outras culturas agrícolas, especialmente soja e algodão.

Na verdade, mais de 400 espécies de plantas pertencentes a cerca de 200 gêneros botânicos podem ser hospedeiras do fungo causador dessa doença, o *Sclerotinia sclerotiorum*. Por isso, não é exagero dizer que o mofo-branco é hoje uma das piores doenças enfrentadas pelos produtores rurais. Segundo

dados do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília (UnB), a estimativa é de que 6 milhões de hectares no País, de um total de 70 milhões de áreas cultivadas, apresentem a doença, o que significa que aproximadamente 9% das áreas estejam contaminadas.

O controle desse fungo é extremamente difícil. Mesmo com mais de 19 fungicidas de sete princípios ativos diferentes, autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle do mofo-branco, a doença continua avançando de forma alarmante. Se o fungo encontra as condições ambientais favoráveis para se proliferar, é quase impossível deter seus danos às plantações.

Parte desse poder devastador do *Sclerotinia sclerotiorum* pode ser explicado pelo fato de ele ser um fungo necrotrófico, como explica o pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Francisco Aragão. Isso

significa que é capaz de matar diretamente as células da planta atacada, causando a destruição total de suas estruturas vitais em um tempo curto.

Os fungos fitopatógenos – que atacam plantas – podem ser divididos em dois grupos: biotróficos e necrotróficos. Os biotróficos são parasitas que extraem seus nutrientes de tecidos vivos, ou seja, exercem o parasitismo em plantas vivas, apresentando um alto grau de especificidade. Os fungos necrotróficos, ao contrário dos biotróficos, têm a habilidade de extrair nutrientes de tecidos mortos do hospedeiro. “O que diferencia esses patógenos é que, enquanto os biotróficos colonizam primeiro os tecidos das plantas para depois atacá-los, os necrotróficos se alimentam dos tecidos mortos. Ou seja, matam as células para, em seguida, se alimentar delas. O que os torna muito mais patogênicos, menos específicos e mais difíceis de controlar”, diz Aragão.



## ALTERNATIVA AO CONTROLE COM FUNGICIDAS

Diante da ineficiência do controle do *Sclerotinia sclerotiorum* com fungicidas, sem falar no impacto que esses produtos causam ao meio ambiente, os cientistas têm buscado soluções alternativas e mais sustentáveis para o controle desse fungo. Uma das alternativas possíveis é o desenvolvimento de plantas resistentes aos seus ataques. Mas como fazer isso? O silenciamento gênico tem se mostrado uma ferramenta promissora à disposição da ciência nesse sentido. Sua compreensão é quase literal, ou seja, os cientistas “silenciam” os efeitos dos genes, impedindo que se expressem nas células.

Como em ciência nada é tão simples assim, é preciso compreender melhor o mecanismo utilizado para silenciar um gene. Grosso modo, funciona da seguinte maneira: os cientistas introduzem, no organismo que desejam modificar, um gene que produz uma sequência de RNAs interferentes (siRNA). Como o próprio nome já diz,

esta sequência vai interferir no funcionamento dos genes do organismo a ser modificado, impedindo que o gene se expresse. O silenciamento gênico, também conhecido como interferência mediada por RNA (RNAi), é o desligamento de genes específicos, alvos da inibição.

Se voltarmos ao que aprendemos nas aulas de biologia, o DNA é o que carrega todo o nosso código genético. O RNA é o responsável por transportar essas características e converter a mensagem genética em proteínas. O RNA interferente altera esse processo, impedindo a formação de proteínas ou, melhor ainda, inibindo a expressão do gene que se quer silenciar.

Essa metodologia vem sendo utilizada com êxito em vários países, até mesmo no Brasil, para controlar doenças causadas por bactérias, nematoides e insetos. Agora vem sendo usada também para fungos biotróficos e necrotróficos. »



1970



HOJE

## INTERAÇÃO INÉDITA ENTRE PLANTA E FUNGO

A interferência em genes de fungos mediada por pequenos RNAs produzidos em plantas modificadas não havia sido conseguida até que, em 2009, a equipe da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, coordenada pelo pesquisador Francisco Aragão, silenciou os genes de um fungo a partir de uma planta modificada por engenharia genética. Segundo o pesquisador, até então, já se havia conseguido dominar com êxito as interações entre planta-inseto, planta-nematoide e planta-planta, mas não planta-fungo.

Os resultados, chamados pelos cientistas de “prova de conceito”, foram obtidos com um gene marcador conhecido como GUS, que é um tipo de gene chamado de “repórter”, pois permite facilmente a detecção das células em que o gene está funcional. Ou seja, o gene GUS é introduzido na planta junto com o gene de interesse. Ele identifica o local no qual o gene de interesse foi inserido, pois gera um precipitado de coloração azul, distinguindo as

células que receberam o DNA recombinante. O GUS reporta – daí o nome – a presença de outro gene, que é o de interesse, comprovando a incorporação deste último ao genoma da planta.

### O PASSO A PASSO

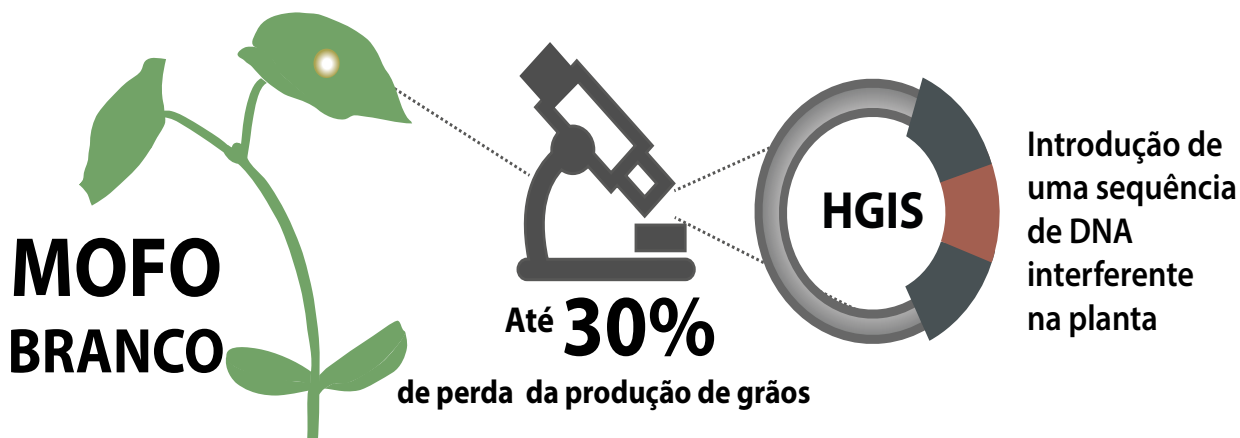
Como é impossível se livrar do fungo na natureza, a solução é tornar a planta apta a se defender dos seus ataques. É possível uma comparação ao que acontece com os seres humanos. Como é impossível nos protegermos dos inúmeros microrganismos que estão no ambiente, como bactérias, fungos e vírus, o jeito é nos tornarmos aptos a resistir a seus ataques, com vacinas e remédios, como os antibióticos.

O mesmo acontece com as plantas. Quando as soluções existentes no mercado, no caso os fungicidas, não são eficientes para livrá-las dos efeitos nocivos dos patógenos, o jeito é recorrer a estratégias mais sofisticadas de controle, como a engenharia genética, por exemplo. Só que havia uma pedra

nesse caminho. E a pedra era exatamente a interação planta-fungo envolvendo a linguagem do RNA, que não havia sido mostrada até então. Era preciso transpor esse obstáculo.

A transformação genética de plantas já é mais do que dominada no Brasil. O problema era conseguir fazer com que o gene inserido na planta fosse capaz de silenciar o gene do fungo.

A metodologia utilizada nesse caso é chamada de HIGS (*Host-induced gene silencing*), que significa silenciar os genes em outro organismo e não no organismo no qual os RNAs são produzidos. Traduzindo: os cientistas introduzem na planta uma sequência de RNA interferente que vai gerar uma série de pequenos fragmentos denominados siRNAs, ou *small interfering RNAs*. O objetivo é que reconheçam o RNA do fungo, silenciando um de seus genes vitais e prejudicando o seu ciclo de vida.



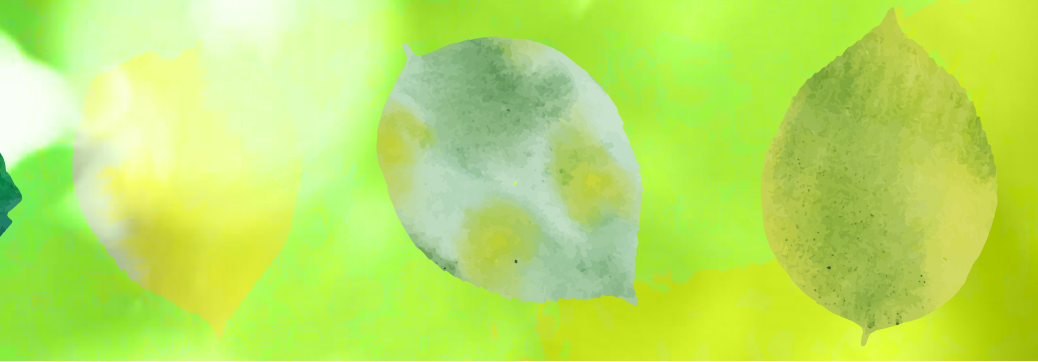


Foto: Cláudio Bezerra

Francisco Aragão:  
"É possível intervir na interação planta e fungo".

Em 2009, a prova de conceito conduzida pelo pesquisador Francisco Aragão e sua equipe mostrou que esse objetivo era completamente factível. Gol de placa para os cientistas, que comemoraram ao ver o fungo todo azul, pelo efeito do gene marcador GUS, que havia sido inserido na planta de tabaco utilizada como teste.

“Esses resultados nos mostraram que era possível intervir na interação planta e fungo e abriram portas para que continuássemos os estudos, com fungos causadores de doenças agrícolas”, explica Aragão.

O caminho estava, então, dominado? Não. Os pesquisadores conseguiram comprovar que planta e fungo são capazes de interagir em nível molecular e sabiam que a metodologia HIGS era eficaz para ser utilizada. Um longo caminho, no entanto, cheio de dúvidas ainda existia pela frente para se chegar a um resultado capaz de controlar o próximo alvo dos cientistas: o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. De acordo com Francisco Aragão, primeiro era

preciso definir um gene vital do fungo a ser silenciado, e, o mais importante, que não prejudicasse a planta.

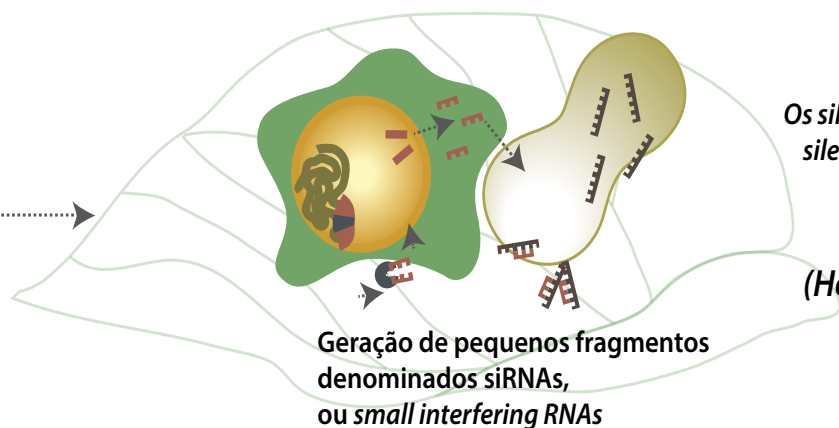
No caso do fungo causador do mofo-branco, foi preciso identificar um gene vital do microrganismo a ser silenciado, sem prejudicar a planta. Aragão e sua equipe encontraram alguns genes promissores, como o da quitina-sintase, responsável pela produção de quitina, um componente essencial da parede celular do fungo, sem o qual sua sobrevivência fica comprometida.

E deu certo. Os resultados, frutos da tese de doutorado de Cristiana Andrade, que compõe a equipe do pesquisador Francisco Aragão, foram tão promissores que o estudo foi tema de artigo na revista internacional *Plant Pathology* em 2015. As pesquisas foram realizadas com plantas de tabaco, muito utilizadas como modelo em experimentos científicos, e mostraram uma significativa redução dos sintomas causados pelo fungo em relação às plantas não transgênicas. Após 72 horas da inoculação da planta (infecção pelo patógeno),

cinco linhagens transgênicas mostraram redução da severidade da doença em níveis bem altos – de 55,5 a 86,7%.

Os resultados comprovaram ainda que, após 120 horas de exposição ao fungo, plantas geneticamente modificadas mantiveram a diminuição da área lesionada, ao contrário das convencionais, nas quais cresceu significativamente.

Isso mostra que, além de reduzir significativamente o tamanho da lesão, ou seja, o nível da contaminação – em quase 90% –, a técnica foi capaz de manter essa característica por vários dias. Embora a planta não tenha sido imune, se tornou bastante tolerante ao fungo.



Os siRNA reconhecem o RNA do fungo, silenciando um de seus genes vitais

**Metodologia HIGS**  
(Host-Induced gene silencing)



## FUTURO: OUTROS FUNGOS NO FOCO

Os resultados promissores obtidos neste experimento com a metodologia HIGS animaram a equipe da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia que pretende, agora, continuar os estudos com outros genes do *Sclerotinia sclerotiorum* e de outros fungos prejudiciais às lavouras nacionais.

“Os fungos estão entre os maiores causadores de perdas na agricultura brasileira. Os danos causados por esses patógenos impactam fortemente os custos de produção e, por consequência, os custos dos alimentos para os consumidores, reduzem a qualidade

das plantas e prejudicam as exportações”, ressalta Aragão. Mais: o uso excessivo de fungicidas e outros defensivos prejudica o meio ambiente e outorga ao Brasil o triste predicado de ser o número um do mundo no que se refere à utilização de agrotóxicos.

A engenharia genética e suas ferramentas são fortes aliadas nesse propósito. “A metodologia HIGS, que possibilita silenciar genes de outros organismos a partir de alterações genéticas nos hospedeiros já provou ter um grande potencial para fungos, o que foi uma grande vitória”, comemora Aragão.

Os próximos alvos do pesquisador e sua equipe são os fungos do gênero *Fusarium*, causadores de doenças conhecidas como fusariose em várias culturas agrícolas. Os sintomas são diversificados – podridões, morte de plântulas, aborto de flores, podridões de armazenamento e outros –, e os prejuízos são grandes. Várias culturas de importância socioeconômica para o Brasil são vítimas desses patógenos, como, por exemplo, abacate, abacaxi, alface, algodão, alho, banana, arroz, dendê, manga, milho, quiabo, uva, trigo, soja e ervilha, entre outras.



• navegue •

Artigo na revista internacional  
Plant Pathology, 2015  
<http://bit.ly/1ONKYON>





Fotografia: Rafael Rocha / Ilustração: Thinkstock/Embrapa

Há 19 anos, o programa **Embrapa & Escola** aproxima jovens da ciência. Nesse período, mais de dois milhões de estudantes e professores conheceram laboratórios, campos experimentais e aprenderam sobre a contribuição da pesquisa agropecuária, a importância da preservação ambiental e práticas que melhoram a qualidade de vida.

Em 2016, a Caixa se integra à iniciativa para ajudar a estimular o interesse sobre o conhecimento científico e seus impactos no dia a dia de cada um.

**Embrapa: Ciência que transforma a vida**


Apoio

Patrocínio

Realização

# O valor da produção nas montanhas

Regiões montanhosas abrigam uma agricultura dinâmica e exigem rigor no planejamento das atividades produtivas



## Da Redação

Arte: Luciana Fernandes

A cidade de Bragança, ao norte de Portugal, espera, para outubro deste ano, quando sedia o evento internacional Mountains 2016, estudiosos, agricultores e outros atores que possam partilhar experiências e discutir soluções para o desenvolvimento sustentável dos ambientes de montanha, com base na ciência, no conhecimento e na inovação.

Esses ambientes são classificados segundo critérios de altitude, relevo relativo e declividade. A Organização das Nações Unidas (ONU) considera que a elevação precisa estar a pelo menos 300 metros acima do relevo médio circundante, considerando o raio de sete quilômetros. No Brasil, ainda não há consenso na classificação das montanhas.

Ambientes de montanha são ricos em fauna e flora, abrigam nascentes da maior parte dos grandes rios, ocupam um quarto da superfície terrestre e são

a base direta do sustento de 12 por cento da população mundial, segundo dados também das Nações Unidas (veja referências para esses dados em **« navegue »** no final desta matéria).

São, por outro lado, considerados vulneráveis a mudanças climáticas, processos de desflorestamento, instabilidade geológica e práticas agrícolas não adequadas que, por sua vez, podem levar a inundações, deslizamentos de terra, erosões e perda da fertilidade dos solos, com severas consequências sociais. Por isso, requerem maior rigor no estabelecimento de critérios de planejamento das ocupações humanas e das atividades produtivas.

As próximas páginas abordam o que a pesquisa agropecuária brasileira tem feito para a sustentabilidade da agricultura nas regiões montanhosas do País. Aqui, os ambientes de montanha concentram uma significativa e dinâ-

mica produção agropecuária, como é o caso da Região Serrana Fluminense, cujas altitudes podem chegar a 2.366 metros no seu ponto mais alto. O desafio, no local, tem sido encontrar formas de conciliar produção agrícola e sustentabilidade, principalmente depois da tragédia de 2011.

O pesquisador Renato Linhares de Assis, da Embrapa Agrobiologia, alerta sobre a necessidade de políticas e ações que considerem os ambientes de montanha como um contexto integrado e criem condições para que as populações produzam adequadamente e vivam com qualidade de vida.

Assim, no caso da pesquisa agropecuária, a adaptação de técnicas e a busca de novas soluções têm seguido premissas voltadas à conservação dos recursos naturais, à qualidade da produção local e às possibilidades de novos mercados que reconheçam o valor da produção dessas regiões. »

# SERRA FLUMINENSE: OS SOLOS APÓS UMA TRAGÉDIA

Por Ana Lúcia Ferreira

Chuvas torrenciais atingiram em janeiro de 2011 a região serrana do Rio de Janeiro. Enchentes, quedas de barreiras, deslizamentos e transbordamentos de rios e riachos, no que é considerado um dos maiores desastres naturais do País, deixaram centenas de mortos, feridos e desaparecidos e impactos significativos nos campos e nas cidades da região. Cinco anos depois, pesquisa da Embrapa Agrobiologia, em uma das áreas de lavoura mais afetadas, no Município de Nova Friburgo (RJ), constata que não houve perda de nutrientes do solo, mas o depósito de sedimentos trazidos pela enxurrada por pouco não transformou aquela localidade num grande areal.

O estudo avaliou as características do solo de uma área de 11 hectares no distrito de Campo Coelho, um dos mais atingidos pela tragédia. A área específica do trabalho apresenta elementos representativos dos problemas na região e servirá de modelo para novas ações. “A ideia é poder orientar os agricultores quanto à adoção correta de práticas de manejo do solo e assim diminuir o impacto nas áreas vulneráveis a acidentes ambientais”, explica a pesquisadora Adriana Aquino, daquele centro de pesquisa.

Após aquele janeiro de 2011, na tentativa de retomar sua produção, os agricultores manejavam as lavouras com doses elevadas de fertilizantes sintéticos e **cama de aviário**, mas

ainda assim não conseguiam produzir ou não alcançavam a mesma produtividade de antes. Os pesquisadores constataram que os resultados das análises de fertilidade dos solos não mostravam um padrão definido, pois subestimavam ou superestimavam os teores de nutrientes no solo.

Mesmo em áreas onde os resultados indicavam altos teores de nutrientes havia problemas. As lavouras de hortaliças dos agricultores familiares ali instalados apresentavam produtividade bastante irregular, apesar do uso acentuado de adubos. “Ficou claro que não bastava recuperar a fertilidade química dos solos, mas também a fertilidade física e biológica”, argumenta Aquino. Para iniciar essa recuperação, foi preciso fazer uma avaliação dos atributos químicos, físicos e biológicos daquele solo.

O estudo teve por base 800 amostras de solo, coletadas em 105 pontos distintos, durante aproximadamente quatro anos. O engenheiro-agrônomo Fábio Rizzo, responsável pelas análises das características físicas e químicas, explica que em algumas áreas foram encontrados 700 gramas de areia por quilo. “É tudo muito heterogêneo, com uma variação enorme tanto

na textura quanto na densidade e na granulometria. A área mais baixa do terreno que recebeu mais sedimentos é bastante arenosa, enquanto a parte superior concentra um solo argiloso”, explica Rizzo, bolsista de doutorado da Embrapa Agrobiologia e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

De acordo com Rizzo, apesar de existirem “ilhas de sedimentos” bastante grosseiros na área, o solo não é pobre. “Há pontos, por exemplo, com alta concentração de fósforo e carbono, importantes nutrientes para a lavoura e o solo”, comenta. Para chegar a todos esses dados e indicar especificamente as características e a variabilidade do solo, foram utilizadas ferramentas de geostatística que permitiram o cruzamento e o agrupamento por similaridade de informações como relevo, vegetação e histórico de uso da área.

O resultado desse estudo está concentrado em 31 mapas que já estão servindo de base para a indicação e adaptação de técnicas sustentáveis para aquela região. O pesquisador Ednaldo Araújo, da Embrapa Agrobiologia, explica que, após a caracterização, os cientistas buscam entender qual a variabilidade e fazer recomendações específicas para cada parte da lavoura. Segundo Araújo, a pesquisa busca técnicas que permitam a recuperação mais rápida do solo e que garantam sustentabilidade ambiental e retorno econômico aos agricultores.

é um composto orgânico formado por substratos agrícolas, a exemplo de serragem e casca de arroz, usado no piso dos aviários, e por dejetos e penas das próprias aves.



Uma vez que já se conhece as características físicas e químicas, é possível readequar o manejo do solo e obter boa produtividade com menor custo. Ednaldo Araújo alerta para o fato de que, se os produtores continuarem colocando adubo indiscriminadamente, o excesso de nutrientes, principalmente o nitrogênio, pode contaminar o lençol freático por meio da lixiviação. “É importante usar a quantidade adequada para não haver perdas e contaminar os recursos naturais, além de ser um gasto desnecessário”, explica.

#### **DEFICIÊNCIA DE CARBONO**

Para as áreas apontadas com deficiência de carbono, em vez de altas doses de adubo, os pesquisadores estão avaliando o uso de plantas que acumulam esse nutriente na própria área, como as leguminosas e as gramíneas. “Por serem plantas rústicas, as

gramíneas, por exemplo, conseguem penetrar no substrato e aumentar a porosidade, fazendo com que a área degradada se recomponha mais rapidamente”, revela Renato de Assis, da Embrapa Agrobiologia.

Os pesquisadores também estão avaliando o uso diversificado de plantas para recuperar o solo. Já é de conhecimento da ciência que, ao utilizar apenas uma única espécie, os nutrientes do solo saem somente de uma camada, enquanto com a diversificação são exploradas diferentes camadas, evitando a perda. “A intenção é ver o quanto se consegue ganhar nas áreas onde houve modificação do solo”, comenta Assis.

Entre as estratégias que vêm sendo estudadas e propostas, o plantio direto (veja matéria para o caso de hortaliças na página 56) e o uso de cobertura do solo são formas de reduzir o escoamento superficial e o arrastamento de

material das áreas produtivas. Algumas espécies já conhecidas estão sendo testadas e avaliadas no campo, como a aveia-preta, que apresentou boa adaptação às condições agroambientais e vem contribuindo para a reconstrução da fertilidade nas áreas que apresentam alto teor de areia (referência para esse trabalho está em [«navegue»](#) no fim desta matéria). Os estudos agora estão voltados para identificação da época ideal de corte da gramínea de forma que não interfira no aporte de biomassa.

Visando diversificar o uso dessas plantas de cobertura na região, os pesquisadores também estão testando diferentes espécies de leguminosas. Uma dessas leguminosas é o tremoço, que além de ser adequada ao cultivo de inverno, época em que há maior disponibilidade de área, é uma planta que agrega bastante matéria orgânica no solo e incorpora nitrogênio ao sistema. »

## QUALIDADE DO SOLO ATESTADA POR SEUS HABITANTES



Minhocas, gongolos (piolho-de-cobra) e formigas são alguns seres vivos que compõem a fauna do solo. Considerados ótimos indicadores de qualidade, os pesquisadores também estão estudando o comportamento desses e outros pequenos animais presentes na área produtiva de Campo Coelho para comparar as áreas impactadas com as que estão sendo manejadas com adubo verde e cultivo mínimo.

De acordo com a bióloga Sandra Lima, bolsista de pós-doutorado da UFRRJ e da Embrapa, resultados preliminares indicam que a fauna está se recuperando. “Os valores de diversidade já estão compatíveis com áreas de florestas próximas”, comenta a bióloga. Ela acredita que o cultivo da aveia-preta em algumas lavouras está refletindo de forma favorável sobre a fauna.

Lima explica que alguns grupos de organismos que formam a fauna do solo participam diretamente de processos que contribuem para a sua

qualidade, como a fragmentação de resíduos vegetais, relacionada com a decomposição e ciclagem de nutrientes. Por outro lado, outros grupos podem influenciar diretamente na estrutura do solo por conta de suas atividades como a construção de ninhos e galerias. Por isso, é tão importante manter uma fauna bastante diversificada. “O monitoramento nos permitirá conhecer a diversidade de organismos e sua contribuição para melhorar a qualidade do solo”, complementa a bióloga.

Nesse estudo, iniciado em 2015, estão sendo avaliados ainda os agregados do solo. Trata-se de componentes da estrutura do solo de grande importância para a porosidade e aeração, como, por exemplo, as fezes das minhocas, chamadas pelos cientistas de coprólitos. A especialista explica que esses agregados têm um papel importante na conservação do carbono no solo e por isso é fundamental conhecer sua origem e mantê-los ali.

Os agregados podem ser fisiogênicos, aqueles formados a partir da influência dos fatores de ordem física, química e da adição de matéria orgânica, ou biogênicos, formados por processos originários da atividade da macrofauna do solo. Em uma próxima fase do estudo, serão coletadas novas amostras de solo que serão analisadas com uso de infravermelho, o que vai permitir identificar qual o organismo da fauna foi o responsável pela produção dos agregados.

Sabe-se que algumas práticas favorecem a manutenção de pequenos seres vivos no solo, enquanto outras são danosas para a diversidade. A especialista revela que todas as áreas da pesquisa são cultivadas com aveia-preta, com diferentes tempos de adoção. “Ao final do estudo pretendemos aferir qual a contribuição do uso desse adubo verde na promoção da diversidade de organismos da fauna do solo”, finaliza.



# INTELIGÊNCIA TERRITORIAL

Por Graziella Galinari

A Embrapa Monitoramento por Satélite vem planejando, junto à Embrapa Agrobiologia e Agroindústria de Alimentos, a elaboração de um projeto especial voltado para a agricultura de montanha, que será proposto no âmbito da Empresa e que poderá ganhar ainda a participação da Embrapa Uva e Vinho, Embrapa Solos e Embrapa Caprinos e Ovinos. O foco principal será a estruturação de um Sistema de inteligência Territorial para a Agricultura de Montanha do Brasil a partir de informações sobre os quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura, entre outros, e suas interseções temporais e espaciais. A perspectiva da inteligência territorial vislumbra o processo de desenvolvimento na escala territorial, considerando essas múltiplas dimensões.

Os Sistemas de inteligência Territorial Estratégica (Site) são estruturas dinâmicas, que permitem a inclusão de dados em diversos níveis territoriais, a atualização e o cruzamento entre os planos de informação disponíveis. Essa visão integrada e multifatorial favorece a contextualização e a análise integrada das situações territoriais e a geração de cenários evolutivos.

De acordo com Lucíola Alves Magalhães, supervisora do Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (Gite) da Embrapa Monitoramento por Satélite, o Site previsto para o projeto especial permitirá definir uma proposta de delimitação e qualificação territorial da agricultura de montanha, a exemplo do que foi realizado para a região geoeconômica do Matopiba, contribuindo para a construção de cenários, a defi-

nição de estratégias voltadas à exploração sustentável desses ambientes e a modelagem de políticas públicas de forma coerente, convergente e harmônica, em bases territoriais. Por meio do Site, os diversos territórios diferenciados que compõem a agricultura de montanha serão detectados, identificados, qualificados, cartografados, quantificados e monitorados.

Para Renato Linhares de Assis e Adriana Aquino, pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, o trabalho é pioneiro e fundamental para que o País conheça a real extensão e localização dos seus ambientes de montanha e tenha claro o mapeamento do uso desses espaços. “Do ponto de vista da pesquisa será importante para estabelecermos prioridades de atuação, tanto em termos de produtos como locais de atuação”, comenta Renato de Assis. “É uma contribuição fundamental da Embrapa para a sociedade”, completa Adriana Aquino.

A Embrapa Monitoramento por Satélite já realizou estudos preliminares para o projeto. Neste levantamento inicial, foram mapeadas áreas de altitude e, dentre essas, as porções situadas na faixa de declividade do terreno considerada agricultável, além de qualificar os níveis de restrição de uso dessas terras para atividades agrícolas devido a legislações ambientais em vigor.

Este estudo preliminar é uma entre tantas possibilidades de análise de situações territoriais presentes na agricultura de montanha que serão mapeadas e qualificadas a partir do Site, sendo ainda passíveis de detalhamento em nível de região, microrregião e município. »



# PRODUTORAS DE ÁGUA

Por Carlos Dias

De acordo com a pesquisadora Rachel Bardy Prado, da Embrapa Solos, há dois aspectos que caracterizam as áreas sob relevo montanhoso, no que se relaciona à água. Um é o difícil acesso, o que faz com que sofram menos pressão antrópica e favorece a presença de fragmentos florestais preservados e de nascentes de bacias hidrográficas. Muitos deles estão em Áreas de Preservação Permanente (APP), nas quais a vegetação natural deve ser obrigatoriamente preservada por Lei. “Assim, áreas sob relevo montanhoso podem ser consideradas regiões produtoras de água, pois são responsáveis por grande parte do suprimento hídrico da população”, lembra a pesquisadora. Outro aspecto é o fato de essas áreas serem mais suscetíveis a processos erosivos, o que exige da pesquisa um olhar atento ao comprometimento dos serviços ecossistêmicos hídricos.

A pesquisadora cita um conjunto de projetos que vem sendo conduzido pela Embrapa no âmbito de uma rede denominada “Serviços Ambientais na Paisagem Rural”. O objetivo principal da rede, segundo ela, é gerar conhecimento e desenvolver ferramentas para subsidiar ações e políticas de restauração, manutenção e ampliação dos serviços ambientais e fortalecer sistemas de produção com base sustentável em paisagens rurais. Estão incluídos estudos relativos aos serviços ecossistêmicos hídricos em áreas montanhosas, nos diferentes biomas brasileiros.

No caso da Embrapa Solos, estudos interdisciplinares têm como foco o bioma Mata Atlântica no Rio de Janeiro. A ideia é fornecer subsídios à gestão de recursos hídricos e à melhoria da provisão de serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas do bioma. “Exemplo é a bacia Guapi-Macacu que abastece mais de dois milhões de habitantes, onde a pesquisa, em parceria com a Embrapa Agrobiologia e instituições locais, vem sendo realizada de forma participativa”, diz Rachel Bardy Prado (veja referência sobre esse trabalho em **navegue** no final desta matéria). Algumas dessas ações estão vinculadas à outra rede de pesquisa da Embrapa denominada Agrohidro, com foco no uso eficiente da água na agricultura. Outras regiões montanhosas do Estado do Rio de Janeiro têm sido também estudadas com este mesmo enfoque.





## SERVIÇOS AMBIENTAIS

O Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSA), em expansão no Brasil, é um exemplo de compensação por serviços ambientais. Pode ser viabilizado por meio de uma política pública voltada à conservação dos recursos hídricos, bastante adequada para implantação em áreas montanhosas. Rachel Bardy Prado explica: “o produtor, por meio de ação voluntária recebe do usuário/pagador uma compensação financeira por preservar ou recuperar as áreas de florestas, bem como por desenvolver ações conservacionistas em sua propriedade, favorá-

veis à provisão de serviços ecossistêmicos hídricos”.

A pesquisadora cita como exemplo de sucesso o Programa Produtor de Água. Menciona também o projeto “Fortalecimento do conhecimento, organização da informação e elaboração de instrumentos de apoio aos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos no meio rural”, que vem sendo desenvolvido por equipe da Embrapa Solos, em parceria com outros centros de pesquisa da Empresa e instituições externas como a ANA e a The Nature Conservancy (TNC).



## HORTALIÇAS NA PALHA

Por Paula Rodrigues

A maioria das espécies de hortaliças está mais bem adaptada a regiões de clima ameno. Por isso, em países de clima tropical, elas são cultivadas em regiões de altitude mais elevada, como as áreas altas e planas do Planalto Central brasileiro e, principalmente, as regiões serranas do Sul e do Sudeste do País. Nesse último caso, devido à declividade dos terrenos, as hortaliças estão inseridas no contexto da agricultura de montanha.

Com a produção concentrada nesse ambiente, graças ao fator climático, os produtores de hortaliças acabam ocupando áreas muito íngremes que exigem uma agricultura específica para preservar recursos como água e solo. “No geral, o que vemos são as mesmas práticas agrícolas utilizadas em áreas planas sendo replicadas em terrenos acidentados”, observa o pesquisador Nuno Madeira, da Embrapa Hortaliças. Tais práticas desestruturaram o solo com reflexos no agravamento do processo erosivo, no aumento dos custos de produção, no mau uso da água, no esgotamento da fertilidade do solo e, em última instância, nas frustrações de safra, pondera o pesquisador.

A tecnologia disponível para minimizar os danos, e apontada como o caminho possível para manter a viabilidade da olericultura nas regiões serranas nas próximas décadas, é o sistema de plantio direto em hortaliças (SPDH), que melhora a sustentabilidade do sistema produtivo e reduz os custos



Foto: Gabriel Rezende de Farias/Embrapa

de produção. Os princípios básicos do SPDH envolvem três pontos principais: o revolvimento localizado do solo, restrito às covas ou sulcos de plantio; a rotação de culturas, com a inclusão de plantas de cobertura para a produção de palhada; e, por último, a cobertura permanente do solo. “Esse sistema conservacionista é especialmente recomendado para as áreas com declividade porque minimiza a erosão”, enumera Madeira.

Nas regiões serranas, o SPDH pode ser adotado para diferentes famílias de hortaliças, tais como brássicas (couve-flor, repolho, brócolis), solanáceas (tomate, berinjela, pimentão) e cucurbitáceas (maxixe, abobrinha, chuchu). Contudo, a dinâmica intensiva da produção de hortaliças, somada à pressão do mercado por escala e prazos, tem dificultado a adoção massiva por parte dos agricultores.

“Desde quando iniciamos os trabalhos, em 2009, algumas microbacias como Barracão dos Mendes, em Nova Friburgo (RJ), avançaram muito, principalmente com o apoio de associações de produtores”, comenta o pesquisador, que estima uma adoção de, pelo menos, 20% na área daquela microbacia. Entretanto, ele afirma que, quando se pensa em termos de município, a adoção ainda é baixa. “Todos os agricultores concordam que o SPDH é a solução, mas poucos conseguem modificar o fluxo de trabalho e adotar o novo sistema, que exige planejamento no uso da propriedade e um intervalo de dois



a três meses para plantio das plantas de cobertura”, explica Madeira.

Em sua opinião, a atuação na região serrana, produtora de hortaliças, deve ser permanente. A perspectiva é dialogar com órgãos de extensão rural e organizações de agricultores para incentivar a adoção da tecnologia. Espera-se, no futuro, estreitar o diálogo com secretarias municipais de modo a subsidiar normativas sobre o uso da terra e o zoneamento em função da declividade e do sistema de plantio empregado.

A assistência técnica dos estados da região serrana está capacitada e a pesquisa tem publicado diversos documentos para orientar os agricultores. “O sistema de plantio direto em hortaliças é uma mudança de paradigma. Quem adota, vê os diversos benefícios. É uma tecnologia pronta para adoção em agricultura de montanha, temática ainda em fase embrionária no Brasil, sobre a qual, em outros países, muito se dialoga”, sublinha.

## BENEFÍCIOS DO SPDH

Para hortaliças, recomenda-se uma sucessão de plantio que intercale as plantas de cobertura com o cultivo das espécies escolhidas. As plantas de cobertura, que vão gerar a palhada sobre o solo, são o ponto-chave para o sucesso do SPDH. Confira os benefícios da palhada, de acordo com o pesquisador Nuno Madeira:

- garante o conforto térmico das plantas, uma vez que funciona como isolante e reduz os extremos de temperatura no solo. Em lavouras de brócolis e couve-flor, já foi observada uma diferença média de 4°C e extrema de 10° C entre o canteiro descoberto e o canteiro com palhada.
- protege o solo da radiação e diminui a evapotranspiração, reduzindo em até 30% a necessidade de irrigação, o que resulta em economia de água. “Devemos lembrar que as regiões serranas são produtoras de água, por abrigar nossas nascentes, por isso, um sistema que economiza água está, na verdade, disponibilizando o que foi poupado para outros usos e atividades”, analisa o agrônomo.
- reduz plantas espontâneas. A densa cobertura do solo em SPDH minimiza em até 80% a infestação por plantas espontâneas, diminuindo a necessidade de capina na lavoura, uma vez que a palhada funciona como barreira física. No caso de hortaliças, isso é ainda mais relevante, visto que poucas espécies possuem herbicidas registrados para uso e, assim, a capina deve ser manual.
- quanto à dispersão de doenças, especialmente fungos de solo, a palhada diminui em até 90% o escoamento superficial e os respingos, o que dissemina os esporos do fungo. Doenças ocorrem, mas dispersam menos e encontram plantas mais robustas para resistir a um ataque. Madeira já visitou parcelas vizinhas que sofriam com hérnia das crucíferas – doença fúngica de brássicas – e a parcela com solo revolvido apresentava uma incidência de 70% enquanto a parcela com palhada indicava cerca de 10% de infestação.

## PÓS-COLHEITA EM NOVA FRIBURGO

Por Aline Bastos

As tecnologias de pós-colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos são passíveis de adoção e adaptação para as condições particulares da agricultura de montanha. Nos últimos anos, pesquisadores vêm realizando capacitações para produtores rurais na região de Nova Friburgo, que incluem orientações pós-colheita no cultivo de frutas, especialmente de banana e caqui, buscando preservar a qualidade do alimento pelo manejo correto. “Às vezes, as soluções requisitadas pelos produtores são simples, mas geram um grande impacto na produção e na redução das perdas”, conta o pesquisador Marcos Fonseca, daquele centro de pesquisa. A equipe da área de pós-colheita também desenvolveu revestimentos filmogênicos, que aumentam a vida útil de frutas; elaborou embalagens articuladas, que evitam perdas e aprimorou o processamento mínimo de hortaliças e vegetais, que preservam as características de alimento vivo e fresco.

»

# O SABER LOCAL EM TRÊS HISTÓRIAS



## Falo das tropas de burro, que em Três Picos se passou.

Hermínio Cordeiro, agricultor, *in memoriam*

# DE GERAÇÃO A GERAÇÃO

Por Aline Bastos

A estratégia de agregação de valor das cadeias produtivas de regiões montanhosas deve contribuir para o desenvolvimento socioeconômico, minimizar e gerir os impactos da atividade agroindustrial sobre o meio ambiente e valorizar o acesso aos conhecimentos tradicionais de suas comunidades e da produção primária local. É o que preconiza a perspectiva de Zoneamento Agroindustrial. “Nas regiões de montanha, o Zoneamento Agroindustrial deve diagnosticar as formas de produção e seus impactos sobre o meio ambiente. Prever acessos aos insumos tecnológicos para dimensionamento de agroindústrias, além de avaliar as questões sociais, econômicas culturais e ambientais”, afirma o pesquisador Fênelon do Nascimento Neto, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

O Zoneamento Agroindustrial pode contribuir tecnicamente, por exemplo, com a elaboração de estratégias de desenvolvimento rural para a agregação de valor a produtos tradicionais. Um exemplo dessa perspectiva é o trabalho iniciado no âmbito do projeto "Caravana Tecnológica para a Agricultura Familiar" pela equipe de Transferência de Tecnologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Uma roda de conversa com mais de 20 participantes, realizada em novembro de

2015, explorou três produtos tradicionais das famílias do Município de Nova Friburgo (RJ): a broa feita de fubá de milho branco com legumes, o doce de abóbora gila e a chimirra, um tipo de queijo com consistência semelhante à de um cottage.

Fruto de convivência e de prosa comunitárias da região de Três Picos, a produção da broa e seu consumo com a chimirra e o doce de abóbora gila representam uma tradição passada de geração a geração, e marcam ocasiões especiais como casamentos, velórios e festejos religiosos. Segundo relatos, surgiu a partir de uma tarefa coletiva e comunitária. Enquanto os homens se reuniam para o “ajuntamento” – um tipo de força-tarefa – nas lavouras, as mulheres se reuniam para fazer a broa. “A receita varia de acordo com o que há no quintal: batata-doce, chuchu maduro, inhame e cará. O fubá caseiro de milho branco obtido em moinho de pedra não pode faltar. O melhor é usar os produtos de casa e mexer com a mão. E, quanto mais batata-doce na massa, mais gostosa e consistente fica a broa”, diz a produtora rural Leonor da Silva Correa Madriaca, mais conhecida como Dona Dodoca, que tem 69 anos e aprendeu a fazer a broa com a sua avó em forno a lenha, ainda quando criança. Hoje, ela vende a broa tradicional para vizinhos e para turistas. »



## TRADIÇÃO ALIADA À TECNOLOGIA

Por Viviane Zanella

Em 1875, quando chegaram para colonizar a Serra Gaúcha, os imigrantes italianos se depararam com condições de relevo acidentado, com altitudes de até 800m, o que lembrava as condições de sua pátria de origem. Entre as diversas atividades de cultivo, começaram a consolidar a produção de uvas labruscas, como a cultivar ‘Isabel’, que são mais rústicas e tolerantes, do ponto de vista fitossanitário, às condições de clima úmido da região. Além do plantio e da colheita da uva, também usaram seus conhecimentos para a elaboração do vinho para consumo próprio. O saber fazer italiano deu tão certo na região que, em pouco tempo, além de abastecer os imigrantes, o excedente já era vendido e chegava a outros estados brasileiros.

Passados 140 anos da chegada dos imigrantes italianos, a excelência do vinho elaborado na Serra Gaúcha aumentou. Novas cultivares de uvas – as chamadas viníferas, como a ‘Cabernet Sauvignon’ ou ‘Riesling

Itálico’ – foram sendo plantadas, outras tecnologias adotadas, instalações modernizadas e novos conhecimentos agregados. Hoje, com centenas de medalhas conquistadas nos principais concursos de vinho do mundo, reconhecimento obtido com base em sessões de degustações às cegas, os vinhos nacionais já são exportados para países como Colômbia, Estados Unidos, Reino Unido, China e Alemanha.

Segundo Loiva Ribeiro de Mello, pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho e coordenadora técnica do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul, hoje a vitivinicultura nacional está presente em vários estados e regiões brasileiras, mas a Serra Gaúcha ainda concentra 90% da produção de uvas destinadas à agroindústria do suco e do vinho, sendo responsável pela produção de 876.286 toneladas, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). “Mesmo com este grande volume, a produção continua sendo essencialmente de produtores da agricultura familiar, pouco mecani-

zada devido à topografia acidentada”, pondera.

A implementação das Indicações Geográficas de Vinhos Finos, com destaque para a Serra Gaúcha no Brasil, é apontada como um divisor de águas na organização da produção nacional, tanto para pequenos produtores familiares quanto para grandes empresas. “De forma pioneira, no início dos anos 1990, a Embrapa trabalhou o conceito de vinhos com Indicação Geográfica”, avalia Jorge Tonietto, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho e uma das maiores autoridades no tema no Brasil.

Os vinhos das regiões demarcadas na Serra Gaúcha reportam ao modelo da Itália, país repleto de indicações geográficas, e mostram o complexo nível de organização da produção e qualidade dos vinhos brasileiros. Além de possibilitar a oferta de produtos certificados, a conquista da Indicação se reflete no desenvolvimento do território, promovendo a agregação de valor aos produtos e valorizando a vitivinicultura com um patrimônio cultural. »

# CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Por Fernando Goss

Foto: Fernando Goss

Localizado em uma das poucas áreas de montanhas do bioma Pampa e englobando parte de oito municípios do Rio Grande do Sul, o território do Alto Camaquã é uma área tradicionalmente ocupada por pecuaristas familiares. Diferentes fatores, como o terreno ondulado e o isolamento em relação a centros maiores, possibilitaram a manutenção de um modo de produção que tem como base a utilização racional dos recursos naturais e, por mais de 200 anos, o desenvolvimento de pecuária sem degradar o meio ambiente.

Um projeto desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sul está contribuindo com a manutenção desse modelo e também para valorizar a produção da região. Iniciado há cerca de oito anos, o Projeto de Desenvolvimento Territorial do Alto Camaquã tem como base o pressuposto de que os produtores podem conquistar nichos de mercado e agregar valor aos seus produtos a partir da valorização do ambiente e do modo de produção.

Para o pesquisador da Embrapa Pecuária Sul Marcos Borba, idealizador do projeto, a ideia inicial, então, foi mostrar aos produtores que eles estavam

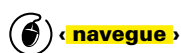


em um local diferenciado, que alia a conservação dos recursos naturais com produtos únicos, e com possibilidades de conquistar mercados que reconheçam o valor dessa produção.

O trabalho realizado pela Embrapa promoveu a organização dos produtores, que culminou com a fundação, em 2009, da Associação para o Desenvolvimento Sustentável do Alto Camaquã (Adac). Englobando 22 associações de produtores locais, uma das estratégias da Adac foi a criação de uma marca coletiva para a comercialização de seus produtos, em especial a carne de cordeiro. Por meio de alianças com frigoríficos da região, os produtores

estão abatendo os animais e comercializando com uma remuneração maior que os mercados tradicionais. O objetivo é que a marca Alto Camaquã transmita o modo de produção da região, mantendo os princípios básicos que nortearam o início do projeto.

“O fato de regiões como essa terem permanecido à margem de modelos convencionais de desenvolvimento permitiu a conservação de uma série de elementos que, no mundo atual, onde começa a haver demanda por outros serviços, produtos e formas de produção, que privilegiam a qualidade e não a escala, lhes garantem um potencial enorme”, afirma Borba. •



« navegue »

Estudos sobre a Bacia Guapi:

<http://bit.ly/1Y5WK4w>

Agricultura de Montanha (Embrapa, 2011):

<http://bit.ly/1Y5XHty>

Understanding mountain soils (FAO, 2015):

<http://bit.ly/2389JU7>

Nações Unidas/Montanhas

<http://bit.ly/1YqjXPp>

Mountain Farming (trabalhos na Região Serrana do Rio de Janeiro)

<http://bit.ly/28OFwUq>

Mountains 2016 (evento em Bragança):

<http://bit.ly/1YpB7fx>

Confira também o site da Rede de investigação de montanha da Lusofonia

<http://bit.ly/28YTVxT>

A rede LuMont será lançada durante o Mountains 2016 e agrega todos os países que possuem áreas de montanha e que têm o Português como língua oficial. O Brasil faz parte da rede, graças ao trabalho da Embrapa, também uma das organizadoras do evento em Bragança, Portugal.

# EM BUSCA DO OVO PERFEITO

Por Monalisa Leal Pereira e Juliana Miura  
Arte: Bruno Imbroisi

O ovo é um alimento muito presente na mesa dos brasileiros. Em 2015, cada habitante consumiu, em média, 191,7 unidades. Porém, trata-se de um alimento perecível e, assim como a carne e produtos hortifrúti, sua vida útil com aproveitamento adequado de nutrientes é limitada.

Por ser perecível, é preciso protegê-lo por meio de refrigeração para evitar a perda de água, reduzindo as trocas gasosas. “Essas trocas acarretam, muitas vezes, mudanças físico-químicas, comprometendo a qualidade do alimento e abrindo espaço para contaminação. Por isso buscamos alternativas para melhorar o produto”, explica a pesquisadora Helenice Mazzuco, da Embrapa Suínos e Aves, que lidera o projeto Nanovo – Desenvolvimento de Recobrimento Nanoestruturado em ovos comerciais.

O objetivo é desenvolver revestimentos protetores para ovos comerciais a partir da nanotecnologia, área que trabalha com uma unidade de medida minúscula chamada nanômetro, um milhão de vezes menor que um milímetro. A busca é por um revestimento que torne o ovo resistente à quebra e à contaminação, o que permitirá maior tempo de armazenamento, mantendo ainda as características e as propriedades nutritivas internas. “O uso de nanotecnologia, com o desenvolvimento de um filme, pode atender essa proposta

garantindo ao consumidor um alimento ainda mais seguro e saudável”, comenta a pesquisadora.

No entanto, como saber se a película utilizada será realmente eficaz para tornar a casca mais resistente a impactos? Esse é o desafio enfrentado por Francisco Noé da Fonseca, farmacêutico responsável pelos testes de laboratório dos experimentos. “Não é um método trivial – testar a resistência da casca no controle da qualidade do ovo. Não havia registros claros em trabalhos anteriores”, constata o analista do mesmo centro de pesquisa.

Em consulta a pesquisas já desenvolvidas sobre o tema, encontrou referência a um aparelho de análise de ovos com parâmetros para medição da resistência da casca. No Rio Grande do Sul, ele conheceu pessoalmente o aparelho do tipo prensa, dotado de um braço mecânico, e logo percebeu a semelhança com outro, o texturômetro, aparelho que mede a intensidade da força suportada por diferentes produtos. Na Embrapa Suínos e Aves, é usado em testes de ossos e carnes para avaliação da alteração da estrutura corpórea dos animais.

Noé precisou desenvolver um suporte próprio para o encaixe dos ovos: “Nunca havia se pensado em fazer esse tipo de análise com o texturômetro. Como eu vi a máquina no Rio Grande do Sul, que se baseia no mesmo

princípio da que temos aqui, pensei: por que não tentar uma adaptação?”.

Com o aparelho pronto, uma metodologia de trabalho foi estabelecida: coleta e seleção dos ovos, lavagem e ovoscopia – procedimento visual para detectar trincas na casca. “Precisamos dos ovos de maneira mais integral, porque se ele se rompe totalmente invalida os próximos passos e a cada uso tínhamos que fazer a limpeza do local”, explica o analista. Isso porque o objetivo é analisar a trinca no ovo e não necessariamente quebrá-lo. Mais de 600 ovos passaram pela análise em dez experimentos diferentes.

Já com os testes em andamento, a fase de aplicação da solução de revestimento precisou ser alterada. No processamento industrial, os ovos são colocados em uma esteira e seguem até uma câmara onde o filme é aplicado por *spray*. Uma vez que não é possível reproduzir essa máquina em laboratório, a aplicação era feita com um *spray* manual. Em um experimento com ovos castanhos, Noé percebeu que eles não estavam recobertos uniforme-







Foto: Lucas Scherer



mente: “Eu havia feito vários testes com ovos brancos, mas só quando usei os castanhos foi possível visualizar que a aplicação não estava regular.”

A saída foi adotar o método de imersão dos produtos na formulação, como descrito em outros trabalhos científicos. “Usei arame para fazer um suporte para imergir o ovo na solução”. Os resultados comprovaram os benefícios da alteração do método: “Até aquele momento, eu não estava registrando variações significativas, provavelmente devido à falha no revestimento. Agora há maiores variações, certamente consequência da deposição adequada do filme”, informa o responsável pelos testes.

#### QUALIDADE DO OVO

A análise do ovo é feita com base em padrões de sua qualidade interna – a clara deve ser espessa e, por isso, não se espalhar demais quando o ovo é quebrado, e a gema deve estar bem firme e arredondada. Noé explica que à medida que o ovo vai se degradando, ele perde essas características.

Em relação à composição da casca, ela pode ser alterada por meio da alimentação das aves – quanto mais bem nutridas, mais cálcio conseguem depositar na casca. “Mas existe um limite biológico”, alerta Noé. “Chega um momento em que, por mais que

o produtor aumente a quantidade de nutrientes para as galinhas, elas não vão depositar mais cálcio nos ovos. Não é uma relação infinitamente proporcional”, completa. Portanto, a melhoria da resistência mecânica da casca do ovo tem que vir por outros caminhos. “Queremos atuar em três frentes: resistência mecânica, proteção microbiológica e qualidade interna do ovo, sendo as duas últimas consequências de modificações feitas na superfície”, completa.

Esse incremento pode trazer benefícios para a indústria, pois ocorrem muitas perdas durante o transporte do produto, principalmente quando se pensa em atender mercados externos. Para o consumidor, o ganho é relativo à qualidade do produto, visto que uma casca que reduza as trocas gasosas do interior com o exterior permitirá melhor conservação das qualidades nutricionais.

#### DESCOBERTAS DO PROCESSO

Por meio dos testes, foi possível fazer algumas observações em relação ao revestimento dos ovos. A resistência da casca dos ovos aumentou em cerca de 10% quando utilizadas as formulações nanotecnológicas desenvolvidas pela Embrapa, além da melhoria na sua conservação. No entanto, não foi registrada diferença entre ovos que recebem apenas uma aplicação do revestimento

em relação aos que recebem mais de uma. Além disso, em ovos postos no período de pico de produção da ave, entre a 30ª e 40ª semana, quando são naturalmente mais espessas, não houve incremento da qualidade da casca.

Durante quatro semanas, foram analisados ovos com e sem revestimento para avaliação de sua qualidade interna. Os revestidos mantiveram a clara mais íntegra e a gema mais esférica em relação aos não revestidos, praticamente não apresentando degradação.

No estudo da Embrapa, iniciado em março de 2015, diversos recobrimentos estão sendo desenvolvidos e testados, para avaliação das propriedades do produto nanotecnológico. Nessa fase inicial, quatro materiais foram testados e há possibilidade de se estar próximo da formulação ideal. “Encontramos uma solução que apresentou aspectos positivos na resistência à quebra e mostrou-se eficiente para a redução da perda de massa, ou seja, reduziu a perda de água, que é um dos indicadores de qualidade do ovo. Precisamos explorar mais e analisar a qualidade do ovo de maneira mais ampla”, finaliza Noé. •



« navegue »

Nanovo - vídeo

<https://youtu.be/mG0vX0pB7Ww>

# A TERCEIRA NATUREZA DA AMAZÔNIA

Por Alfredo Homma



Foto: Ronaldo Rosa

## Alfredo Homma

Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, assessor científico da Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural e membro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica.

**Campos de atuação:**  
Socioeconomia

Muitos conhecimentos ainda utilizados na agricultura amazônica decorrem da herança indígena: o cultivo e o beneficiamento da mandioca, as fruteiras nativas, as plantas aromáticas, medicinais, corantes, oleaginosas e tóxicas, as técnicas de caça e pesca, a habitação, etc. A designação indígena das plantas, peixes, animais, utensílios, edifícios, palácios, cidades, praças e aviões reforçam a influência dessa contribuição. Ao mesmo tempo, na Amazônia, foram construídas a terceira e a quinta maior hidrelétrica do mundo, pontes pênséis cruzam os rios Negro e Guamá, cabos de energia da altura da Torre Eiffel cruzam o Rio Amazonas e ferrovias transportam minério de ferro a longa distância, demonstrando que não existem barreiras para grandes obras de engenharia.

O desafio atual está relacionado com as tecnologias agrícolas e ambientais que precisam ser desenvolvidas nos próprios locais de modo a integrar o conhecimento local com a capacidade tecnológica de nosso país. A falta dessa integração reflete-se na redução dos recursos naturais, na importação de alimentos e na geração de emprego e renda. É mais barato consumir uma maçã do que uma fruta regional. O frango atravessa mais da metade do País e é vendido nas cidades amazônicas mais barato do que o pescado e a carne bovina. O potencial da Bacia Amazônica, por exemplo, pode ser aproveitado para a criação de peixes, imitando o sucesso da avicultura e da pecuária, de cujos produtos somos os maiores exportadores. As limitações tecnológicas da região são por demais conhecidas. Os cientistas estão motivados para promover essa mudança e ela é possível. A Embrapa, por exemplo, foi prota-

gonista em revoluções tecnológicas como a produção de agroenergia e viabilização da agricultura nos cerrados. Ao mesmo tempo, a engenharia nacional domina a exploração de petróleo em alto mar e a fabricação de aviões regionais. Temos também capacidade de promover uma revolução tecnológica na Amazônia, desenvolvendo uma agricultura tropical, com a sua flora e fauna.

As alternativas passam por utilizar apenas as áreas ocupadas, que, na Amazônia, correspondem a três vezes a superfície de São Paulo ou mais do que a soma do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, ou, ainda, duas vezes a superfície do Japão ou da Alemanha. A despeito dessa extensão, a participação da região no nosso PIB é relativamente pequena e não tem o impacto que deveria para o desenvolvimento local.

Plantas como a seringueira, cacaueteiro, guaranazeiro e pupunheira fazem riqueza nos locais para onde foram levados. O País importa 75% da borracha e 20% do cacau consumido. A Bahia produz 73% do guaraná. São Paulo e Bahia concentram 51% da área de pupunheiras, entre outros. Não é o caso de alegar inviabilidade da agricultura na Amazônia, mas aprimorar nossa criatividade, insumo básico da ciência, na geração de um modelo fabril de produção científica para a região.

A área desmatada constitui a *Segunda Natureza* e a floresta intocada a *Primeira Natureza*. Nosso desafio é transformar pelo menos parte da *Segunda Natureza* em uma *Terceira Natureza* com atividades produtivas sustentáveis que gerem renda e emprego.

Uma Amazônia mais sustentável é possível. ●

Ciência que transforma a vida



Foto: Ronaldo Rosa/Embrapa

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

**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL



**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL