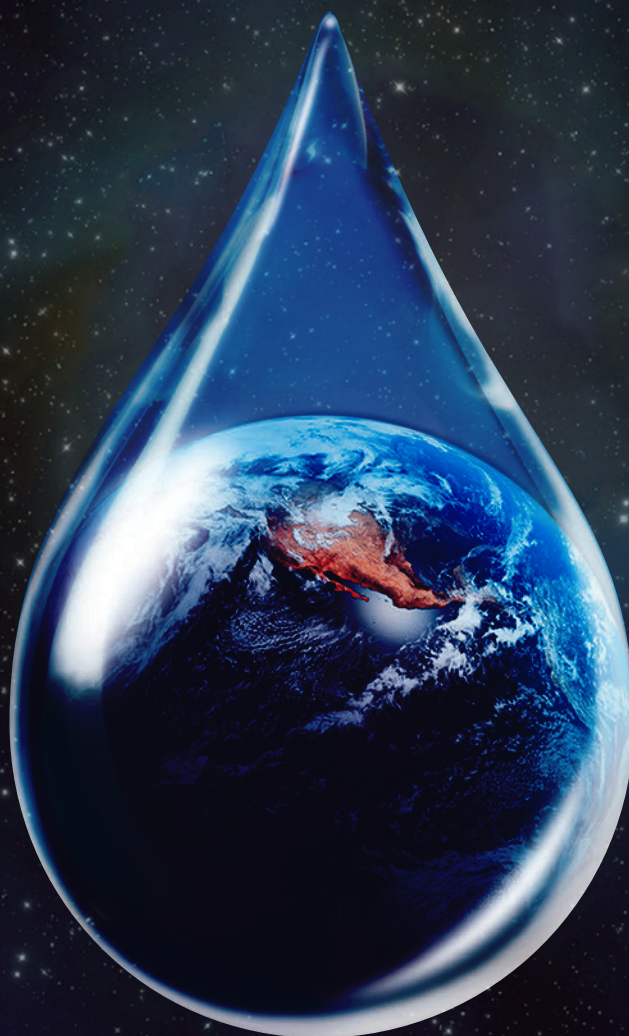


# XXI

SET - DEZ 2014 #8

*Ciência para a vida · Embrapa*



**Semeando água**

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**

**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

## SOBRE CENÁRIOS E CIÊNCIA

Como aumentar a vazão de água para as lavouras quando se observa sua falta em áreas urbanas do País e quando a escassez do recurso, vivenciada no presente e projetada para o futuro, ocupa espaços consideráveis em debates sobre desenvolvimento sustentável?

A reportagem de capa desta oitava edição da revista **XXI** – *Ciência para a Vida* mostra que a resposta está também no campo. Mais do que simples consumidor do recurso, o campo pode produzir água, contribuindo para minimizar crises de abastecimento, graças à adoção de boas práticas e de tecnologias eficientes, algumas aqui apresentadas.

O cenário de escassez de água inspira ainda cientistas que buscam ampliar o estoque de informações sobre as características necessárias às plantas para enfrentar situações de estresse como a seca, tema tratado na editoria Pesquisa. São cientistas dedicados a estudar avançadas técnicas de fenotipagem de plantas, suporte essencial aos programas de melhoramento genético vegetal e biotecnologia.

Uma terceira matéria desta edição também aborda estudos de cenários, desta vez voltados especificamente a forrageiras em contexto de mudanças climáticas. E traz boas notícias para a pecuária brasileira: simulações indicam que mudanças do clima podem favorecer pastagens constituídas por braquiárias em regiões nas quais se concentram 70% do rebanho bovino brasileiro.

Na editoria Vida de Laboratório, o foco volta-se à fitoterapia e mostra que, nessa área, o desafio é a qualidade da matéria-prima. Muitas vezes, a existência do princípio ativo que garante a propriedade medicinal de uma planta precisa ser comprovada.

Os estudos contemplados na reportagem são conduzidos visando à melhoria da qualidade da matéria-prima de quatro das 71 espécies que compõem a Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (Renuis), uma das ações decorrentes da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, aprovada em 2006.

A ampliação do conhecimento, tônica dos trabalhos abordados nas reportagens mencionadas e inerente à ciência, tem sido decisiva no processo de desenvolvimento sustentável. É o que confirma o pesquisador da Embrapa Zander Navarro, um dos editores do livro *O mundo rural no Brasil do século 21 – a formação de um novo padrão agrário e agrícola*<sup>1</sup>, e entrevistado nesta oitava edição da revista. Ele identifica a ciência como sendo “o coração da agricultura moderna que atualmente comanda as regiões rurais do País”.

O livro mostra que a agropecuária brasileira passa por uma revolução produtiva, organizacional e tecnológica, com impactos econômicos, sociais e culturais significativos. É um novo padrão agrícola, complexo e exigente de mais investimentos e mais conhecimento. Vale a pena conferir.

E vale a pena também ler o artigo do presidente da Fapemig, Mario Neto Borges, que descreve uma iniciativa louvável da Fundação mineira – a de estimular projetos de pesquisa em que é alto o grau de incerteza dos resultados. Reconhece-se aqui o risco também inerente à ciência. Pois foi enfrentando as incertezas e driblando os riscos que cientistas conseguiram fazer avançar o conhecimento e revolucionar a vida humana.

— Os editores

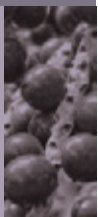
(1) A obra foi editada por Zander Navarro e Eliseu Alves, da Embrapa, e por Antônio Márcio Buainain e José Maria da Silveira, da Unicamp.

03

CARTA AO LEITOR

06

NOTAS



08

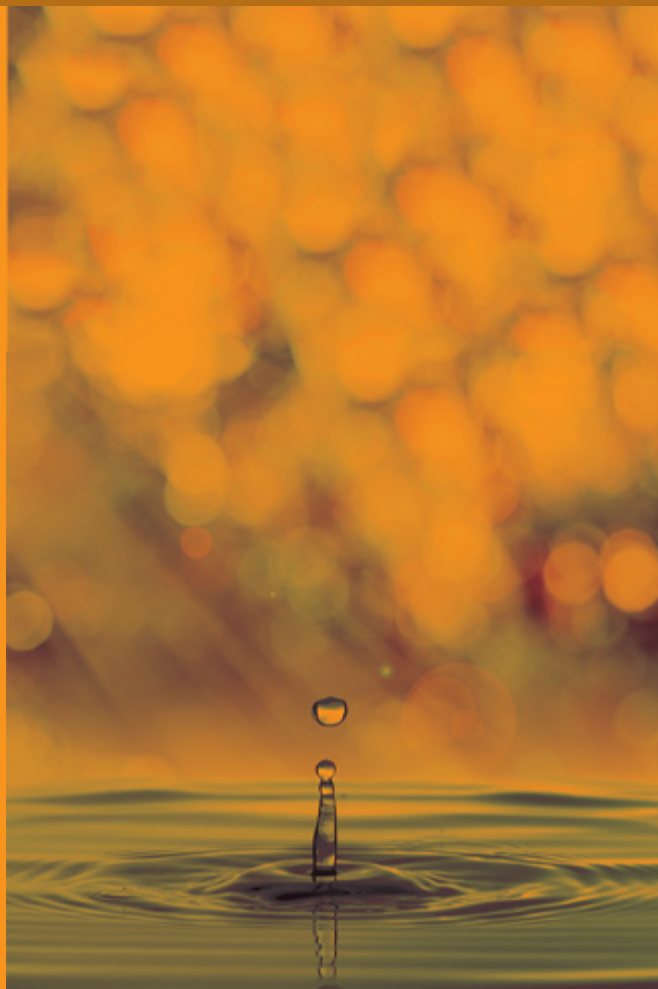
ENTREVISTA



O pesquisador Zander Navarro fala sobre a revolução produtiva, organizacional e tecnológica da agropecuária brasileira, tema de livro do qual ele é um dos autores e editores.

14

ESPECIAL



Água para um planeta sedento. As ciências agrárias geraram soluções para o desafio da sustentabilidade hídrica. São tecnologias e conhecimentos que já modificam o campo brasileiro e até transformam propriedades rurais em fábricas de água.

32

CENÁRIOS



Mudanças climáticas globais terão impactos positivos sobre a produção de pastagens constituídas por braquiária. É o que mostra uma nova ferramenta online que permite simulações futuras e pode subsidiar o planejamento da pecuária brasileira.

36

PESQUISA



A pesquisa em fenotipagem avança com a aplicação de novos métodos, o uso de instrumentos de última geração e a sua integração com a genômica. Os resultados são maiores celeridade e precisão nas informações sobre plantas, com impactos positivos nos programas de melhoramento genético vegetal.

48

VIDA DE LABORATÓRIO



A produção e o consumo de medicamentos fitoterápicos exige controle. E um dos desafios é a qualidade da matéria-prima.

50

ARTIGO

Mario Neto Borges, presidente da Fapemig, lembra que o risco é inerente à ciência e seu espaço deve ser garantido nas estruturas de produção científica.

**XXI**  
*Ciência para a vida*

**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**  
Tatiana Martins

**Coordenador de Comunicação  
Mercadológica**  
Robinson Cipriano

**EXPEDIENTE**

**Editores**  
Marita Féres Cardillo  
Fabio Reynol  
Gabriel Pupo Nogueira

**Projeto Gráfico**  
André Scofano e Nayara Brito

**Designers**  
Fernando Jackson, Gabriel Pupo  
Nogueira, Luciana Fernandes, Lúcio  
Cavalcanti, Luiz Leal, Maurício  
Camarão e Silvana Teixeira

**Capa**  
Gabriel Pupo Nogueira

**Revisão**  
Marcela Bravo Esteves

**CONSULTORES CIENTÍFICOS  
PARA ESTA EDIÇÃO**

Carlos Antonio Ferreira de Sousa;  
Júlio Palhares; Ladislau Martin  
Neto, Lineu Neiva Rodrigues;  
Luís Henrique Basso; Patrícia  
Santos; Paulo Herrmann Júnior;  
Wilson Tadeu Lopes da Silva.

**Impressão**  
Embrapa Informação Tecnológica

**Tiragem**  
14.000 exemplares

**Embrapa**

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

## BACTÉRIAS DO BEM

Pesquisadores da Embrapa acabam de descrever sete novas espécies dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* de bactérias. São bactérias chamadas pelos especialistas de "promotoras do crescimento" das plantas, capazes de captar o nitrogênio (N<sub>2</sub>) presente no ar (representando 78% dos gases da atmosfera) e transformá-lo em uma forma de nitrogênio assimilável pelas plantas, dispensando a adubação nitrogenada. O processo é chamado de fixação biológica de nitrogênio. O uso do processo permite que 18 bilhões de dólares anuais deixem de ser gastos com fertilizantes nitrogenados nas culturas da soja, do feijoeiro e do feijão-caupi, de acordo com dados divulgados pela Embrapa Soja. Os impactos positivos alcançam também a mitigação de gases de efeito estufa – estimativa equivalente a mais de 45 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Em três anos, o grupo de pesquisadores conseguiu alcançar o dobro de espécies de bactérias descritas em mais de 40 anos, além de aprimorar as metodologias que garantem a identificação correta de estirpes benéficas à agricultura. •

— por Sandra Zambudio e Carina Rufino



« navegue »

<http://migre.me/mn20i>



Foto: R. Rufino/Embrapa

## LEGADO DE DARWIN

A Embrapa lançou o livro *O legado de Darwin e a pesquisa agropecuária*, obra com 339 páginas, dividida em sete capítulos com a autoria de cientistas do campo da Ecologia e da Genética da Universidade de Brasília (UnB) e da Empresa. “O livro foi pensado para atingir o público leigo interessado no desenvolvimento e no conhecimento da ciência”, destacam os editores José Roberto Moreira e Marcelo Brilhante de Medeiros. Os capítulos do livro abordam a vida de Darwin e a história do pensamento evolutivo – da Grécia antiga, passando pelos pensadores muçulmanos e cristãos, por Lamarck (naturalista francês que personificou as ideias pré-darwinistas sobre a evolução), até chegar ao descobrimento do DNA e aos estudos em sociobiologia. Os autores da obra também criaram um glossário para os termos tratados no livro e dois encartes, um com a apresentação dos períodos geológicos da Terra e outro mostrando a evolução da vida. •

— por Maria Clara Guaraldo



« navegue »

<http://migre.me/mn21T>



Foto: Camilla Sant'Ana/Embrapa

## REVISTA OPEN ACCESS

Em 2015, a revista científica *Chemical Science*, publicada pela Royal Society of Chemistry, adotará o padrão das publicações Open Access Gold, que permite acesso eletrônico ao seu conteúdo a qualquer usuário, sem cobrança de taxas ao leitor. Além disso, o periódico renunciará aos encargos de processamento de artigo por pelo menos dois anos, e autores poderão publicar sem custos nesse período. A revista *Chemical Science* é publicada desde 2010 e tem fator de impacto de 8.3. Organização sem fins lucrativos com escritórios em Londres e Cambridge, na Inglaterra, a Royal Society of Chemistry reúne uma das maiores comunidades de pesquisadores e profissionais de química do mundo, com 49 mil membros e 170 anos de existência. •

— Fonte: Agência Fapesp



« navegue »

<http://www.rsc.org>

## POTENCIAL DO MATOPIBA

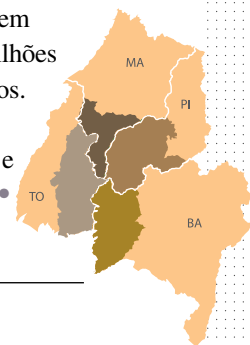
As características de bioma, clima, relevo e solos do Mato-piba, região que reúne áreas dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, foram levantadas por estudo da Embrapa Gestão Territorial. A região vem ganhando destaque entre as áreas de produção agrícola nacional por seu dinamismo – produziu 15 milhões de toneladas de grãos na safra 2012/13. As projeções indicam que em 2022/23 essa mesma produção será de 18 milhões de toneladas, um aumento de 20% em 10 anos. Os resultados obtidos no estudo colaboram com a caracterização da região do Matopiba e a delimitação da sua abrangência territorial. •

— por Daniela Maciel



« navegue »

<http://migre.me/mokkk>



## GENES DA ARAUCÁRIA

Foto: Luciane Jacques



Pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) identificaram 24.181 genes ligados à formação do embrião da araucária (*Araucaria angustifolia*) – árvore nativa do Brasil também chamada de pinheiro-brasileiro – e de sua semente, o pinhão. A descoberta poderá auxiliar no estabelecimento de um sistema para a propagação

in vitro da espécie, que está sob risco crítico de extinção, de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, na sigla em inglês). Sua madeira tem alto valor de mercado. Com a identificação dos genes, será possível um maior controle sobre o processo de embriogênese somática, ou seja, a formação de um embrião sem que haja fecundação e a partir de células não reprodutivas. Trata-se de uma das mais promissoras técnicas biotecnológicas de produção de embriões vegetais, que permite a criopreservação (conservação por meio de congelamento) e a clonagem em massa. No caso da araucária, ela é dificultada porque as sementes perdem viabilidade e não sobrevivem por longos períodos de armazenamento. •

— Fonte: Agência Fapesp, com base em texto de Diego Freire



« navegue »

<http://migre.me/mo0gz>

## ABELHA PREFERIDA DO AÇAÍ

Na Amazônia, cupuaçu, taperebá, castanha-do-brasil, urucum, rambotã entre outras importantes culturas agrícolas e extrativistas são polinizadas por abelhas. Agora, pesquisadores da Embrapa descobriram que colocar certo tipo de abelha no açaí pode aumentar a produtividade dos frutos da palmeira em até 40% – e o açaí depende de polinizadores para seu processo reprodutivo natural. Essa “abelha ideal”, conhecida por apicultores como “abelha-canudo”, ainda está em fase de descrição taxonômica – portanto, não tem nome científico de espécie. Conhecida provisoriamente como *Scaptotrigona* sp., é nativa da região amazônica e não possui ferrão. O açaí necessita de polinização cruzada, ou seja, os grãos de pólen de uma flor devem encontrar o estigma (órgão reprodutor feminino) de uma flor de outra planta da mesma espécie. Na prática isso significa que o cruzamento acontece entre flores de touceiras diferentes. Como recompensa, as flores do açaizeiro oferecem néctar e pólen às abelhas. •

— por Ana Laura



« navegue »

<http://migre.me/mnWPU>



Foto: Fábio Sian/Embrapa

## SISTEMA IMUNOLÓGICO

Estudo publicado na revista *Nature Communications* revelou que a bactéria *Salmonella enterica* é capaz de produzir uma proteína muito semelhante à alfa-2-macroglobulina humana, importante em nosso sistema imunológico. A hipótese levantada pelos pesquisadores do Instituto de Biologia Estrutural (IBS) de Grenoble, na França, é de que também nas bactérias as macroglobulinas poderiam fazer parte de um sistema de defesa rudimentar. Confirmada a teoria, essas proteínas podem se tornar alvos para o desenvolvimento de novos antibióticos. Em humanos, a alfa-2-macroglobulina detecta e neutraliza proteases secretadas por microrganismos invasores, explica a pesquisadora brasileira Andréa Dessen, do IBS. As proteases são enzimas que quebram as ligações entre os aminoácidos das proteínas. Segundo a pesquisadora, “a macroglobulina impede que as proteases dos inva-

sores destruam os tecidos do organismo, o que permitiria a infecção de tecidos mais profundos”. Em estudos anteriores relatados, já havia sido observada a presença do gene da macroglobulina. Agora, foi estudada a estrutura tridimensional da macroglobulina secretada pela *Salmonella enterica* e confirmada a semelhança com a humana. De acordo com Dessen, a descoberta reforça a hipótese de que a alfa-2-macroglobulina tem o papel de proteger a bactéria das proteases secretadas por outras bactérias ou pelo organismo do hospedeiro que ela tenta infectar. •

— Fonte: Agência Fapesp, com base em texto de Karina Toledo



« navegue »

<http://migre.me/moh5o>

<http://migre.me/mohcb>

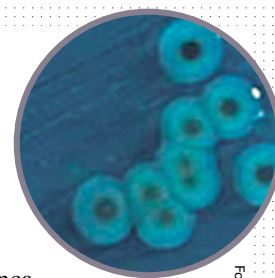


Foto: Agência Fapesp

# A NOVA CARA DO CAMPO BRASILEIRO



Por Juliana Miura

O setor agropecuário responde, hoje, por  $\frac{1}{4}$  do PIB nacional. É um dos resultados significativos das transformações ocorridas no Brasil nos últimos 50 anos. O pesquisador da Embrapa Zander Navarro, um dos editores do livro *O mundo rural no Brasil do século 21 – a formação de um novo padrão agrário e agrícola*, explica que a agropecuária brasileira passa por uma revolução produtiva, organizacional e tecnológica e lembra que, se não fosse o setor agropecuário, o Brasil seria radicalmente diferente – muito mais pobre, mais primitivo, com menor capacidade de realizar investimentos e alimentar sua população. A obra tem 1.182 páginas, 37 capítulos, 51 autores ligados a mais de 20 instituições públicas e privadas. Foi editada por Zander, Eliseu Alves, também da Embrapa, e por Antônio Márcio Buainain e José Maria da Silveira, ambos da Unicamp. Em essência, os autores analisam o relativo desconhecimento, o romantismo e a idealização da agricultura, do “rural brasileiro” e do agronegócio, com informações e análises rigorosas sustentadas em informações primárias recentes, como dados de censo e pesquisas de campo.

Fotos da entrevista: Marcos Esteves/Embrapa



**XXI - O livro surge da percepção a respeito de mudanças profundas na sociedade rural brasileira. Quais são esses sinais?**

*Zander Navarro* - Há algum tempo observamos que estávamos entrando numa nova fase da história rural brasileira. Intuímos a partir de um conjunto de evidências estatísticas, factuais e empíricas presentes em diversas regiões. Não se trata do aspecto mais visível, como o aumento da produção, mas de muitos outros sinais. Nesse período, a produtividade da agricultura brasileira foi a maior do mundo e incentivou a dinâmica econômica, mas também ocorreram profundas mudanças no mercado de trabalho e na situação dos pequenos produtores. Existem inclusive novas situações demográficas que devem ser analisadas. Vistas em conjunto, nos convencemos de que o Brasil rural abriu um novo capítulo da sua história agrária. São vários indicadores que o demonstram. Um deles, que cito como exemplo, é extremamente importante, pois representa um rompimento quase radical com um Brasil do passado. Há 20 ou 30 anos, todos os estudiosos do Brasil rural afirmariam que nas regiões rurais havia oferta ilimitada de mão de obra. Isso já não existe mais. Hoje, existe escassez de mão de obra em todos os setores produtivos, de norte a sul do País, e somente esse indicador ilustra bem o novo padrão agrário e agrícola que insistimos estar em curso no Brasil.

**XXI - Em que momento começa o processo de desenvolvimento do nosso setor agropecuário?**

*Zander Navarro* - Embora existam alguns fatores anteriores, o primeiro

grande momento transformador foi o impulso dado durante a década de 1970 com a modernização. Ali, nós criamos as primeiras raízes desse processo, que foi seletivo e transformou algumas regiões, alguns estados e alguns produtos. Beneficiou principalmente alguns tipos de produtores, mas não outros, o que gerou uma grande desigualdade no mundo rural brasileiro. De lá para cá, essa geração de produtores mais modernizados começou a se esforçar para buscar outras possibilidades, inclusive em termos de novas regiões que pudessem ser agregadas à produção.

**XXI - De que forma a industrialização pela qual o Brasil passava naquele momento contribuiu para o desenvolvimento da agricultura e vice-versa?**

*Zander Navarro* - A expansão da indústria certamente contribuiu, e muito, para a transformação tecnológica da agropecuária. Inúmeros setores industriais dedicados à produção de insumos nasceram, mas também os setores compradores dos produtos agropecuários destinados ao processamento. Pela primeira vez em nossa história econômica, houve um esforço concentrado de modernizar tecnologicamente um número maior de ramos produtivos do campo, tornando-os crescentemente articulados à indústria. Nasceu assim um ciclo produtivo, na década de 1970, o qual, nesses anos mais recentes, vem experimentando sua fase financeira, sendo mesmo por esta razão que, no livro, diversos capítulos esmiúçam esse processo chamado de “financeirização” da agropecuária.

**XXI - Podemos dizer que o Brasil vem experimentando uma revolução no campo?**

*Zander Navarro* - Não há a menor dúvida. Uma revolução principalmente produtiva. É uma agricultura que se transformou profundamente porque os produtores passaram a introduzir novas formas de trabalho, ou seja, novas tecnologias e processos organizacionais. Essa revolução produtiva acaba produzindo outros tipos de rupturas, de mudanças muito intensas nos campos econômico e financeiro, e eu diria inclusive nos campos social e cultural. Nós não temos mais famílias rurais isoladas como no passado. Hoje existe uma interpenetração muito grande entre o mundo rural e o mundo urbano. Existem até autores que falam da urbanização do campo, no sentido de uma cultura mais típica das cidades se estender também para as áreas rurais. Hoje há uma capilaridade enorme em termos de comunicação e de transporte, tornando muito mais fácil para as famílias rurais interagirem com o mundo da cidade. Quer dizer, é uma revolução profunda e é por isso que os elementos factuais mostram claramente um processo de transformação muito radical, justificando até que falemos de um novo padrão agrário e agrícola.

**XXI - Qual é o papel da ciência, da tecnologia, das inovações nesse processo de desenvolvimento do meio rural? Ainda é o mesmo?**

*Zander Navarro* - Foi e tem sido decisivo. Esse novo padrão agrícola, se de um lado exige mais investimentos e, por isso, o capital financeiro é hoje determinante, apresenta outra face consolidada pelas inova- »

ções, que assumiram uma extraordinária complexidade no funcionamento da agropecuária. E não apenas em função das tecnologias utilizadas nos estabelecimentos rurais, mas uma complexidade que se amplia também em termos organizacionais e da necessidade de mais conhecimento em geral, o que torna a ciência o coração da agricultura moderna que atualmente comanda as regiões rurais do País.

**XXI - O Brasil está aproveitando bem a oportunidade de demanda internacional de alimentos?**

*Zander Navarro* - Creio que sim, e isso se reflete internamente, com as transformações produtivas na agropecuária, fazendo com que esse setor produza uma riqueza cada vez mais significativa para o nosso país. Um elemento muito importante que pode referendar esse argumento é o fato de que a agricultura brasileira está salvando a balança comercial do nosso país há pelo menos 30 anos. Em outras palavras, se não fosse a agropecuária, o Brasil seria radicalmente diferente hoje – muito mais pobre, muito mais primitivo, com menor capacidade de realizar investimentos, inclusive nas cidades e nos setores mais essenciais. É importante que a população brasileira perceba que essas transformações produtivas da agropecuária são extremamente importantes para a sociedade e seu bem-estar.

**XXI - Além da tecnologia, quais outros fatores contribuíram para que a agricultura crescesse tanto no Brasil?**

*Zander Navarro* - Não temos ainda uma literatura científica que reconheça empiricamente esse fato, mas outro



**“É importante que a população perceba que as transformações produtivas da agropecuária são benéficas para a sociedade...”**

fator decisivo foi o aprendizado de agrupamentos significativos de produtores, os quais foram capazes, primeiramente, de apropriar-se da lógica da agricultura moderna, na década de 1970, e, posteriormente, esses agricultores pioneiros foram sobreviventes das duas décadas seguintes, fase em que a turbulência macroeconômica os ensinou a sobreviver em conjunturas de inflação elevadíssima, preços reais de seus produtos decrescentes, especialmente na década de 1990, idas e vindas das políticas agrícolas, inexistência de seguro rural, entre outros diversos fatores adversos que penalizaram a atividade nesses anos. Os que sobreviveram são verdadeiros heróis nacionais, pois emergiu uma categoria de produtores extremamente capaz, aberta às inovações e disposta a enfrentar os desafios da atividade. O Brasil conta atualmente com a fortuna composta por uma camada de produtores verdadeiramente profissional, fato que deveria ser motivo de orgulho para toda a sociedade.

**XXI - Entre a década de 1970 e atualmente houve uma grande queda no preço da cesta básica, para além da redução natural do preço dos alimentos. De que forma isso impactou o desenvolvimento do Brasil?**

*Zander Navarro* - Esse é um dos ganhos econômicos e sociais mais extraordinários da agricultura brasileira e uma de suas maiores contribuições para a sociedade. Se analisarmos os dados estatísticos, houve uma queda em termos reais de mais de 50% no preço médio dos alimentos. Isso permite que o brasileiro possa se alimentar mais e melhor, com uma

dieta mais rica, repercutindo inclusive na saúde da população. Os últimos 50 anos da história brasileira mostram também que a oferta de alimentos se organizou cada vez melhor em todas as cidades, mesmo nas menores. Essas mudanças foram realmente muito impactantes para o bem-estar da sociedade brasileira.

**XXI - O setor agropecuário responde por 1/4 do PIB nacional. Mas situações como a falta de mão de obra no campo, destacadas por você anteriormente, de que forma podem ser resolvidas?**

*Zander Navarro* - Esse é um grande problema para os grandes e para os pequenos produtores. Está ocorrendo uma redução expressiva da oferta de trabalho nas regiões rurais. As consequências disso, basicamente, são: a elevação dos salários rurais – e esse é um aspecto positivo –, que significa que aqueles que ainda trabalham no campo estão experimentando lentamente a elevação de seus ganhos como trabalhadores rurais; uma onda de mecanização que não vai demorar para ser ampliada significativamente, tecnificando expressivamente diversos ramos onde ainda não existe a intensificação tecnológica. Produtores muito envolvidos na produção agropecuária, integrados aos mercados, diante dessa escassez de mão de obra, começam a procurar máquinas para substituir o trabalho humano. A agricultura está desenvolvendo processos mecanizados em substituição a um trabalho que está sendo ofertado em condições insuficientes na agricultura brasileira, seja por razões de migração, já que o meio rural normalmente é mais precário do que as áreas urbanas, seja por processo de modernização.



**“Os últimos 50 anos da história brasileira mostram que a oferta de alimentos se organizou melhor em todas as cidades...”**

**XXI -E há a questão da sucessão no meio rural. Hoje os filhos dos agricultores saem para estudar ou trabalhar nas cidades e não voltam para o campo. Quais as consequências?**

*Zander Navarro* - Esse é talvez um dos problemas mais graves hoje da agricultura brasileira e também afeta todos os tipos de produtores, independente do tamanho do estabelecimento rural. As razões variam muito. Temos que analisar a situação de cada região. Por exemplo, no Semiárido do Nordeste, região muito difícil para se produzir, em função dos regimes hídricos, filhos de produtores estão sendo atraídos por grandes projetos, particularmente nas grandes cidades. Em consequência, o meio rural está se tornando muito envelhecido. Do ponto de vista agrícola, é muito difícil imaginar que alguém vá voltar. Então, nesse caso, vamos ter uma situação de esvaziamento do campo que se dá especialmente em função de sua precariedade. Quando observamos regiões rurais mais prósperas, com uma classe média rural que vive em moradias de boa qualidade, que têm conforto doméstico, veículos, mecanização, encontramos o mesmo problema da sucessão. Mas, nesse caso, é por uma razão de sucesso. Essas famílias rurais foram capazes de ter renda e criar oportunidade para seus filhos, incentivando-os a estudar. E os filhos, a maior parte deles, acabam desenvolvendo uma profissão que não é ligada às atividades agrícolas e também não retornam. Assim, o desafio da sucessão é um problema que afeta famílias ricas, a classe média rural e ainda as famílias rurais mais pobres. »

**XXI - Vocês observaram que ocorre com maior intensidade a fuga das mulheres dos campos para as cidades. Por que isso acontece e qual o impacto?**

*Zander Navarro* - Os censos demográficos analisados em alguns capítulos do livro revelaram números e tendências desconhecidos da maioria. Um deles indica que as mulheres jovens do meio rural têm níveis de escolaridade mais altos, o que não apenas permite que tenham mais chances de perceberem as oportunidades fora do meio rural, mas também de serem contratadas em setores de serviços ou outros nas cidades. Então as mulheres são as primeiras a migrarem. É uma decisão generalizada praticada por jovens mulheres, o que significa que a vida social das comunidades rurais também é muito impactada. Não há mais festas e bailes como antes, porque a relação de gênero fica desequilibrada. Qualquer um de nós pode imaginar que um dos efeitos dessa mudança é o desenvolvimento de um certo desânimo ou desestímulo entre os jovens homens, porque todos aqueles que pensam em namorar, casar, formar uma família, ficar no meio rural, encontram aqui um obstáculo. Existem tendências demográficas que são muito preocupantes. O número de filhos por famílias está caindo no meio rural brasileiro – em algumas regiões 20% de famílias fizeram a opção de não ter filhos. Tudo isso contribui para termos muita preocupação em relação ao futuro dos espaços rurais habitados por famílias, população, com uma interação humana pujante. O horizonte é mais de esvaziamento das regiões rurais. Por isso, precisamos estabelecer um debate muito profundo e criar uma política de desenvolvimento rural,



**“Existem tendências demográficas que são muito preocupantes. O número de filhos por famílias está caindo no meio rural brasileiro.”**

com oportunidades especialmente para os mais jovens, para que haja também sociedade no interior brasileiro, e não apenas nas regiões metropolitanas.

**XXI - Em artigo recente, você fala das dificuldades dos pequenos agricultores aumentarem sua renda e se inserirem no mercado. Há como diminuir as desvantagens desse segmento?**

*Zander Navarro* - Hoje a principal questão social no campo é essa – ajudar os pequenos produtores, de forma que tenham mais capacidade de absorver as inovações tecnológicas e possam participar de uma forma muito mais eficaz dos mercados, inclusive elevando suas rendas e seu interesse em permanecer na atividade. Isso porque aumentou muito a intensidade da corrida entre os produtores e a natureza da concorrência imposta por mercados cada vez mais exigentes. Os produtores que foram capazes de maior integração a esse novo contexto estão conduzindo suas atividades com muito mais rapidez, distanciando-se, cada vez mais, dos produtores de porte médio e, especialmente, dos pequenos produtores. Ao ficar para trás, o vasto conjunto dos estabelecimentos rurais de menor porte vai também perdendo suas chances de permanecer na atividade. O que fazer? A resposta é apenas uma: ou criamos as chances de rápido e intenso acesso à ciência, às inovações e ao melhor das tecnologias agrícolas para esses produtores, ou acabarão abandonando o campo, desistindo. Estamos hesitando demasiadamente em oferecer essa chance a milhões de famílias rurais. Quando acordarmos, o campo brasileiro já terá se esvaziado fortemente. No ritmo atual, em 2025 a população

rural diretamente envolvida em atividades agrícolas não passará de 5% do total da população ocupada do Brasil.

### **XXI - O que chama a atenção nas diferenças regionais no mundo rural brasileiro no que diz respeito à agricultura de pequeno porte?**

*Zander Navarro* - No que diz respeito aos pequenos produtores, por exemplo, o maior desafio em nossos dias é o Nordeste rural, que está sendo duplamente ameaçado, tanto por tendências demográficas que produzem o seu lento esvaziamento e também pelos fenômenos climáticos que estão tornando a atividade agrícola mais inviável, com o passar do tempo. Em uma faixa mais central do País, que começa em um extremo, em Rondônia, passa pelo Centro-Oeste e chega às regiões agrícolas antigas de Minas Gerais e São Paulo, os pequenos estabelecimentos estão ameaçados pelas migrações rurais-urbanas e pela concorrência da agricultura de larga escala, mais moderna. Nos três estados do Sul é que prevalece uma pequena produção com maiores chances de aprofundar sua integração mercantil, ampliar suas capacidades tecnológicas e sobreviver em maior número. Dessa forma, a ação governamental, a esta altura, deveria ser radicalmente diferente, de acordo com essas facetas sociais e econômicas, convergindo para as reais necessidades desses estratos, de acordo com os desafios principais com os quais se defrontam.

### **XXI - Para que a agricultura continue desempenhando um papel de destaque, quais são os desafios?**

*Zander Navarro* - Em termos econômicos ou produtivos, sou muito otimista. A agricultura brasileira está na



**“A questão principal é saber como será o mundo rural: se nós vamos ter um meio rural esvaziado de produtores ou populoso...”**

iminência de ser a principal do mundo. O Brasil disputa hoje com os Estados Unidos a posição de primeiro lugar. Só que os Estados Unidos não têm como ampliar sua agricultura. Então é inevitável que, num período máximo de 10 anos, o Brasil se torne o maior ofertante de alimentos do mundo. Nós temos terra, sol, água e uma geração de agricultores que se preparou muito durante esses anos para se tornar profissional. Esses agricultores são os responsáveis por organizar um setor que tem a mais alta produtividade do mundo. A questão principal é saber como será o mundo rural: se nós vamos ter um meio rural esvaziado de produtores ou se vamos ter um meio rural mais populoso, inclusive com a presença muito importante de pequenos produtores. Isso é o que está hoje no horizonte e que precisamos discutir com mais detalhes. Diversos capítulos do livro analisam essa pergunta sob ângulos os mais diversos: das implicações financeiras aos desafios das cadeias produtivas, das vicissitudes da política agrícola ao crescente número de riscos existentes atualmente, da diversidade das situações produtivas nas várias regiões agrícolas às tendências macroeconômicas, nem sempre apenas positivas para a maior parte dos produtores. ●



« **navegue** »

Entrevista de Zander Navarro para o Conexão Ciência:

[http:// bit.ly/znnavarro](http://bit.ly/znnavarro)

Livro:

<http://bit.ly/mundorural>

# SEMEANDO ÁGUA





# As armas da agropecuária para ajudar a matar a sede do planeta

**Texto: Fabio Reynol**

**Arte: Gabriel Pupo Nogueira**

Em uma região rural da Índia, nos anos 1990, para aumentar a eficiência do uso da água, os sistemas de irrigação por superfície foram substituídos por modelos de aspersão. A mudança surtiu resultado, porém trouxe um efeito colateral terrível: pequenos corpos d'água, como nascentes e córregos, a jusante da área, desapareceram. O caso ilustra como o uso da água em atividades agropecuárias é bem diferente daquele que ocorre no ambiente urbano. O fato altera o impacto das estatísticas de consumo setorial de água no Brasil e no mundo, no qual a irrigação figura isoladamente como a maior usuária de recursos hídricos, utilizando por volta de 70% da vazão derivada dos rios.

“Boa parte da água lançada na lavoura volta ao sistema hídrico, e,

além disso, a irrigação está diretamente ligada ao aumento da produção de alimentos. Por isso, antes de fechar as torneiras do campo é preciso se perguntar: quais são as consequências disso para a sociedade e para o próprio meio ambiente”, explica o pesquisador da Embrapa Semiárido Luís Henrique Bassoi, que coordena o portfólio de Agricultura Irrigada, ferramenta de gestão que reúne projetos de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia da Empresa relacionados ao tema e identifica os principais desafios a serem enfrentados nessa área.

A observação de Bassoi é fundamentada num fato eloquente, a irrigação impulsionou consideravelmente a produção agrícola brasileira, não somente aumentando a produtividade por planta, mas também proporcio-

nando a obtenção de mais de uma safra ao ano para várias espécies cultivadas, e um menor risco de quebra da produção. “A irrigação está diretamente ligada à pergunta: qual é a quantidade de alimentos que queremos produzir?”, argumenta.

Estima-se que os espaços irrigados representem 17% da área agricultável do planeta, a qual responde por mais de 40% de todo alimento produzido. Essas áreas produzem em torno de 2,5 vezes mais que as lavouras de sequeiro. No Brasil, cada hectare irrigado equivale a três de sequeiro em produtividade física e a sete em produtividade econômica, de acordo com dados da Agência Nacional de Águas (ANA).

A despeito das vantagens, a agricultura irrigada no Brasil ainda ocupa pouco espaço, são apenas seis milhões »

A integração ao meio natural faz com que o campo passe de consumidor a grande produtor de água.

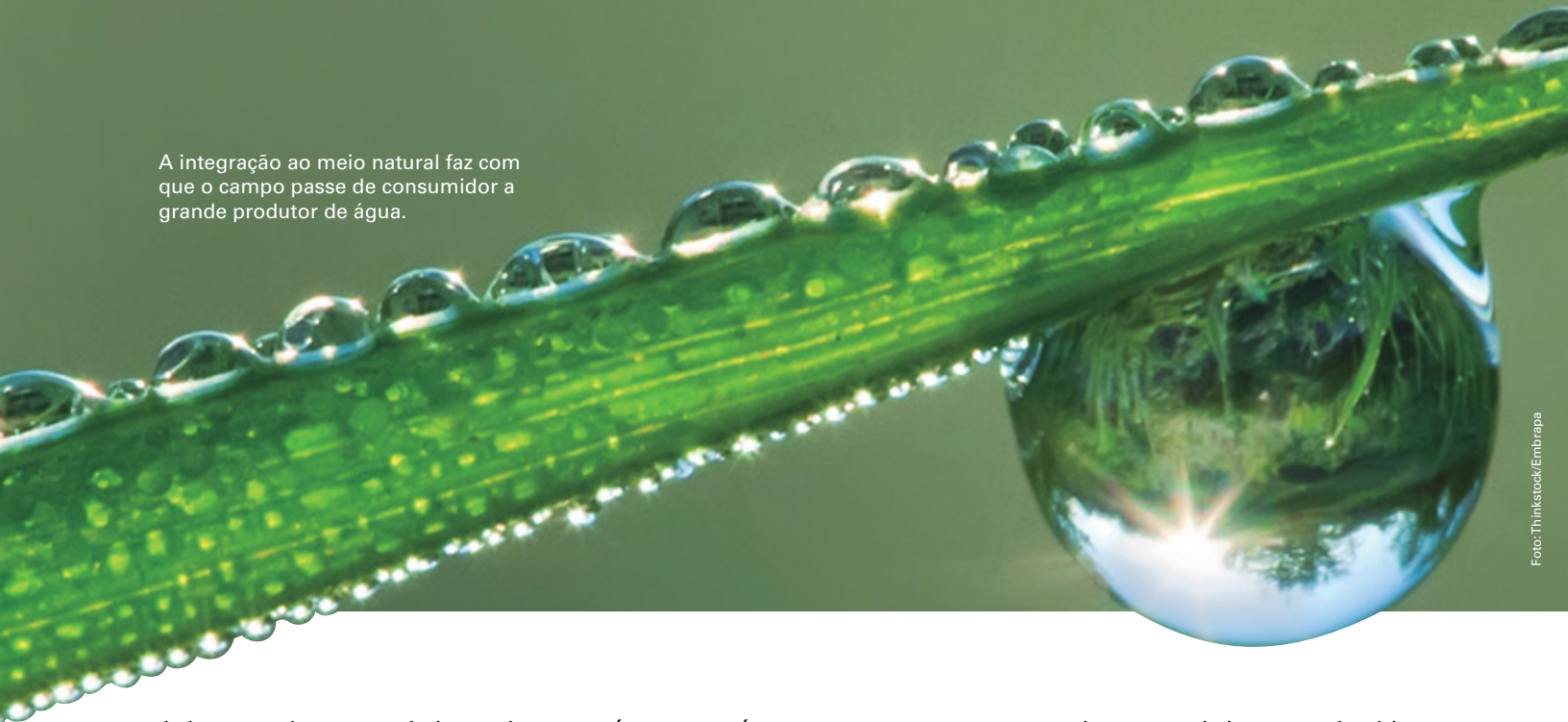


Foto: Thinkstock/Embrapa

de hectares, área que poderia ser cinco vezes maior. O Ministério da Integração Nacional calcula que o País possui 25,5 milhões de hectares de áreas plantadas dependendo exclusivamente do regime de chuvas e que poderiam ser irrigadas. Essas propriedades, que somadas têm o tamanho da Itália, poderiam produzir mais e melhor se contassem com sistemas de irrigação.

Mas como aumentar a vazão de água para as lavouras com áreas urbanas já sedentas? Parte da resposta está no campo. Boas práticas, tecnologias eficientes e uso racional do recurso podem gerar mais água para todos. A integração ao meio natural faz com que o campo seja muito mais que um mero consumidor de água, ele também pode ser um grande produtor desse recurso. Não por acaso, a ANA focou nas propriedades rurais o seu Programa Produtor de Água por meio do qual estimula práticas conservacionistas que resultam em preservação dos corpos d'água e no aumento do seu volume. Claro que o setor agropecuário sozinho não solucionará o problema da crise de abastecimento, mas poderá representar uma poderosa ajuda.

#### FÁBRICAS DE ÁGUA

Montar fazendas produtoras de água depende de uma série de ações, tecnologias e informações que vão de práticas básicas, como a manutenção de matas ciliares de rios e córregos, até tecnologias modernas envolvendo técnicas de sensoriamento remoto e irrigação de precisão que utilizam softwares que gerenciam o acionamento automático de aspersores de água. Em meio a uma enxurrada de medidas que precisam ser tomadas, por onde começar? “De imediato, poderíamos melhorar a eficiência no uso da água”, aconselha o engenheiro agrícola Lineu Neiva Rodrigues, pesquisador da Embrapa Cerrados (DF).

“Os pivôs centrais são equipamentos muito eficientes, porém, quando mal dimensionados e manejados, podem apresentar uma eficiência baixa, da ordem de 70%”, exemplifica o especialista que também é membro do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), representando o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Práticas simples como a regulação do

equipamento e irrigação em horários adequados poderiam elevar a eficiência para cerca de 90%, evitando desperdícios, de acordo com Rodrigues.

Um forte impulsionador de mudanças tem sido as imposições econômicas. O pesquisador aponta que a energia elétrica que a irrigação demanda está cada vez mais cara ao produtor rural. “Muitos deles já não conseguem se manter nas faixas de tarifas reduzidas de eletricidade. Ao perceber no bolso o custo da ineficiência de seus sistemas, o agricultor vai procurar mudar isso”, prevê, apostando nos benefícios das novas tecnologias.

Além do custo direto, a irrigação feita de maneira equivocada traz consequências indiretas que dificilmente são percebidas pelo produtor. Irrigar em quantidade insuficiente reduz a produtividade. Irrigar em exagero favorece o surgimento de doenças na lavoura cujo combate também consumirá mais recursos financeiros. “Dificilmente o produtor associa esses efeitos à falta de manejo da irrigação”, analisa o pesquisador da Embrapa Hortaliças (DF), Waldir Marouelli.





Além do fator econômico, a evolução da irrigação brasileira ganhou um catalisador inusitado, a crise hídrica que vem assolando os estados mais populosos do País. “Israel, Espanha e Austrália são os países mais avançados em tecnologias de irrigação por um motivo simples: vivem constantemente em situação extrema”, esclarece Silvano Steinmetz, pesquisador da Embrapa Clima Temperado (RS), ressaltando que a crise atual é um extremo que também exige adaptações.

A crise ocorrida em 2002, conhecida como apagão, que afetou o fornecimento de energia elétrica, trouxe à tona práticas equivocadas e provocou mudanças significativas nas cidades e também no meio rural. Naquela época, um produtor de manga da região de Petrolina percebeu como a irrigação estava sendo utilizada. “O produtor me disse surpreso que o apagão mostrou o quanto ele estava irrigando a mais”, lembra o pesquisador Luís Bassoi, “pois não houve quebra de produção mesmo com a redução do volume de água para irrigação”.

#### **CAPACITAÇÃO E TRANSFERÊNCIA**

Bassoi acredita que muito da economia a ser obtida no campo pode vir da adoção de práticas simples e tecnologias baratas. “São mudanças que dependem apenas de repasse de conhecimento e transferência de tecnologia, e que teriam um grande impacto”, salienta.

Esta matéria selecionou algumas das principais soluções que a pesquisa agropecuária desenvolveu para as questões hídricas do Brasil e que já estão impactando de forma considerável na qualidade e na disponibilidade de água em todo o País.

## **NEM MAIS NEM MENOS**

### **AGRICULTURA DE PRECISÃO PODE CONTRIBUIR PARA O USO DA ÁGUA NA MEDIDA CERTA**

**Fernanda Birolo**

Ela parece ser um bem abundante nas bordas e arredores do grandioso Rio São Francisco. Aliada ao calor permanente e à aplicação de tecnologias, permite que o Semiárido nordestino abrigue um dos maiores polos de fruticultura do Brasil. Mas o fato é que a água, seja onde e como for, precisa ser usada com bastante cautela.

A irrigação no Vale do São Francisco já vem sendo utilizada há décadas, e durante o ano inteiro. De acordo com o pesquisador Luís Henrique Bassoi, da Embrapa Semiárido, seu manejo inadequado pode ter como consequências desde a perda de nutrientes para as maiores profundidades do solo – longe do alcance das raízes das plantas – até a elevação do lençol freático, contribuindo ainda para o aparecimento da salinidade, pois muitas áreas irrigadas têm problemas de drenagem.

A boa notícia é que a presença de alta umidade em algumas áreas do solo, comum em função da prática constante da irrigação, pode ser aproveitada para, até mesmo, diminuir a quantidade de água aplicada às culturas. Para isso, é preciso estar cercado de informações e conhecimentos que subsidiem uma escolha criteriosa.

Este é o princípio da Agricultura de Precisão, uma forma inovadora de gerenciamento da atividade agrícola que auxilia o produtor a decidir onde e como realizar determinadas práticas, levando em consideração que, mesmo dentro de uma pequena área, existem diferenças quanto aos fatores do solo e da planta que podem influenciar a produção.

Uma parte da área pode, por exemplo, apresentar mais ou menos água retida no solo quando comparada às demais. Ou as plantas, em dada parcela, apresentam maior ou menor teor de nitrogênio nas folhas. Os fatores a serem levados em consideração dependem de cada cultura ou sistema de produção.

Para as fruteiras do Vale do São Francisco, cultivadas sob condições de irrigação, a umidade do solo está entre os fatores mais importantes. Um experimento realizado pela Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa em uma fazenda produtora de uvas de mesa em Petrolina (PE) identificou diferenças quanto à drenagem do solo em uma área de apenas 1,6 hectare. »

“O produtor observou que algumas partes da área tinham maior quantidade de água armazenada no solo. Nesses locais, nós aplicamos uma menor lâmina de irrigação”, explica Bassoi.

A fórmula parece simples – e realmente é. Mas para a identificação das partes com maior ou menor armazenamento de água no solo, é preciso realizar um levantamento sistemático da área.

Segundo o pesquisador, neste caso, aplicar o conceito da Agricultura de Precisão não exigiu a aquisição de equipamentos sofisticados como o GPS ou uso de imagens de satélite, nem mesmo aumento dos custos e de mão de obra – apenas ajustes em algumas operações, parte delas já realizadas pelos produtores, a exemplo do monitoramento da água no solo, através do uso de tensiômetros.

As análises com uva de mesa no Vale do São Francisco mostraram que foi possível obter uma redução de até 0,8 m<sup>3</sup>, ou 800 litros, de água por planta em determinadas partes da área, em um ciclo de produção de cerca de 115 dias. “Essa redução pode parecer pequena, mas se considerarmos que ela se deu apenas em uma parcela de 1,6 hectares, com 1.840 plantas, podemos imaginar o volume de água que ainda pode ser economizado em uma área maior, de cerca de 50 hectares cultivados, como é o caso da fazenda onde realizamos o experimento”, avalia o pesquisador.



Foto: Fernanda Biolo/Embrapa



## SALVAÇÃO QUE CAI DO CÉU

TECNOLOGIA DE COLETA DE CHUVA PERMITE A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO SEMIÁRIDO DURANTE O ANO INTEIRO

**Fernanda Biolo**

Apesar de toda a abundância de água no Brasil, há uma região no País onde ela é extremamente escassa, e qualquer brasileiro sabe identificá-lo no mapa: o Semiárido nordestino. Nessa região, são inúmeras as localidades que não contam com fontes permanentes de água doce, como rios, lagos, açudes e poços. Nesses casos, a pouca água que existe vem do céu.

A busca por alternativas para tornar possível a vida e a produção no Semiárido brasileiro passa, necessariamente, pelo aproveitamento das poucas e mal distribuídas chuvas que caem na região. Para coletá-las, uma das mais difundidas tecnologias é a cisterna, que armazena a água captada através dos telhados das casas para ser utilizada ao longo do ano.

Essas construções já fazem parte da paisagem rural da região, presente em grande número de domicílios. Com capacidade de armazenamento de 16 mil litros, ela garante às famílias água potável para beber e cozinhar. Já uma cisterna maior, de 52 mil litros, pode ser utilizada para a produção de alimentos como frutas e hortaliças, ou para consumo animal.

“As famílias precisam ter consciência de que cada cisterna tem um uso específico, e estes não podem ficar misturados”, ressalta a pesquisadora Luiza Brito, da Embrapa Semiárido. Por isso é que, para ter uma cisterna de produção, elas precisam já ter uma de consumo. Essa é a premissa das políticas públicas do governo federal voltadas para a captação de água de chuva:



o Programa Um Milhão de Cisternas, que desde 2003 já construiu mais de 500 mil delas, beneficiando cerca de 2,5 milhões de pessoas com água para consumo; e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), que garante a água para a produção.

“A concepção do P1+2 teve o objetivo de melhorar a dieta das famílias rurais do Semiárido, inserindo as vitaminas e os sais minerais presentes nas frutas e hortaliças, além das proteínas, por meio das cisternas utilizadas para produção animal”, explica Luiza Brito.

Os benefícios podem ser confirmados pelos produtores que adotaram a ideia. A agricultora Alaíde Ferreira, de Petrolina (PE), conta que melhorou muito a alimentação da família, e até dos vizinhos, com o cultivo de um pomar doméstico. E se alegra com a possibilidade de ter um suco natural todos os dias, sem precisar comprar.

Benedita Santana, do mesmo município, se orgulha da variedade de frutas

que agora tem em seu quintal: “É caju, manga, acerola, graviola, romã, todas sem agrotóxico”, destaca.

Diante de tamanha escassez de água que se verifica na região, o que se consegue com o auxílio das cisternas é um verdadeiro milagre. Estudos realizados pela Embrapa Semiárido mostram que é possível conseguir uma produção de 165 quilos de manga em um ano utilizando apenas 471 litros de água. Em comparação, a produção irrigada da fruta na mesma região requer a aplicação de, aproximadamente, 200 litros por dia. “A proposta aqui é suprir somente o mínimo necessário para a planta sobreviver”, explica a pesquisadora.

Em um ano típico de chuva foi possível obter 929 quilos de frutas, sendo 233 de manga, 148 de acerola, 130 de pinha, 293 de limão e 123 de mamão. Isso significa uma média de 2,5 quilos de frutas por dia. “É mais do que uma família média de cinco pessoas consegue consumir no dia a

dia, o que significa que ainda pode gerar excedente para ser comercializado e complementar a renda dos produtores”, afirma Luiza.

Estes dados foram coletados em 2011, quando o índice de chuva no local foi de 590 milímetros. Já em 2012, um ano caracteristicamente de seca, foi registrado menos de um terço desse volume, apenas 149 milímetros. Ainda assim, e utilizando parte da água armazenada na cisterna desde o ano anterior, conseguiu-se obter um total de 550 quilos de frutas para consumo da família.

Se bem manejada, a água armazenada em uma cisterna de 52 mil litros é suficiente para manter um pequeno pomar, com cerca de 20 fruteiras, além de dois a quatro canteiros de hortaliças. Já no caso de a opção ser para o consumo animal, a mesma quantidade pode atender um rebanho em torno de 40 a 50 cabeças de caprinos ou ovinos durante o ano inteiro. Só com água vinda do céu. »



Criação de peixes e culturas com irrigação com água salina



## E QUANDO A ÁGUA É SALINA?

### PEIXES E FORRAGEIRAS PODEM SER CULTIVADOS EM ÁGUA COM MAIORES TEORES DE SAIS

**Fernanda Birolo**

Viver e produzir alimentos sem água é impossível. Mas o que fazer quando a única fonte disponível tem altos teores de sais?

Sabe-se que o uso inadequado das águas salinas causa grandes prejuízos ao meio ambiente e à agricultura, provocando processos de salinização do solo. No entanto, estudos desenvolvidos em várias regiões do mundo indicam que essa água não é, necessariamente, uma vilã. Pelo contrário, pode ser uma saída para regiões que não dispõem de outra alternativa.

É o caso de muitas localidades do Semiárido brasileiro, onde há um elevado potencial de águas subterrâneas, mas que, em sua maioria, são salinas ou salobras. E é de poços perfurados nessas condições que um grande número de famílias tira a água para beber, além de utilizá-la em atividades agrícolas e na criação de animais. Para que fique própria para o consumo humano, essa água passa por um processo de dessalinização, por meio de aparelhos com filtros bastante potentes.

“O uso dos dessalinizadores tem sido uma alternativa em todo o mundo

para se obter água de qualidade superior, visando a atender à demanda de populações, especialmente em regiões com elevada escassez hídrica”, observa Gherman Araújo, pesquisador da Embrapa Semiárido. No entanto, ele alerta que esse processo, além de permitir a obtenção de água potável, produz também um rejeito com concentração ainda mais alta de sais, que podem trazer prejuízos para o solo de forma muito rápida.

Visando a proporcionar o uso desse rejeito com o menor impacto ambiental possível, a Embrapa desenvolveu uma tecnologia que une a criação de peixes com a produção de plantas. Nesse sistema, o rejeito da dessalinização é depositado em dois grandes tanques de 330m<sup>3</sup>, utilizados de forma comunitária para a criação de tilápias que se desenvolvem bem nessas condições. Um terceiro tanque armazena o concentrado que já passou pelos tanques de criação. Acrescida da matéria orgânica produzida pelos peixes, a água contida nesse tanque é utilizada para irrigar plantas resistentes ou tolerantes à salinidade, como a erva-sal, destinada à alimentação de animais.

De acordo com Gherman Araújo, em um ano é possível produzir cerca de 650 kg de peixe por tanque, e aproximadamente dez toneladas de forragem em apenas um hectare. “Assim, além de fornecer água potável para a comunidade, o sistema também gera novas alternativas de produção e aumento da renda familiar, tudo isso com a garantia da preservação do meio ambiente”, destaca.

Esse sistema de uso integrado do rejeito do dessalinizador tem sido utilizado como a principal tecnologia do Programa Água Doce, do governo federal. Lançado em 2004, ele vem sendo implantado em diversas comunidades rurais do Semiárido, beneficiando cerca de 100 mil pessoas em 154 localidades do Nordeste.

Além desse sistema, trabalhos de pesquisa têm buscado oferecer outras alternativas para o uso do rejeito da dessalinização. Uma delas é a flexibilização do sistema comunitário, considerado de grande porte, adaptando-o para um sistema de produção familiar e poços de menores vazões, com a utilização de pequenos tanques de criação de peixes, com cerca de cinco mil litros. Outra



alternativa ainda é a prospecção e a avaliação de novas cultivares de plantas alimentares e forrageiras e espécies de peixes resistentes ou tolerantes à salinidade que poderão ser incorporadas ao sistema.

O potencial de utilização das águas salinas diretamente nas atividades produtivas também vem sendo avaliado, como o uso para a dessedentação animal ou para pequenas irrigações. “Nós entendemos que a água salina é uma alternativa de aumento da eficiência dos sistemas produtivos na região semiárida. Ela não é um problema, é uma alternativa de solução para o incremento da produção familiar”, afirma Gherman Araújo.

Ele ressalta, no entanto, que essa água precisa ser usada de forma sazonal e estratégica. A intenção, segundo ele, é explorar o ciclo das chuvas e fazer uma complementação com as águas salinas. “É preciso usá-las com conhecimentos técnicos, de forma racional e respeitando as características do solo, água, clima, plantas e animais”, conclui.



Foto: Fabio Reynol/Embrapa

## ■ ÁGUA LIVRE DE AGROTÓXICOS SOFTWARE DA EMBRAPA ADOTADO PELO IBAMA AVALIA RISCO AMBIENTAL CAUSADO PELA APLICAÇÃO DE QUÍMICOS NA LAVOURA

**Fabio Reynol**

Água contaminada equivale à água indisponível. Tão importante quanto o acesso ao recurso natural é preservá-lo em condições de potabilidade. Um software desenvolvido pela Embrapa batizado de ARAQUÁ avalia os riscos da aplicação de agrotóxicos sobre os corpos hídricos subterrâneos, os lençóis freáticos e aquíferos, e também os superficiais, como rios, córregos e lagos.

Criado na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna (SP), atualmente o programa é desenvolvido e aperfeiçoado pela Embrapa Gestão Territorial, localizada em Campinas (SP), e pode ser baixado gratuitamente no site desta Unidade (veja em [@navegue](#), no fim desta matéria).

O produto está disponível a qualquer interessado e é destinado especialmente a órgãos oficiais de controle ambiental, organizações ambientais, empresas ligadas ao setor agropecuário e profissionais que trabalham com gestão ambiental. Um dos maiores usuários do ARAQUÁ é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) que o emprega na avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos no processo de registro para uso e na reavaliação de produtos que já estão no mercado. »

Os dados de entrada necessários para as simulações são de fácil obtenção e a interface do ARAquá com o usuário é amigável. O cadastramento de condições do clima, propriedades do solo e situação do terreno permite que os cálculos sejam feitos para condições brasileiras.

Com base em dados toxicológicos, a nova versão do ARAquá apresenta como resultado quocientes de risco para organismos aquáticos e consumo da água pela população. Para cada um deles o software apresenta um quociente. Caso a concentração estimada daquele produto na água esteja acima do nível aceitável, o valor aparecerá grifado em vermelho. Se o resultado não for uma concentração perigosa, ele será mostrado com um grifo verde, ou ainda em amarelo, representando risco potencial em casos específicos. “Um exemplo de indicação amarela são os casos de risco somente se o corpo hídrico abrigar espécies ameaçadas de extinção. Se for essa a situação, o ARAquá apresenta o quociente grifado em amarelo com a respectiva explicação”, comenta o analista Rafael Mingoti, da Embrapa Gestão Territorial, um dos desenvolvedores do programa.

“Não adianta ter água em abundância se ela não estiver potável. A qualidade da água é tão importante quanto a sua quantidade, nesse sentido essa ferramenta auxilia justamente na preservação dos corpos hídricos sem contaminação”, analisa o gerente-geral da Embrapa Gestão Territorial, o pesquisador Claudio Spadotto, que concebeu o ARAquá.

A equipe agora trabalha no ARAquáGeo, uma versão que faz os cálculos com dados georreferenciados, apresentando os resultados em mapas. O desenvolvimento do ARAquá conta com parceria da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) e da Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (Fatec), ambas no Município de Botucatu (SP).



## TERRA ÚMIDA O ANO TODO

### BARRAGEM SUBTERRÂNEA MUDA O CENÁRIO SOCIAL DO SEMIÁRIDO

**Carlos Dias**

A severa seca enfrentada entre 2010 e 2013 no Semiárido baiano não foi tão dura quanto aquela vivida 20 anos antes, pelo menos, para o pequeno produtor José de Antonino do Município de Curaçá. A diferença não estava nas condições climáticas, mas numa tecnologia simples que manteve a propriedade preparada para a longa estiagem, a barragem subterrânea.

Trata-se de uma parede construída para dentro da terra, que tem a função de barrar as águas das chuvas que escorrem no interior e acima do solo, formando uma vazante artificial que mantém o terreno molhado entre três e cinco meses após a época chuvosa, permitindo a plantação mesmo em época de estiagem.



Foto: Arquivo Embrapa Solos

## COMO CONSTRUIR

A barragem subterrânea deve ser instalada em locais situados em ponto estratégico do terreno, onde escorre o maior volume de água no momento da chuva. Sua construção é feita escavando-se uma vala perpendicular ao sentido da descida das águas até a profundidade da camada mais endurecida do solo. Dentro da vala, estende-se um plástico com espessura de 200 micra por toda a extensão da parede que, em geral, varia de 80 a 100 metros de comprimento. Após o plástico estendido, a vala volta a ser fechada com a terra. Nesta "parede", deve ser feito um sangradouro com 50 a 70 centímetros de altura. O plástico impermeável barra o escoamento da água da chuva e provoca a sua infiltração no solo, o que reduz a evaporação. Dessa forma, cria-se uma vazante artificial na qual a umidade do solo se prolonga por longo tempo, chegando até quase o final do período seco no Semiárido.



Foto: Arquivo Embrapa Solos

Presente em todos os estados do Nordeste que compõem a região do Semiárido mais o norte de Minas Gerais, as barragens subterrâneas têm produzido fortes impactos sociais. “Elas contribuem para a segurança alimentar e nutricional das famílias agricultoras, além de geração de renda pela comercialização dos produtos”, diz a pesquisadora da Embrapa Solos (RJ), Maria Sonia Lopes da Silva.

Em Ouricuri (PE), dona Jesuíta, do Sítio Maniçoba, conheceu a experiência da barragem subterrânea em uma oficina de intercâmbio. Com a ajuda de entidades sociais locais, construiu a

sua própria. “A gente só tinha água para beber e dar para os animais em duas cisternas. Faltava água para plantar, agora não falta mais nada,” conta a produtora sobre a implantação da barragem.

“No começo, a gente não acreditou muito nela, porque não vê a água em cima da terra, mas, depois que a gente deixa de comprar um monte de coisa porque tira alimentos do plantio feito nela, fica é querendo ter mais terra pra construir mais barragens,” afirma.

### RECONHECIMENTO

No ano passado, a tecnologia da barragem subterrânea foi agra-

ciada na primeira edição do Prêmio Mandacaru - Projeto e Práticas Inovadoras em Acesso à Água e Convivência com o Semiárido, na categoria Pesquisa Aplicada. O Prêmio Mandacaru foi concedido pelo Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS) por meio de subvenção da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID).

Também em 2013, em outubro, a barragem foi certificada como tecnologia social pela Fundação Banco do Brasil (FBB) por representar uma efetiva solução de transformação social. »

## PLANTAS RESISTENTES À SECA

Gerar plantas que resistam mais e melhor à falta de água é uma forte linha de pesquisa que busca preparar as lavouras para o aumento da temperatura do planeta. A Embrapa trabalha no desenvolvimento de espécies vegetais mais resistentes à seca, com resultados mais avançados em soja e cana-de-açúcar. Por meio de técnicas de manipulação genética, pesquisadores conseguiram introduzir genes que deixam as plantas mais tolerantes à falta d'água. Nos últimos dez anos, o Brasil deixou de produzir 55 milhões de toneladas de soja somente no Paraná e Rio Grande do Sul. O motivo: faltou água para que a lavoura se desenvolvesse normalmente. O prejuízo é calculado em cerca de US\$ 27 bilhões.



Foto: Paulo Lenzetti/Embrapa



Foto: Luciano Cordoval/Embrapa

## COLHEITA DA ÁGUA

### TECNOLOGIAS SIMPLES E BARATAS, BARRAGINHAS E LAGOS DE MÚLTIPLO USO TRANSFORMAM REALIDADES NO CAMPO

#### Marina Torres

Uma tecnologia social que transforma paisagens e vidas. Assim pode ser definida a barraginha. A construção de pequenas barragens que captam enxurradas evita a degradação do solo e proporciona a infiltração da chuva, elevando o nível do lençol freático. Graças a essa tecnologia, em comunidades onde faltava água, hoje é possível ver o cultivo de hortas e até mesmo a criação de peixes.

A tecnologia é simples e surgiu da observação de um barramento natural ocorrido após uma forte chuva no início da década de 1980. Durante uma estiagem que durava havia mais de dez meses no Semiárido norte-mineiro, ocorreu um temporal rápido que derramou 40 mm de chuvas intensas provocando muita enxurrada. Durante um passeio a cavalo por uma fazenda após essa tempestade, o engenheiro-agrônomo Luciano Cordoval se deparou com um lugar que lhe chamou

a atenção. “Parecia um minioásis no formato de um lago. Estava verde, com uma relva densa. Nas outras áreas, a chuva não tinha sido suficiente para estimular a brotação das pastagens, estava tudo ainda aparentemente desertificado”, conta o técnico que trabalha na Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG).

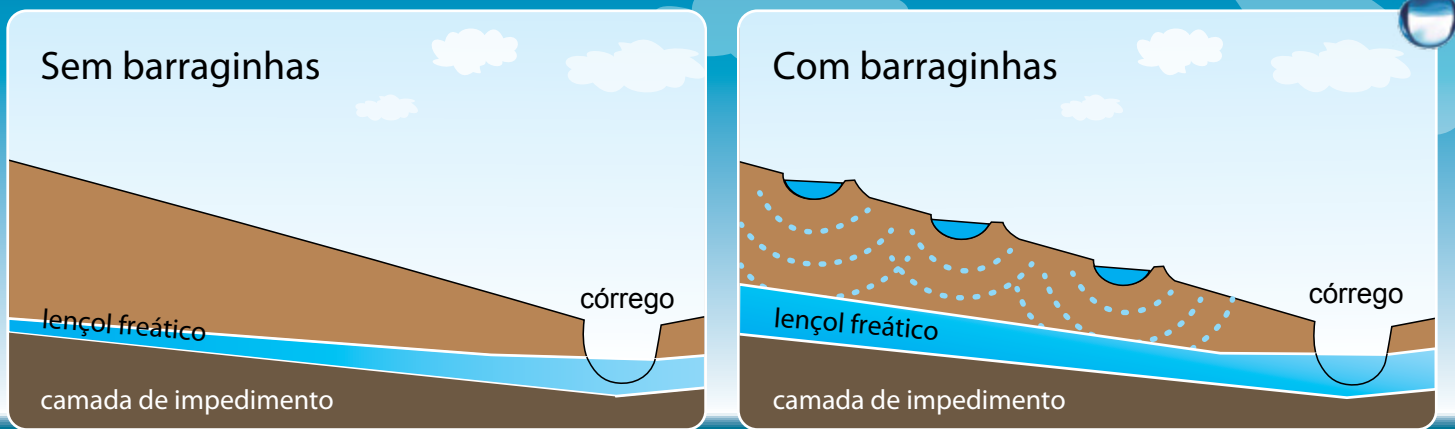
Luciano observou o fenômeno e percebeu que a água da chuva, por estar sobre um terreno frágil, propenso à erosão, abriu uma fissura, escavando e carreando terra, que se depositou mais abaixo, formando um barramento natural. “Essa lama depositada foi suficiente para parar a enxurrada e encher uma bacia rasa. Creio que se infiltrou logo, e as sementes misturadas na lama germinaram, formando esse tapete verde, com o formato do lago criado”, relembra.

A imagem o remeteu a lembranças de uma viagem a Israel, que ele havia feito anos antes. No deserto de Neguev, naquele país, o pesquisador encontrou

pequenos vales escavados que os agricultores faziam à espera das chuvas. A lama formada pela infiltração da água serve de substrato para espécies como o eucalipto. “À medida que o local vai secando, as raízes vão se aprofundando em busca da umidade e mantêm a planta até as próximas chuvas”, conta Cordoval. As experiências em Minas Gerais e no Oriente Médio inspiraram o agrônomo a rascunhar a tecnologia que seria mais tarde conhecida como barraginha.

Ao provocar a acumulação da água da chuva, a barraginha umedece também o terreno em seu entorno tornando-o próprio para o plantio, uma característica observada pelo pesquisador ao trazer a tecnologia ao clima tropical. Desde então, Cordoval desenvolve o sistema que já foi adaptado para o Semiárido e Cerrado brasileiros. Na Embrapa, ele criou o Projeto Barraginhas e difundiu a experiência País afora por meio da participação das comunidades envolvidas.





No Cerrado, o objetivo principal é controlar a erosão causada pelas enxurradas. Como efeitos colaterais, temos o umedecimento das baixadas, que favorece as lavouras, e a revitalização dos cursos d'água a partir da recarga do lençol freático. Já no Semiárido, o mais importante é coletar a chuva, que é de regime irregular, aproveitando os momentos de precipitação intensa. Sem a captação, a água escoou com muita facilidade em solos rasos, de acordo com o especialista. Ele explica que o Semiárido espalha a umidade, o que favorece a agricultura.

Ao longo dos anos, os efeitos benéficos das barraginhas foram percebidos em diversas comunidades. Os produtores participam do projeto, indicando os locais onde correm as enxurradas e aprendendo a construir as pequenas bacias de captação.

#### LENÇÓIS MAIS PRÓXIMOS

Aqueles que utilizam cisternas, ou cacimbões, começaram a perceber a elevação do nível da água. Cordoval explica que a infiltração das chuvas no terreno proporciona a elevação do lençol freático, o que pode ser percebido nas cisternas. Com a maior disponibilidade de água, surgiu a possibilidade de fazer a integração das barraginhas com outra tecnologia social, os lagos de múltiplo uso.

Diferentemente das barraginhas, que fazem a infiltração da água no solo, os pequenos lagos são impermeabili-

zados com o uso de uma lona de plástico, coberta por uma camada de terra. Eles são utilizados como reservatórios para irrigar hortas e também como criatórios de peixes. Abastecidos pelas águas que aumentam nas cisternas, os lagos também podem receber chuvas captadas nos telhados. Essa integração de tecnologias tem transformado a vida de muitos produtores que sonhavam em poder pescar em suas propriedades, mas não imaginavam que isso seria possível.

É o caso do agricultor Geraldo Saldanha, da comunidade Fazendinhas Pai José, Município de Araçaí, região central de Minas Gerais. Ele conta que sempre desejou ter um pequeno lago, mas não imaginava que fosse conseguir, “hoje tenho um laguinho que até transborda. A gente abastece com a água da cisterna, que vai repondo e, se não desligar a bomba, derrama. É o sonho realizado”, comemora o produtor afirmando que a produtividade também aumentou. “As plantas estão mais viçosas e produzindo mais, a terra ficou mais fértil”, afirma.

A abundância de água também foi constatada pelo produtor Dimas Marques Sobrinho, que sempre mediu o nível de sua cisterna na comunidade Fazendinhas Pai José, “A minha dava um metro e meio de água. Depois das barraginhas, passou a dar 11 metros. E não foi só a minha, foi de todo mundo que aumentou. Agora o ano inteiro tem água”, diz satisfeito.

Além de aumentar a disponibilidade de água, a tecnologia preserva o terreno, já que, ao conter as enxurradas, evita erosão. Na comunidade Periquito, município de Cordisburgo (MG), foram feitas 200 barraginhas, o que melhorou bastante a conservação das estradas e evitou inundações, que eram frequentes em épocas de chuva.

O presidente da Associação Rural dos Moradores de Periquito, Joaquim Antônio Vieira, relata que antes da tecnologia as enxurradas invadiam casas. “Depois das barraginhas, o problema acabou”, comemora Vieira, ressaltando também o aumento considerável do nível da água do córrego e das cisternas.

Vencedor do prêmio Fundação Banco do Brasil em 2005 na categoria recursos hídricos, o projeto Integração das Tecnologias Sociais Lago de Múltiplo Uso e Barraginhas espalhou-se pelo País com o apoio de associações, prefeituras e da estatal brasileira de petróleo, a Petrobras. Mais de 150 mil barraginhas já foram instaladas e estão espalhadas no Distrito Federal e em 11 estados: Minas Gerais, Piauí, Ceará, Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Rio de Janeiro, Sergipe, Bahia, Pará e São Paulo. Além disso, a divulgação da tecnologia já estimulou a implantação de outras milhares de pequenas barragens por todo o País. Mas, certamente, os principais resultados são as transformações de paisagens e vidas. »

## PEIXE FORA D'ÁGUA

### GERENCIAMENTO HÍDRICO LEVA SUSTENTABILIDADE À INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE PESCADO



Foto: Jefferson Christoforetti/Embrapa

**Fabio Reynol**

Entrepósitos de processamento de pescado nos estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins instalaram hidrômetros ultrassônicos em suas linhas de produção. A medida visa a estabelecer a quantidade ideal de água que cada espécie de peixe e cada método de processamento demanda. O trabalho está a cargo do corpo de especialistas que atuam no projeto de pesquisa Gerenciamento Hídrico Aplicado a Entrepósitos de Pescado, coordenado pela Embrapa e executado em parceria com outras instituições de pesquisa e empresas de processamento do pescado.

Foram escolhidas as sete espécies de peixe com maior volume de processamento e relevância para a economia, a partir de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que acompanha a produção industrial de pescado por meio de seu Serviço de Inspeção Federal (SIF). Da região Norte, foram escolhidos o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pintado (*Pseudoplatystoma* sp.). Do Sudeste, a tilápia (*Oreochromis niloticus*), peixe mais produzido nas pisciculturas de água doce brasileiras e, entre as espécies marinhas, participam o salmão (*Salmo salar*) e o dourado (*Coryphaena hippurus*). E da região Sul, são analisados o processamento da sardinha (*Sardinella brasiliensis* e similares) e do atum (*Thunnus* sp.).

“Para cada uma delas, levantaremos a quantidade mínima de água necessária para o processamento”, anuncia a engenheira de alimentos da Embrapa Pesca e Aquicultura (TO), Danielle de Bem Luiz, coordenadora do projeto de pesquisa. Ela ressalta que esses números não são conhecidos, pois a maioria dos entrepostos não costuma medir o consumo hídrico nas etapas do processo. A otimização do recurso, no entanto, pode resultar em uma economia considerável para a empresa.

O custo da água para a indústria não está somente na água que entra, mas principalmente naquela que sai do processo. Cada gota usada na produção deve ser posteriormente tratada antes de ser lançada no sistema de esgoto. “O volume usado na limpeza e filetagem dos peixes, por exemplo, está diretamente ligado à quantidade de efluentes produzidos, que deverão ser tratados depois, por isso, racionalizar o uso da água impacta de maneira considerável no orçamento da empresa”, explica o médico veterinário, Leandro Kanamaru, pesquisador da Embrapa que também participa do projeto.

O volume de água gasto na indústria de pescado varia não somente com a espécie, mas também com o método de processamento adotado. “As instalações das empresas que produzem filés de peixe frescos ou congelados são bem diferentes daquelas que atuam no mercado de filés em conserva, por exemplo, o que reflete

também na quantidade de água utilizada”, esclarece Kanamaru.

Além de determinar quantidades mínimas de água demandadas por espécie, quilo produzido e etapa de produção para cada tipo de indústria, o projeto ainda deve recomendar boas práticas como a manutenção preventiva de equipamentos que utilizam água, indicação de alternativas de processos que utilizem menos água e garantam a qualidade higiênico-sanitária do produto, bem como apontar possibilidades de tratamento e reúso de efluentes, como o aproveitamento da água de degelo de câmaras frias, por exemplo.

O projeto tem financiamento do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e Fundo setorial CTHidro via Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Participam pesquisadores da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Tocantins (UFT) e de quatro Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Agroindústria de Alimentos, Meio-Norte, Agropecuária Oeste e Pesca e Aquicultura.

## NA MEDIDA CERTA

### PESQUISAS E NOVAS TECNOLOGIAS REDUZIRAM EM 50% O CONSUMO DE ÁGUA NA SUINOCULTURA

Lucas Scherer Cardoso

Água demais na produção de suínos é prejuízo. Pouca água, também. Sem acesso à água de qualidade, os animais não se alimentam direito e a produtividade cai. Por isso, esse recurso está entre as principais preocupações do suinocultor. Graças a avanços na produção, novas tecnologias e adoção de boas práticas, pesquisas da Embrapa apontaram que um suíno hoje consegue consumir a metade de água que era utilizada há cerca de 30 anos. O desafio é fazer com que os produtores brasileiros saibam como isso é possível.

Entre 2011 e 2013, a Embrapa Suínos e Aves (SC) e o Sindicato das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina (Sindicarne) desenvolveram um projeto que acompanhou 13 produtores para determinar o consumo de água e a geração de dejetos durante as fases de crescimento e terminação. Pesquisas anteriores, desenvolvidas na década de 1980 e que embasaram a legislação ambiental em vigor, indicavam que cada suíno gastava em torno de 16 litros de água por dia. O estudo liderado pela Embrapa chegou à conclusão de que o consumo médio atual é de 8,5 litros.

De acordo com o pesquisador Paulo Armando de Oliveira, que coordenou a pesquisa em parceria com o Sindicarne, o novo parâmetro não foi uma surpresa completa. “Com as mudanças significativas que ocorreram na genética, nutrição e instalações nas últimas

décadas, sabíamos que o consumo de água e a produção de dejetos haviam diminuído. Mas faltava saber quanto”. O estudo também apurou que os produtores que melhor usam a água consomem em torno de 4,5 litros por suíno por dia. Os de pior resultado superaram os 11 litros. “Essa diferença está ligada principalmente ao manejo e equipamentos. Soluções simples podem render bons resultados e ganho econômico para o produtor. A água desperdiçada influencia diretamente no custo para tratar e distribuir o dejetos”, completa Oliveira.

Os novos parâmetros de consumo de água na suinocultura renderam uma nova parceria entre a Embrapa e o Sindicarne. O Projeto Gestão da Água na Suinocultura Catarinense iniciou-se em junho deste ano e será financiado pelas agroindústrias e pela Associação Catarinense dos Criadores de Suínos (ACCS). A proposta é levar a todos os suinocultores do Estado as informações necessárias para fazer com que o consumo de água diário fique dentro da média de 8,5 litros por animal. Segundo Jean Vilas Boas, da Embrapa, e Cinthya Zanuzzi, do Sindicarne, coordenadores do projeto, a iniciativa catarinense certamente se transfor-

mará em exemplo para o restante do País.

Até março de 2015 será finalizado o Plano de Gestão da Água. A fase seguinte é capacitar técnicos e produtores para fazer com que o plano seja aplicado em todas as granjas que produzem suínos no Estado, levando em conta as especificidades de cada uma. Ao mesmo tempo, será desenvolvido um material de comunicação para ser colocado dentro das instalações que produzem suínos. A ideia é implantar uma “sinalização” interna que auxilie o produtor e regular a altura correta dos bebedouros, por exemplo. »



Fotos: Thinkstock/Embrapa

## ■ ÁGUA QUE TRAZ SAÚDE

### TECNOLOGIAS DE BAIXO CUSTO PROMOVEM SANEAMENTO BÁSICO EM PROPRIEDADES RURAIS



Joana Silva

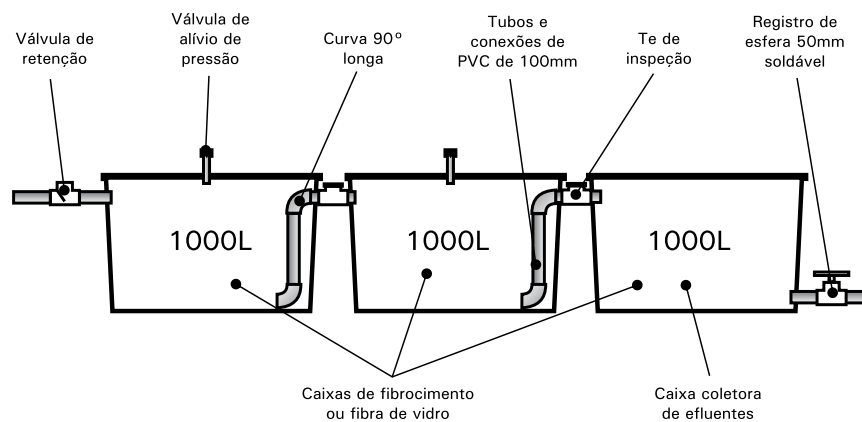
No meio rural é comum um buraco simples cavado ao lado da casa servir de depósito para o esgoto doméstico, a chamada fossa negra. Com o tempo, os dejetos desaparecem e os usuários interpretam que o sistema é limpo e seguro. Longe disso, o material não desaparece. Ele penetra em regiões mais profundas, contaminando solo e lençóis freáticos. Ao usar água de poços próximos, a família começa a ficar doente.

A história acima é contada pelo pesquisador Wilson Tadeu Lopes da Silva, da Embrapa Instrumentação (SP), e ilustra uma lamentável realidade de grande parte das famílias que vivem no campo. “O esgoto doméstico jogado em fossas negras ou em córregos é um problema sério que afeta diretamente a qualidade da água”, aponta Silva.

Pensando nisso, o pesquisador desenvolveu um meio de levar saneamento básico à área rural e ainda transformar o esgoto doméstico em adubo orgânico. A solução foi desenvolver um tratamento complementar ao saneamento básico na zona rural. Trata-se de um conjunto de tecnologias batizado de jardim filtrante, o qual inclui a fossa séptica biodigestora e o clorador Embrapa.

Como a fossa trata apenas o esgoto humano, o jardim filtrante surgiu como uma alternativa para dar um destino adequado à água cinza da residência, constituída de efluentes provenientes de pias, tanques, chuveiros e o efluente tratado da fossa.

Apesar do seu poder contaminante ser bem menor que a água negra, a água cinza também merece atenção, já que vem impregnada de sabões e detergentes, bem como de restos de alimentos e gorduras.



Esquema do Sistema da Fossa Séptica Biodigestora

A fossa séptica biodigestora é um sistema que o produtor rural pode fazer. O esgoto doméstico é desviado do vaso sanitário por meio de uma tubulação que vai até caixas de fibra de vidro praticamente enterradas no chão. Para uma família de cinco pessoas, a sugestão é instalar de três a quatro caixas de fibra de vidro. O adubo orgânico gerado pela fossa séptica biodigestora deve ser aplicado somente no solo, em pomares e outras plantas onde o biofertilizante não entre em contato direto com alimentos que sejam ingeridos crus.

O clorador Embrapa é um complemento do sistema de saneamento básico na área rural. Fácil de ser montado e de baixo custo. Com peças e conexões encontradas em casas de material de construção, o produtor pode montar o clorador, que é instalado entre a captação de água e o reservatório. Para clorar a água é preciso colocar uma colher rasa, de café, de hipoclorito de cálcio, no receptor de cloro. Depois de 30 minutos, a água já está clorada, livre de germes e pronta para beber.

Em agosto de 2014, durante a Feira de Agricultura Familiar (Agrifam), em Lençóis Paulista (SP), a Embrapa assinou contrato para transferência de know-how do jardim filtrante com a empresa Ecosys, que comercializará a tecnologia. »

## PASSO A PASSO

O primeiro passo para a instalação do jardim filtrante é a escolha do local, depois abre-se uma cova com dez metros quadrados. Esse tamanho é ideal para uma família de cinco pessoas. A cova terá o fundo impermeabilizado com uma geomembrana de polietileno de alta densidade ou equivalente, preferencialmente protegida por mantas de bidim - manta geotêxtil de drenagem utilizada na construção civil.

Antes da entrada do jardim filtrante, o esgoto passa por uma caixa de retenção de sólidos e uma caixa de gordura. A saída do líquido tratado ocorre por uma tubulação em forma de cachimbo (conhecido popularmente como monge), que também regula o nível da água no jardim. A entrada e a saída serão instaladas em pontos opostos da caixa.

O local do jardim filtrante será preenchido com brita e areia grossa. Em seguida, é feita uma pequena curva de nível em torno do jardim, sob a geomembrana e o bidim, para evitar a entrada de enxurrada no sistema. O penúltimo passo é colocar a água. O jardim filtrante deve ficar saturado com água, mas deve-se evitar a formação de lâmina d'água, para não permitir a procriação de mosquitos.

Por último, são inseridas plantas macrófitas aquáticas que irão retirar nutrientes da água para depurá-la e proporcionar um ambiente visualmente agradável. Podem ser colocadas flores que suportem um meio saturado com água, como copo-de-leite e lírio-do-brejo e ornamentos com pedras. O Dia de Campo na TV sobre Jardim Filtrante – saneamento básico na área rural foi produzido pela Embrapa Instrumentação (São Carlos, SP) e pela Embrapa Informação Tecnológica (Brasília, DF), Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

## GESTÃO DA ÁGUA

### Gisele Rosso

A quantidade de água consumida por um indivíduo, empresa, país ou para gerar um produto ou executar um serviço pode ser medida, e o resultado é chamado de pegada hídrica. O seu cálculo pode colaborar para reduzir o desperdício e melhorar o gerenciamento desse recurso.

Para o coordenador de Estratégia de Água Doce, Albano Henrique de Araujo, da The Nature Conservancy (TNC), a aplicação do conceito da pegada hídrica pode otimizar a gestão da água. “A Pegada Hídrica fornece uma visão mais completa das nossas demandas, já que além do consumo direto e dos processos produtivos, inclui ainda a água consumida ao longo de toda a cadeia produtiva e a água necessária para diluir os poluentes que são lançados nos cursos d’água. Dessa forma, podemos ter uma ideia mais exata de quanto, como e onde estamos consumindo ou poluindo esse recurso”, explica.

A pegada hídrica auxilia no entendimento de como as pessoas ou produtos relacionam-se com a água. O pesquisador Júlio Palhares, da Embrapa Pecuária Sudeste (SP), ressalta que o mais importante não é o valor final da pegada, mas as informações geradas pelo cálculo que possibilitam uma melhor gestão dos recursos hídricos, tornando as atividades ou produtos hidricamente mais eficientes.

### CONTRASTES

A disponibilidade de água doce é desigual no mundo. Há grandes contrastes. As principais reservas não estão localizadas onde se concentra grande parte da população.

O continente mais populoso, a Ásia, possui quase 60% dos habitantes, mas tem 31,6% da disponibilidade total de água doce superficial do planeta. Já as Américas concentram 41% da

água doce e têm cerca de 14% da população mundial.

Esse contraste também ocorre dentro de um mesmo território. O Brasil, país com maior disponibilidade hídrica do mundo, tem 12% da água doce superficial do planeta. No entanto, 68% da água superficial encontra-se na Região Hidrográfica Amazônica, justamente o local de menor concentração demográfica, com 6,8% da população brasileira. O Nordeste, que concentra 30% da população, conta apenas com 5% da água disponível. A região Sudeste, que passa por uma grande seca na atualidade, tem mais de 40% dos habitantes do País e dispõe de 12,5% do volume do recurso.

### O CÁLCULO

Para se calcular a pegada hídrica, é necessário levar em consideração todos os fluxos de água e o quanto é consumido e poluído, direta e indiretamente.

De acordo com Palhares, o cálculo envolve quatro etapas distintas. Primeiro, é necessário definir o objetivo do cálculo. Depois, deve-se fazer a contabilização da pegada, e, em seguida, a análise de sustentabilidade, ou seja, relacionar a pegada com a disponibilidade hídrica do local. Por último, formular as respostas à pegada hídrica.

Mas como funciona esse processo na prática?

A avaliação da pegada hídrica começa pela definição das razões do estudo. O porquê do cálculo. Por exemplo, uma empresa quer conhecer sua pegada hídrica para diminuir os custos de produção ou reduzir o valor da pegada de seus produtos.

A segunda etapa é a do cálculo

propriamente dito. São coletados os dados e realizadas as quantificações.

A avaliação da sustentabilidade é realizada em três perspectivas: ambiental, social e econômica.

A última fase é a de formulação de estratégias para reduzir a pegada.

### PEGADA HÍDRICA DE UM PRODUTO

No caso da pegada hídrica de um produto, calcula-se a água utilizada, direta ou indiretamente, em todas as etapas de sua fabricação até chegar ao consumidor final. No processo, é contabilizado o consumo da água verde, azul e cinza.

A água verde é a consumida na produção de insumos vegetais, calculada pela evapotranspiração (evaporação + transpiração) de cada cultura.

A água azul é a extraída de fontes superficiais e subterrâneas. É a água usada para beber, lavar, irrigar.

A água cinza refere-se à poluição. É a quantidade de água necessária para assimilar a carga poluidora dos resíduos, mantendo a qualidade ambiental e tendo como referência os padrões da legislação.

De acordo com Julio Palhares, para conhecer a pegada hídrica da carne e do leite, é essencial considerar o sistema de produção. No caso desses dois produtos, o valor vai depender do local onde o sistema está inserido, da época do ano, do tipo de animal, da composição e origem dos alimentos fornecidos e das formas de uso da água – para consumo animal, irrigação, resfriamento e lavagem.

O pesquisador esclarece que é um cálculo que envolve muitas variáveis e o percurso é longo. Começa na quantificação da água consumida e poluída na produção do alimento dado ao animal e

## CONCEITO

O conceito da pegada hídrica foi desenvolvido em 2002, na Holanda, pelo professor da Universidade de Twente, Arjen Hoekstra. Ele também é um dos responsáveis pela Rede de Pegada Hídrica ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)), que desenvolveu a metodologia de classificação da pegada hídrica em água verde, azul e cinza.

termina na água utilizada no abate e no processamento dos produtos.

Julio Palhares reforça que os valores obtidos com o cálculo da pegada não podem ser comparados. “Duas fazendas, uma no Estado de São Paulo e outra na Amazônia, nunca terão o mesmo valor da pegada. Isso porque os sistemas são diferentes - o tipo de pastagem, a alimentação, a genética, a forma de lavagem das instalações, a disponibilidade hídrica do local. Tudo reflete no valor”, explica o pesquisador.

A pegada hídrica é um indicador amplo e contribui para conhecer a forma como um indivíduo, uma comunidade, um país, um produto ou sistema de produção apropriam-se e relacionam-se com a água nos mais diversos propósitos. E o interesse por esse instrumento vem crescendo. ●



« navegue »

Rede de Agricultura de Precisão da Embrapa  
<http://bit.ly/redeap2>

Para baixar o ARAQuá  
<http://bit.ly/araqua1>

Jardim Filtrante  
<http://bit.ly/jfiltrante>

# PASTAGENS DO FUTURO

Simulações baseadas em informações climáticas e de produção permitem projetar cultivo de pastagens a longo prazo.



**Por Gisele Rosso**

**Arte: Luciana Fernandes**

A pecuária brasileira tem como base os sistemas de produção de carne e leite a pasto, diferentemente dos países europeus, onde a criação de gado confinado predomina. Nesse contexto, pesquisas voltadas para a melhoria das pastagens brasileiras, em sua maioria formada por braquiárias, são fundamentais para o alcance de bons resultados de produtividade.

Uma pesquisa da Embrapa segue nesse sentido e traz boas notícias para a pecuária nacional. O estudo indica que as mudanças climáticas globais terão impactos positivos sobre a produção de pastagens constituídas por braquiária nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste. Nessas regiões concentra-se mais de 70% do rebanho bovino brasileiro, de acordo com o levantamento do IBGE de 2013.

A pesquisa resultou na tecnologia “Cenários agrícolas futuros para forrageiras tropicais”, lançada recentemente. Trata-se de uma ferramenta online que permite realizar simulações futuras do cultivo de pastagens no Brasil. Produtores, técnicos, consultores, pesquisadores e formadores de políticas públicas são os principais beneficiados com a nova tecnologia. A ferramenta é gratuita. Veja em navegue, no final desta matéria, como acessá-la.

A novidade foi desenvolvida pela Embrapa Pecuária Sudeste, em parceria com outras Unidades da Empresa. Foram analisadas as condições de cultivo de algumas das principais espécies utilizadas como pastagens no País: capim-marandu, capim-tanzânia, palma forrageira, capim-bufel e azevém anual,

considerando cenários com altas emissões de gases de efeito estufa e baixas emissões no horizonte atual, para o ano de 2025 e de 2055.

A pesquisadora Patrícia Menezes Santos explica que a construção desses cenários é um importante subsídio para o planejamento estratégico da pecuária nacional. “A tecnologia dá suporte para a tomada de decisões, reduzindo riscos”, explica. Conhecer esses cenários também possibilita aumento da segurança alimentar e da sustentabilidade econômica, social e ambiental da pecuária no Brasil.

Com as simulações, baseadas em informações climáticas e de produção, o usuário da ferramenta poderá projetar o cultivo de várias espécies de pastagens em diferentes regiões do País na atualidade e a médio e longo prazo. Os cenários, pela antecipação de riscos, podem contribuir para o planejamento mais adequado da propriedade, para adoção de alternativas de adaptação a eventuais efeitos negativos das mudanças ambientais e, ainda, como fonte de informação para programas governamentais na criação de políticas públicas. »

## UNIDADES

- » Embrapa Pecuária Sudeste
- » Embrapa Informática Agropecuária
- » Embrapa Amazônia Oriental
- » Embrapa Gado de Leite
- » Embrapa Caprinos e Ovinos
- » Embrapa Semiárido
- » Embrapa Clima Temperado
- » Embrapa Rondônia

## COMO FORAM GERADOS OS CENÁRIOS

Para gerar os cenários de cultivo para capim-braquiarião foram utilizados modelos de simulação e sistemas de informações geográficas.

As projeções do clima futuro, de acordo com Patrícia Menezes Santos, foram possíveis a partir dos modelos climáticos regionalizados PRECIS e ETA-CPTEC, utilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) para projetar cenários climáticos futuros para o Brasil. Foram considerados dois cenários: um com maiores emissões de gases de efeito estufa e aumento de temperatura e outro com menores emissões de gases de efeito estufa e aumento menor de temperatura.

A produtividade das pastagens de capim-braquiarião foi estimada com o auxílio de modelos matemáticos que simulam a produção de forragem baseados na temperatura do ar e quantidade de água no solo.

Os modelos não são influenciados por variações de fertilidade de solo, de adubação, de manejo da planta forrageira e do solo, nem por alterações na concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>. O impacto das mudanças na concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico sobre o desenvolvimento de plantas forrageiras ainda é pouco conhecido e pode determinar alterações importantes nos cenários futuros de produção e cultivo das pastagens.



Foto: Gisiele Rosso/Embrapa

cultivo da espécie para 2025 e 2055, inclusive em regiões fora do Nordeste.

Segundo as análises, a palma pode se tornar uma boa opção no caso de outras espécies de forrageiras encontrarem limitações de produção devido às condições climáticas. No entanto, áreas hoje aptas para a palma forrageira podem se tornar inaptas, com possibilidade de impactos negativos na exploração da pecuária na região, em termos econômicos, sociais e ambientais.

Na região Sul, as áreas de cultivo de pastagens de clima temperado devem diminuir devido à previsão de aumento de temperatura. Por outro lado, as áreas de forrageiras tropicais devem aumentar, reduzindo a vulnerabilidade dos sistemas de produção animal da região às mudanças climáticas globais. A área de azevém, estimada hoje, é de 53 milhões de hectares, situados predominantemente no Sul do país. Em todos os cenários simulados, baixa e alta emissão, há uma redução desta área. A estimativa é que em 2055 a área de azevém seja de, aproximadamente, 30 milhões de hectares e de 12 milhões com irrigação.

A pesquisadora ressalta que os sistemas de produção poderão ser adap-

## SIMULAÇÕES INDICAM IMPACTOS

A produção anual de pastagens do capim-tanzânia e do marandu nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do País, segundo os cenários obtidos, deve ser afetada pelas mudanças climáticas de maneira positiva. Para o ano de 2025, no cenário de baixa emissão, o tanzânia apresenta variações acima de 20% da produção nas regiões Sul, Sudeste e parte da região Centro-Oeste. Já na região central do Nordeste, ocorre decréscimo de cerca de 20% da produção anual.

Em relação ao marandu, as estimativas de aumento de produção são de até 30% para os cenários de baixa emissão nos anos de 2025 e 2055. Para altas emissões, até 30% em

2025 e aumento em mais de 30% da produção atual para 2055. Semelhante ao que ocorre com o capim-tanzânia, no Nordeste haverá queda de produção do marandu.

Patrícia Menezes alerta que esse potencial de crescimento na produção somente será aproveitado se estiver associado a boas práticas de manejo do pasto e do solo.

No Nordeste, principalmente no Semiárido, a produção das pastagens deve ficar mais vulnerável. Muito comum nessa região, o capim-bufel pode sofrer redução da área apta ao cultivo. Já para a palma forrageira, também muito utilizada, as simulações indicam aumento nas áreas aptas ao



Sistemas de produção devem ser adaptados aos cenários futuros

tados tanto por meio de substituição de recursos genéticos por forrageiras tropicais quanto pelo desenvolvimento de cultivares de forrageiras de clima temperado melhor adaptadas aos cenários de clima futuros.

#### ALTERNATIVAS

Segundo Patrícia Santos, para garantir a competitividade e sustentabilidade da produção animal no Brasil em um ambiente de maior risco climático, os sistemas de produção devem ser adaptados aos cenários futuros e novas tecnologias devem ser geradas. A diversificação do material genético animal e vegetal, o uso de alimentação suplementar, a conservação de forragem, a adequação do manejo do pasto e solo, a adoção de sistemas de produção integrados e a irrigação são algumas alternativas para adaptação dos sistemas de produção no País.

No Nordeste, a criação em maior escala de animais de pequeno porte, que possuem menor exigência alimentar em relação aos grandes ruminantes, pode ser também uma estratégia para a adaptação dos sistemas de produção, principalmente no Semiárido. ●

## A VOZ DO PRODUTOR

O produtor paulista Alberto Pessina, gerente da Agropecuária Pessina – Fazenda Santo Antônio, de São Paulo, considerou a ferramenta importante em projetos de longo prazo. “Com ela, consigo verificar se as pastagens escolhidas para o projeto estão adequadas ao tipo de solo e a eventuais mudanças climáticas. Além disso, permite quantificar as perdas ou ganhos de produtividade de acordo com as escolhas de forragens a serem implantadas, o que auxilia a realizar as melhores escolhas”, afirma Pessina.

O produtor ainda destaca que a tecnologia pode contribuir para pesquisadores desenvolverem forrageiras adaptadas às mudanças climáticas projetadas pela ferramenta. “Com cultivares mais adequadas, podemos criar condições para que nossa produção siga aumentando”, diz.

Para o consultor José Carlos Hausknecht, da MB Agro Consultoria, a ferramenta vai dar base para o planejamento estratégico das propriedades em que presta consultoria. “Ela permite antecipar potenciais dificuldades ou oportunidades que podem ocorrer com as mudanças climáticas esperadas. Isso ajuda no planejamento de medidas mitigadoras e eventuais ajustes nos sistemas de produção”, ressalta Hausknecht.



« navegue »

Para acessar a ferramenta:

[scafforragem.cppse.embrapa.br](http://scafforragem.cppse.embrapa.br)

# NOVAS ROTAS PARA O MELHORAMENTO DE PLANTAS

**Texto:** Larissa Moraes

**Colaboração:** Vivian Chies

**Arte:** Lúcio Cavalcanti

Ainda que as técnicas de melhoramento genético de plantas sejam promissoras e contribuam para que países superem o desafio de atender à crescente demanda por alimentos, em especial em um cenário de escassez de recursos como a água, novas abordagens tornam-se urgentes para que a pesquisa agropecuária avance e dê respostas às necessidades

de maiores produção e produtividade na agricultura. Um dos gargalos está nas informações quantitativas sobre as complexas características necessárias às plantas para enfrentar, entre outras situações, secas, alagamentos, altas temperaturas ou esgotamento dos combustíveis fósseis.

Essas informações podem ser fornecidas pela fenotipagem, que, no

caso dos recursos genéticos vegetais, é a análise quantitativa e/ou qualitativa dos metabólitos, da estrutura e do funcionamento das plantas. A sua integração com a genômica permitirá a obtenção de resultados mais rápidos na pesquisa. A fenotipagem, neste caso, funcionaria como um suporte essencial aos programas de melhoramento genético e biotecnologia.



Foto: Thinkstock/Embrapa

O fenótipo resulta da interação do genótipo com o ambiente. Se uma planta cresce mais rapidamente, ou se suas folhas apresentam uma cor mais viva, tudo isso tem a ver com o fenótipo, ou seja, com a “aparência”, avaliada por meio das técnicas de fenotipagem. Essa interação com o ambiente resulta de processos naturais do próprio organismo ou da exposição a fatores externos (luz, temperatura, umidade, etc.), bem como de mutações genéticas ou novas combinações a partir também da reprodução sexuada. Essas variações se acumulam com o tempo, se tornam hereditárias e se fixam nas populações.

Além dos métodos tradicionais, como a observação sistemática no campo e no laboratório, a pesquisa agropecuária tem investido nos métodos avançados de fenotipagem para caracterização de plantas, com ênfase na aplicação em programas de melhoramento genético. Esses métodos podem auxiliar no desenvolvimento de cultivares mais tolerantes à deficiência hídrica ou com maior potencial bioenergético, por exemplo.

Em 2012, a Embrapa criou um posto avançado do Labex (Laboratório Virtual no Exterior) Europa no Forschungszentrum Jülich (FZJ), instituto alemão de pesquisa localizado em Jülich, próximo à fronteira com a Holanda. Lá, o pesquisador Paulo Sergio de Paula Herrmann Jr. atua no desenvolvimento de métodos e processos avançados de fenotipagem vegetal de alta precisão e larga escala. O projeto de pesquisa de interesse comum (PIC) desenvolvido pelo Labex e pelo Instituto de Bio-Geociências-2: Ciência de Plantas (IBG-2) do FZJ está sendo realizado no grupo de tecnologias disruptivas (“Enabling Technologies”) do Jülich Plant Phenotyping Center (JPPC).

A metodologia do PIC foi dividida em dois grandes blocos: o de integração,

relacionado com o desenvolvimento e a utilização das técnicas trabalhadas, e o “cluster”, que visa fortalecer uma rede de cooperação de pesquisa entre a Embrapa e o Instituto alemão. “Dentro do bloco de integração estamos utilizando métodos avançados, desenvolvendo e aplicando novos sensores, para, por exemplo, investigar de modo não invasivo a umidade do solo, relacionando o crescimento das raízes com a disponibilidade de água no solo”, diz Herrmann Jr.

As técnicas e os processos utilizados na fenotipagem avançada não são novidade para a pesquisa agropecuária brasileira. Processamento de imagem, ressonância magnética nuclear, ferramentas de agricultura de precisão e tomografia e microtomografia computadorizada para estudos da física do solo são comuns. “Vários trabalhos nessa direção têm sido desenvolvidos. E estrutura, a exemplo do Laboratório Nacional de Agricultura de Precisão da Embrapa Instrumentação, inaugurado no ano passado, existe. O que falta é integrar os métodos e organizar uma ampla rede incluindo Embrapa e parceiros”, afirma o pesquisador.

Herrmann conta que a Alemanha criou em 2013 uma rede nacional de fenotipagem de plantas (German Plant Phenotyping Network - DPPN), com investimentos da ordem de 35 milhões de euros em cinco anos. A área de novos métodos de fenotipagem, portanto, não é recente apenas no Brasil. No FZJ a plataforma foi instalada em 2006 e o sistema de estudo de raiz, com rizotrons automatizados, ficou pronto no início de 2012. A aplicação de novos modelos e técnicas tem crescido na Europa, Ásia e Oceania, assim como o estabelecimento de redes nacionais e internacionais. Já existem empresas comercializando equipamentos. »

## ALTA PRECISÃO

Há décadas, os cientistas observam o crescimento das plantas, o aspecto de suas folhagens e raízes, entre outras manifestações visíveis. A vantagem dos novos métodos está na possibilidade de automação dos experimentos realizados, a depender da espécie e da característica de interesse, o que permite a avaliação de uma maior quantidade de amostras (fenotipagem de alto desempenho), maior precisão, levantamento de grande número de informações e dados, em curto espaço de tempo, além da obtenção de novos parâmetros.

As análises realizadas em laboratório não eliminam a necessidade de testar as plantas em condições de campo. “Não há técnica que substitua a avaliação a campo em programas de melhoramento genético”, ressalta o pesquisador Carlos Sousa, da Embrapa Agroenergia. Mas a fenotipagem de alta precisão permite

a seleção dos melhores materiais ainda em câmaras de crescimento ou casas de vegetação, reduzindo o tempo, a área necessária e a mão de obra para os estudos no campo.

### TÉCNICAS UTILIZADAS

As novas técnicas utilizam desde zepelins instrumentalizados, drones, sensores especiais, espectrômetros que medem a luz visível e fluorescência ativa e não ativa, ressonância magnética nuclear (RMN), tomografia, bem como o processamento de imagens por meio de câmaras de alta resolução, para citar alguns exemplos. Utiliza-se o que há de mais avançado em robótica e modelagem.

Na Embrapa Instrumentação, por exemplo, dois aparelhos de RMN em alta resolução permitem acompanhar o efeito de drogas em animais, plantas,

células e microrganismos, o que é denominado de metabolômica. Outros aparelhos de ressonância magnética nuclear em baixa resolução ajudam a determinar o teor e a qualidade de óleo em sementes intactas, o teor de açúcar em frutas também intactas e vários parâmetros sensoriais como sabor, suculência, maciez e características físico-químicas (umidade e teor de gordura) em carne bovina, além de outras aplicações, de acordo com o pesquisador Luiz Alberto Colnago.

A Unidade possui ainda espectrômetros de infravermelho nas faixas de infravermelho próximo e médio; espectrômetros de fluorescência para laboratório e campo e espectrômetro fototérmico. Todos esses aparelhos também estão sendo usados para análises químicas de materiais de origem animal, vegetal ou microrganismos. »

Foto: Nadir Rodrigues Pereira/Embrapa



Técnicas permitem a reconstrução em plano tridimensional da parte aérea das plantas.

## CAPTURA DE DADOS

A fenotipagem em larga escala captura e analisa grandes quantidades de dados referentes aos fenótipos observados em centenas ou milhares de plantas a cada experimento. Por isso, necessita do uso combinado de técnicas de processamento de imagens, visão computacional, robótica e computação de alto desempenho.

A robótica é utilizada na manipulação e no sensoriamento dos vários espécimes. A automação do processo torna-se uma condição essencial devido ao grande número de plantas. O processamento de imagens e a visão computacional são utilizados na aquisição e análise de dados provenientes de câmeras, permitindo estimar informações como área e angulação foliar, dimensões e até mesmo a biomassa de cada indivíduo. Finalmente, a computação de alto desempenho permite a análise dessa grande massa de dados, viabilizando os estudos que relacionam genótipo e fenótipo.

O pesquisador Thiago Teixeira Santos (foto na página ao lado), da Embrapa Informática Agropecuária, desenvolve um trabalho de aplicação de técnicas de visão computacional, e localização e mapeamento simultâneos (simultaneous localization and mapping - SLAM) para

a criação de modelos tridimensionais da parte aérea de plantas. Tais modelos podem ser utilizados para estimar dados como área foliar, angulação foliar, volume e topologia, entre outras informações.

“Por não ser um processo destrutivo, a reconstrução 3D por imagem pode produzir modelos (snapshots) para a planta em várias fases do seu desenvolvimento”, explica Santos.

Com uma câmera digital, capturam-se imagens em diferentes posições ao redor da planta. A partir de técnicas de estimação estatística e geometria projetiva, essas imagens são usadas para se determinar a posição da câmera no espaço 3D, ao mesmo tempo que a localização tridimensional dos diversos pontos na superfície da planta. Finalmente, aplicando-se técnicas de visão estéreo, reconstitui-se a estrutura tridimensional da planta. Sobre a técnica de visão estéreo, significa que várias fotografias obtidas são fundidas para formar uma única imagem. Assim como olhos humanos formam imagens tridimensionais de qualquer objeto. A diferença é que os pesquisadores estão fazendo isso no computador.

Os experimentos já começaram a apresentar resultados. “Tivemos sucesso



reconstruindo espécimes de girassol, soja, manjerição e hortelã. As estimativas da área foliar foram muito próximas das medidas obtidas utilizando técnicas tradicionais de medição”.

## LABORATÓRIO

Tanta tecnologia exige treinamento e, principalmente, recursos para investir em equipamentos. O laboratório de fenotipagem de plantas na Embrapa Agroenergia, a ser instalado ainda em 2014, será a primeira estrutura com esses instrumentos visando ao melhoramento genético e à descoberta de genes no Brasil. Por meio de técnicas espectroscópicas modernas, cinco módulos de geração de imagens permitirão avaliar

o crescimento das plantas, o aparato fotoquímico, os teores de pigmentos, a temperatura da copa e diversos metabólitos nas folhas das plantas.

Inicialmente, o laboratório será utilizado para avaliar variedades de milho obtidas em programas de melhoramento para tolerância à seca (confira na página 44). Mas também serão avaliadas pelos equipamentos plantas como pinhão-mansão e cana-de-açúcar, como

parte de programas de melhoramento genético com foco no segmento de biocombustíveis.

Segundo o pesquisador Carlos Sousa, responsável pelo laboratório, os equipamentos são portáteis. Por isso, a estrutura poderá ser adaptada às espécies e às condições nas quais os programas de melhoramento genético vegetal da Embrapa são conduzidos.



## FENOTIPAGEM X GENOTIPAGEM

A fenotipagem é, por natureza, um processo que requer uma escolha das variáveis, dos órgãos amostrados e da fase do ciclo da planta. Também lida com vários fatores, que vão desde as constantes de tempo envolvidas em cada variável fenotípica, como as trocas gasosas (vários segundos) até o ciclo celular e a arquitetura das plantas (vários dias), a interação dinâmica entre o genoma e o meio ambiente heterogêneo, com suas múltiplas respostas a esses estímulos ambientais para que as plantas possam se desenvolver, bem como as muitas características fenotí-

picas acumuladas durante o desenvolvimento da planta.

“O progresso mais rápido da área é comprometido pela insuficiente capacidade técnica e conceitual da comunidade científica em analisar e detalhar os recursos genéticos existentes e sua interação com o meio ambiente”, diz Paulo Herrmann, lembrando a importância do treinamento em fenotipagem avançada.

O pesquisador do Labex cita o exemplo de estudos de modelagem que possibilitaram avaliar o efeito do meio ambiente na cultura, no caso específico do trigo, com vários genótipos intro-

duzidos. O estudo de modelagem, no caso, refere-se à criação de modelos, a partir de dados reais, que podem ser usados para prever o desempenho das plantas sob as mais diferentes condições de cultivo. Herrmann lembra a importância da fenotipagem para a compreensão dos fenômenos relacionados à produtividade do trigo na Europa, que hoje está em torno de 7 toneladas por hectare desde 1996. De 1950 a 1996, a média de crescimento da produtividade girava em torno de 0,123 t/ha/ano, em uma área de plantio praticamente constante<sup>1</sup>.

(1) Brisson, N.; Gate, P.; Gouache, D.; Charvet, G.; Oury, FX.; Huard, F.; Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France, FIELD CROPS RESEARCH, V: 119, Iss: 1, pp.: 201-212, 2010 (DOI: 10.1016/j.fcr.2010.07.012)





A genotipagem de trigo tem crescido desde a década de 1970, pelo aumento do entendimento da genética, por intermédio das novas técnicas, do uso de novos equipamentos e da formação de recursos humanos. Mas, desde então, vários fatores do ambiente têm afetado o fenótipo da planta, como o nitrogênio, as doenças, o efeito do nível de rotação de cultura, a matéria orgânica e o clima. Além disso, fenotipagem e genotipagem são aplicadas a um ecossistema muito dinâmico, o que acrescenta um terceiro vértice ao triângulo, o meio ambiente. Portanto, uma combinação do estudo dessas três áreas

exerce uma influência fundamental no melhoramento de plantas.

Outro aspecto que explica o crescimento do interesse pela fenotipagem é o grande avanço das plataformas e dos novos métodos de genotipagem. Por exemplo, o custo do sequenciamento de DNA por megabase de DNA bruto, em 2007, estava em cerca de US\$ 900. No ano passado, o mesmo sequenciamento custava menos de US\$ 0,10.

A genotipagem propiciou uma rápida evolução da biologia molecular de plantas e das técnicas de reprodução moleculares baseadas na genotipagem

de alta definição. Esta pode ser aplicada em milhares de plantas, por intermédio da robotização, permitindo a genética da associação ou Locus de Característica Quantitativa (QTLs) multiparental. “As grandes plataformas robotizadas serão de vital importância para otimizar os conhecimentos obtidos nas chamadas ômicas (análises fenômicas, transcriptômicas, proteômicas e metabolômicas), principalmente para os estudos de fenômicas. Observa-se que a automação e robotização já estão disponíveis para avaliação do estado bioquímico das plantas a um custo razoável”, diz Herrmann. »

## TOLERÂNCIA À SECA

A principal característica utilizada para selecionar genótipos de plantas cultivadas tolerantes à seca é a produtividade, ou seja, a produção de grãos por área. Existem outras características secundárias, a exemplo da capacidade da planta de permanecer verde, dos parâmetros derivados da fluorescência da clorofila, da relação raiz/parte aérea, comprimento e volume radicular e do intervalo de tempo entre o início do florescimento masculino e feminino.

Já a capacidade de adaptação das plantas é determinada pelo acúmulo de alelos favoráveis à produtividade nas condições de seca. O conhecimento desses alelos permitirá desenvolver cultivares com características importantes para resistir aos níveis de deficiência hídrica.

A Embrapa Arroz e Feijão é uma das Unidades da Empresa que desenvolve pesquisas sobre resistência à seca. No seu sítio de fenotipagem, na Estação Experimental da Emater de Porangatu (GO), são conduzidos os trabalhos de campo. Lá estão sendo selecionados genitores a partir de coleções nucleares da Embrapa, CIAT (International Center for Tropical Agriculture) e México, e, entre outras atividades, desenvolvidos estudos de mecanismos de tolerância à deficiência hídrica, avaliações de populações de mapeamento para a marcação de genes de tolerância a essa deficiência como suporte aos estudos da biotecnologia e avaliação das linhagens elites em fase de pré-lançamento.

Em casa de vegetação é conduzida a fenotipagem complementar, na “Plataforma SITIS”, que fornece informações adicionais para o mapeamento das características associadas à tolerância à deficiência hídrica, como quantidade de água demandada pela planta, estudos de sistemas radiculares e sua eficiência na absorção de água nas várias profundidades de solo. Sensores estão sendo projetados e adaptados para avaliar o crescimento e as condições hídricas das plantas. “Nessa plataforma podemos selecionar plantas que demandam menos água por quantidade de grãos produzidos, mantendo boa qualidade e produtividade mesmo com períodos de falta de chuva no seu desenvolvimento”, explica o pesquisador Cleber Morais Guimarães.

A pesquisa busca plantas que transpirem menos, sem comprometer seu aparato fisiológico, e que retirem mais eficientemente água das camadas mais profundas do solo, elevando sua autonomia, para manter boas condições hídricas durante a escassez de chuvas.

Foto: Thinkstock/Embrapa



## PLATAFORMA SITIS

A “Plataforma SITIS” é composta por 384 colunas de solo com 100 centímetros de altura por 25 centímetros de diâmetro, divididas em anéis interligados para permitir a amostragem usada na avaliação do sistema radicular. Cada coluna possui dispositivo para receber água de irrigação em sua base durante os tratamentos com deficiência hídrica, visando à seleção de plantas com sistema radicular capaz de usar a água das camadas mais profundas do solo,

ou em qualquer outro ponto da coluna para atender objetivos específicos. Para avaliação quantitativa das raízes utiliza-se sistema informatizado independente. A tecnologia é resultado da parceria entre diferentes Unidades como a Embrapa Arroz e Feijão e a Embrapa Instrumentação e está sendo automatizada para o controle da irrigação, da quantidade de água usada pela planta, da umidade em cada camada do solo, do estado hídrico e do

crescimento das plantas. Além dessas informações, será possível monitorar a radiação solar, a umidade relativa e a temperatura do ar em diferentes pontos da casa de vegetação.

“A perspectiva é de que em breve possamos fazer avaliações automatizadas do uso da água pela planta, do seu crescimento e da eficiência de seu sistema radicular na absorção de água nas várias camadas do solo”, explica Cleber Guimarães.



Equipamento permite verificar quanto de luz está sendo absorvido pela planta e quanto é usado para a fotossíntese

## CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS POR IMAGEM

A partir do Generation Challenge Programme<sup>2</sup>, pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo têm recorrido a programas de melhoramento genético convencional para buscar a tolerância à seca em genótipos de milho, em experimentos no campo, utilizando os vários sítios de fenotipagem instalados em diferentes regiões do Brasil. Nesses sítios, estão sendo usadas as ferramentas tradicionais de fenotipagem de plantas, sendo a produção de grãos a principal característica avaliada. Alguns genótipos de milho caracterizados dessa forma serão, agora, submetidos a novas técnicas de fenotipagem, por meio de equipamentos que capturam imagens, num projeto de pesquisa

liderado pela Embrapa Agroenergia, chamado “Desenvolvimento de Procedimentos para a Fenotipagem de Genótipos de Milho quanto à Tolerância ao Déficit Hídrico usando Imagens Espectroscópicas da Parte Aérea” (Phenocorn). Além da Embrapa Agroenergia e da Embrapa Milho e Sorgo, participam desse projeto, também, a Embrapa Informática Agropecuária e a Embrapa Instrumentação.

O milho foi escolhido como planta-modelo para testar as técnicas de imageamento devido à grande quantidade de informações que a Embrapa detém sobre a espécie, especialmente sob condições de seca, o que facilita a comparação de resultados. “Vamos

trabalhar com um material já caracterizado em campo para validar a metodologia que estamos desenvolvendo”, diz o pesquisador da Embrapa Agroenergia Carlos de Sousa, líder do projeto (foto).

A tolerância à seca, por sua vez, é objeto de estudo pela importância que o déficit hídrico vem ganhando nos últimos anos. Por esse motivo, o projeto compõe o portfólio de pesquisas sobre mudanças climáticas da Embrapa.

### PASSO A PASSO

Em Sete Lagoas, estão concentradas as medições da temperatura da copa das plantas, ou seja, dos genótipos de milho em estudo, tanto em condições normais quanto de seca. Esse parâmetro indica

(2) O programa foi criado pelo CGIAR em 2003 visando à investigação da diversidade genética e ao uso de técnicas avançadas da ciência, com o objetivo do melhoramento de plantas para obtenção de variedades tolerantes a condições de seca. Envolve uma rede de mais de 200 parceiros – membros do Consórcio CGIAR, da academia e de programas regionais e nacionais de investigação, entre outros.

a influência do déficit hídrico no processo de dissipação térmica por meio da transpiração e, consequentemente, no desenvolvimento da planta. “Em geral, se a planta estiver com fluxo hídrico bem regulado, a folha apresenta temperatura mais baixa que a do ambiente”, explica o pesquisador Reinaldo Gomide, da Embrapa Milho e Sorgo. A câmera termográfica utilizada consegue identificar diferenças de temperatura de até 0,1°C ao longo da lâmina foliar.

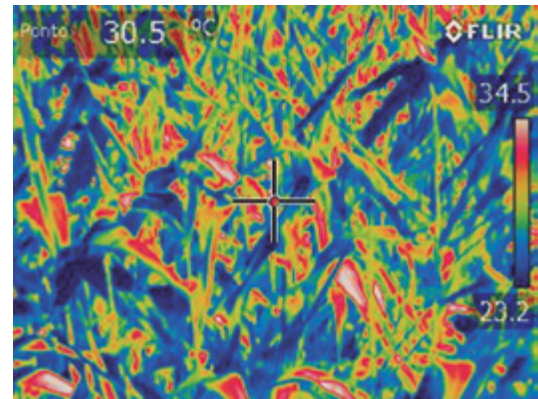
Em Brasília, os pesquisadores usarão imagens de parâmetros derivados da técnica de fluorescência de clorofila para avaliar quais genótipos de milho em estudo são mais eficientes na conversão de luz em fotossíntese, em condições de déficit hídrico. Carlos de Sousa observa que, uma vez absorvida pelas folhas das plantas, a luz pode seguir três destinos principais: a fotossíntese, a geração de calor ou a emissão de fluorescência. “Todo tipo de estresse interfere direta ou indiretamente no processo fotossintético da planta, o que termina afetando todo o sistema metabólico”, ressalta. Acoplada a um conjunto de lâmpadas que superam as condições do mais brilhante dia de sol, a câmera utilizada nesse trabalho é operada por um software que calcula parâmetros capazes de determinar quanto da iluminação é destinada a cada um desses fins. “Obviamente os genótipos que nos interessam são os que conseguem aproveitar melhor a luz para fotossíntese, mesmo em uma situação adversa como a seca”, pontua Sousa.

Dois estações de trabalho ficarão na Embrapa Instrumentação. Uma delas captará imagens que servirão para determinar os teores de pigmentos, tais

como clorofilas, carotenos e antocianinas. “Se você observar duas plantas de milho cultivadas em regime de baixa disponibilidade de água, estando uma amarelada e outra completamente verde, visualmente é possível saber qual delas tolerou melhor a seca; no entanto, se você está avaliando um universo de mil genótipos diferentes, a percepção visual não é confiável”, explica Carlos de Sousa. Neste caso, a medição dos teores de pigmentos é importante para auxiliar na seleção precoce dos indivíduos mais promissores. A segunda estação instalada em São Carlos medirá o teor de água na planta utilizando infravermelho próximo (NIR). “Teoricamente, quanto mais água uma planta consegue absorver e utilizar, mesmo sob uma condição de baixa disponibilidade hídrica no solo, maior é a adaptação a essa restrição imposta pelo ambiente”, resume.

Outra frente de trabalho será a captura e o processamento de imagens digitais, para a reconstrução de figuras tridimensionais das plantas, utilizando visão computacional e modelagem. A partir dos modelos em 3D, pode-se estimar a altura, largura, número de folhas, ângulo de inserção das folhas, área foliar individual e área projetada da parte aérea das plantas.

A grande vantagem dessa técnica é que os cientistas conseguem manter um modelo virtual da planta em qualquer estágio do desenvolvimento, possibilitando avaliações futuras dos parâmetros relacionados ao crescimento.



A câmera termográfica consegue identificar diferenças de temperatura na copa das plantas

#### ANTECIPAÇÃO

Reinaldo Gomide ressalta que as imagens tridimensionais também permitem identificar sinais de estresse antes do que conseguiria a percepção humana. A ferramenta possibilita, por exemplo, sobrepor duas imagens, evidenciando diferenças muito sutis entre plantas que se desenvolveram em condições normais e outras com deficiências hídricas. Com isso, é possível antecipar a seleção dos indivíduos mais promissores.

Além da economia de tempo, outra vantagem é a preservação das amostras. Métodos convencionais exigem a destruição das plantas, o que impede o acompanhamento de todo seu ciclo de vida. Segundo o pesquisador Thiago Santos, da Embrapa Informática Agropecuária, com a fenômica é possível não só reavaliá-las por meio das imagens geradas, mas também continuar analisando-as à medida que crescem. Outros pontos a favor incluem a precisão das medidas e a possibilidade de automação do processo de captura, o que oferece um grande número de imagens em curto intervalo de tempo. »



Walter Quadros (à esquerda) apresenta aos pesquisadores Anke Schickling e Uwe Rascher, da Alemanha, experimentos de fenotipagem da Embrapa Cerrados.

## A EXPERIÊNCIA ALEMÃ

“A fenotipagem foi no passado e será ainda mais no futuro um elemento-chave para o progresso no melhoramento de plantas”, diz Ulrich Schurr (foto ao lado), diretor do Instituto de Bio-Geociências-2: Ciência de Plantas (IBG-2) do Forschungszentrum Jülich (FZJ). De acordo com o pesquisador, métodos fenotípicos modernos estão abrindo janelas para avaliar o desempenho das plantas e buscar novas características para os melhoristas. “O olho humano é um grande sensor, mas tem limitações. Não podemos, por exemplo, ver no comprimento de onda infra-

vermelho próximo ou distante, e não podemos ver com alta resolução espectral. No entanto, essas faixas de ondas eletromagnéticas contêm informações muito interessantes sobre a composição da planta, as relações hídricas e a fotossíntese. Cada vez mais, os sensores abrem a melhoristas, fisiologistas e agrônomos novas janelas, e nós podemos usá-los para obter informações mais confiáveis e robustas sobre as plantas”.

O diretor do instituto alemão enfatiza a aplicação dessas técnicas de forma adequada nas diferentes etapas

do processo de melhoramento no qual a fenotipagem é usada: “no pré-melhoramento, por exemplo, podemos identificar por quais mecanismos - estruturais e funcionais - certos genótipos realmente ganham um melhor desempenho em relação aos outros. E podem ser identificadas linhagens parentais adequadas para cruzamento se a seleção exige um rendimento muito mais elevado”.

Ferramentas moleculares e genéticas aceleraram, de acordo com Ulrich Schurr, a geração e a caracterização da diversidade genética em grande escala. Para ele, a moderna fenotipagem não significa apenas acelerar a produção, inclui a abordagem de novas características biológicas de culturas. “Novas características estruturais e anatômicas podem ser quantificadas e a fenotipagem funcional das relações hídricas, a fotossíntese e até mesmo a função da raiz estão sendo desenvolvidas e investigadas. Isso abre novas rotas para o processo de melhoramento em si”, ressalta Schurr.

O pesquisador chama a atenção para o fato de que o desenvolvimento de modernas tecnologias de fenotipagem constitui uma abordagem multidisciplinar em si. “Cientistas de plantas, geneticistas e agrônomos têm que fazer as perguntas biológicas certas. Por outro lado, físicos, químicos, engenheiros de automação, matemáticos e especialistas em informática precisam entendê-las e desenvolvê-las em conjunto. Aqui as abordagens interdisciplinares não são apenas boas de ter, elas são a chave para o sucesso”.

Segundo ele, além da interação em equipes multidisciplinares, as redes são fundamentais nesse processo.

## LABEX

A Embrapa iniciou, na década de 1990, um programa de implantação de laboratórios virtuais no exterior, para fomentar a cooperação científica e tecnológica com outros países e assegurar a presença física da Empresa fora do Brasil. O conceito de laboratório virtual prevê o compartilhamento de espaço e infraestrutura

laboratorial das instituições parceiras. O programa também prevê o percurso inverso: no chamado "Labex invertido", pesquisadores de instituições internacionais parceiras se estabelecem nos centros de pesquisa da Embrapa para desenvolver projetos de interesse mútuo (Fonte: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)).

“Como é necessária uma ampla gama de tecnologias, nenhuma organização isolada pode desenvolver e fornecer todos os métodos fenotípicos relevantes”, afirma Schurr, fazendo referência também à parceria entre o instituto alemão de pesquisa Forschungszentrum Jülich e a Embrapa. O trabalho conjunto entre as duas instituições, na avaliação do pesqui-

sador, inclui o acesso preferencial aos conhecimentos e técnicas disponíveis em Jülich e no Brasil, além do desenvolvimento de soluções para as necessidades específicas dos dois países. A configuração do Labex na Alemanha e do Labex Alemanha no Brasil (leia abaixo sobre o Labex invertido), segundo Ulrich Schurr, contempla as atividades de fenotipagem realmente incorporadas ao melhoramento e também implementações de agricultura de precisão para o benefício de ambos os países e economias.

### LABEX INVERTIDO

Para acelerar o processo de criação de uma rede brasileira de fenotipagem de plantas, o Labex (Laboratório Virtual de Pesquisa no Exterior) Europa, posto avançado Alemanha, realizou em 2013 o workshop “Plant Phenotyping for the Future” (Fenotipagem de Plantas para o Futuro), reunindo pesquisadores brasileiros e alemães. Na oportunidade ficou acertada a vinda para o Brasil, no modelo Labex Invertido, da cientista alemã Anke Schickling (foto na página ao lado), pesquisadora do Instituto de

Bio-Geociências-2: Ciência de Plantas (IBG-2) do Forschungszentrum Jülich (FZJ).

Anke Schickling trabalha com novos métodos de fenotipagem de plantas em condições de campo. “A detecção de fluorescência da clorofila induzida pelo sol é um dos novos métodos não invasivos em fenotipagem de plantas que podem ser aplicados em escala de campo”, exemplifica. Segundo a pesquisadora, a vegetação fotossinteticamente ativa emite um sinal de fluorescência nas faixas de onda vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético. O sinal é diretamente relacionado com a eficiência fotossintética da vegetação e fornece informações sobre o estado fisiológico das plantas e, portanto, pode servir como um indicador para as respostas do nível de estresse como, por exemplo, de estresse hídrico. “Usando espectrômetros de alta resolução, essa nova técnica pode ser aplicada a experimentos agrícolas de campo. Os menores tamanho e peso dos recentes espectrômetros de alta resolução abrem a possibilidade de seu uso como drones para a aplicação conveniente em campos agrícolas”, conclui a pesquisadora. ●



« navegue »

Revisões sobre técnicas de fenotipagem: <http://bit.ly/11zd5FO> - por pesquisadores, incluindo Ulrich Schurr, do Forschungszentrum Jülich, Alemanha;

<http://bit.ly/1xMKWWL> - por pesquisadores do CSIRO, Austrália.

# O CONHECIMENTO POPULAR VAI AO LABORATÓRIO

Por Verônica Freire

Arte: Fernando Jackson

Para além do elevado apelo popular e da mística prevalente, a produção e o consumo de medicamentos fitoterápicos exige controle semelhante ao que é dedicado a outros medicamentos. O trabalho de pesquisa e desenvolvimento começa no campo, com estudos agrônômicos, envolve química de produtos naturais, farmacologia e estudos clínicos.

Um dos grandes desafios de agrônomos, químicos, farmacêuticos e médicos envolvidos em pesquisas com fitoterapia é a matéria-prima, que muitas vezes “não tem a qualidade

esperada e não se sabe se realmente tem o princípio ativo”, como explica Roberto Fontes Vieira, pesquisador que representou a Embrapa na elaboração da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. De acordo com ele, só no caso do quebra-pedra (usado tradicionalmente para cálculos renais), das dezenas de plantas que popularmente levam esse nome, apenas duas foram devidamente estudadas - ambas comprovaram ter propriedades medicinais.

Na Embrapa, um grupo liderado pelo pesquisador Dijalma Barbosa atua para melhorar a qualidade da matéria-prima de quatro das 71 espécies que compõem a Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (Rennisus). A finalidade é orientar estudos e pesquisas que possam subsidiar a elaboração da relação de fitoterápicos com segurança e eficácia para o tratamento de determinada doença.

A Rennisus é uma das ações decorrentes da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Aprovada em 2006, a política estabelece diretrizes e linhas prioritárias para garantir o uso seguro e racional de plantas medicinais e fitoterápicos. O potencial brasileiro é proporcional ao tamanho da biodi-



versidade, mas ainda é possível contar nos dedos os produtos registrados que chegam às prateleiras das farmácias. O País não figura na lista de grandes produtores mundiais. “Existe um enorme mercado de fitoterapia, com grandes produtores e consumidores na Índia, China, África do Sul, Estados Unidos e Alemanha”, diz Roberto Vieira.

A ação atual da Embrapa tem como alvo os populares quebra-pedra, guaco, o alecrim-pimenta e o picão. As espécies possuem marcadores químicos definidos e ação terapêutica eficaz. O quebra-pedra é usado para litíase renal; o guaco, para aliviar distúrbios respiratórios; o picão apresenta usos no alívio da febre e dor, e o alecrim-pimenta tem ação antimicrobiana e produz óleo essencial de elevado valor comercial.

Em um primeiro momento, os pesquisadores buscaram resgatar o que está sendo usado em programas de fitoterapia. Os experimentos contemplam a parte fitoquímica, caracterização molecular, além de estudos agrônômicos feitos em mudas e sementes coletadas por todo o País. Além do envolvimento de diversas Unidades da Embrapa, a pesquisa conta com a contribuição da Fundação Osvaldo Cruz, da Universidade de Campinas (Unicamp/CPQBA), e Emater-MG.

Experimentos agrônômicos testam o comportamento das plantas. “A maioria tem o princípio ativo determinado, mas o sistema de produção ainda não foi devidamente estudado”, diz a pesquisadora Rita Pereira, da Embrapa Agroindústria Tropical. Um dos gargalos é a falta de mudas e sementes de qualidade para plantio e obtenção de matéria-prima em quantidade suficiente para atender aos programas de fitoterapia e indústrias produtoras de extratos.

E a coleta indiscriminada provoca problemas ambientais.

Enquanto Rita Pereira testa cultivo, espaçamentos, sombreamento, irrigação, época de colheita, número de cortes – dentre outros fatores – no Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais (LMQPN) da Embrapa Agroindústria Tropical, existe outra preocupação: verificar os marcadores fitoquímicos em materiais produzidos em diferentes circunstâncias. “Os marcadores são substâncias farmacologicamente ativas ou não, cuja presença está associada à planta medicinal, funcionando como referência para o controle de sua qualidade”, explica o pesquisador Kirley Canuto, que atua no LMQPN.

A dobradinha agronomia x química acontece em todo lugar. “É necessário dominar o cultivo e saber como os fatores agrônômicos interferem na composição química e na atividade farmacológica da planta, a fim de se produzir materiais ricos em princípios ativos e com significativa produtividade agrícola”, explica Kirley Canuto. Ao longo da pesquisa, serão analisadas centenas de amostras para se determinar a condição agrônômica que renderá maiores biomassas e teores de princípios ativos. Dessa forma, será possível fornecer uma matéria-prima de qualidade, uniforme e de maneira sustentável.

Outra questão que preocupa os pesquisadores é a identificação das plantas pela grande variabilidade na composição de suas substâncias bioativas. Além de haver espécies muito semelhantes, que podem confundir a população, uma mesma planta pode ter diversos quimiotipos – exemplares com características químicas diferentes, o que pode não oferecer os benefícios

esperados a um doente, por exemplo.

Outro objetivo é fornecer matéria-prima mais homogênea. Segundo Roberto Vieira, a falta de reprodutibilidade nas pesquisas com plantas medicinais nas diferentes áreas do conhecimento é, em grande parte, consequência da falta de estudos agrônômicos voltados para obtenção de materiais com estabilidade na síntese de compostos ativos.

Com as pesquisas atuais, algumas respostas serão dadas. Contudo, há muito a ser feito. “Cada região tem as suas prioridades. A Amazônia, por exemplo, é um mundo complexo”, diz Roberto Vieira. “Estamos dando um passo de uma longa jornada, que pode permitir geração de empregos no campo e na indústria e mais saúde para a população”, conclui. ●



◀ **navegue** ▶

Renisus:

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

## O RISCO NA ATIVIDADE CIENTÍFICA

Por Mario Neto Borges



Foto: Diego Brito / Fapemig

**Mario Neto Borges**



Presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig). Doutor em Inteligência Artificial Aplicada à Educação pela Universidade de Huddersfield Inglaterra. Foi Presidente do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP) de 2009 a 2013.

**Campos de atuação:**

Educação com ênfase em Currículos para Cursos de Engenharia; Inteligência Artificial; e Ciência, Tecnologia e Inovação.

A ciência, por definição, é um tipo de conhecimento ligado à curiosidade e à descoberta. A vontade de compreender o mundo foi o que motivou os primeiros cientistas a elaborar e a testar hipóteses, construindo teorias que orientam nossa compreensão da realidade. Ainda hoje, a capacidade de fazer perguntas – e a busca por respostas – é o que impulsiona a atividade científica.

No entanto, a atual rotina da produção de conhecimento parece ter uma consequência limitadora. Nos projetos desenvolvidos em universidades e centros de pesquisa, as perguntas costumam ser aquelas para as quais já se tem uma resposta prevista. Nos projetos encaminhados às agências de fomento para solicitação de recursos financeiros, um dos campos de preenchimento obrigatório são os resultados esperados. Ou seja, antes do início da pesquisa é preciso saber, com algum grau de certeza, no que resultará o trabalho.

A previsibilidade pode ser relacionada a uma pressão pela produtividade. Instituições de pesquisa, agências de fomento e os próprios pares exigem publicações inéditas e frequentes a fim de garantir o patamar de produtividade requerido. Para atingir os índices esperados, muitas vezes opta-se por trabalhos que seguramente produzirão conhecimentos relevantes, mesmo que nem sempre inovadores. Outro fator é a necessidade de prestar contas às agências de fomento e à sociedade. Uma pesquisa que não atingiu os resultados esperados geralmente é encarada, de forma equivocada, como fracasso. Na ciência, porém, o erro também significa conhecimento, pois elimina hipóteses e direciona novas frentes de estudo.

O que encontramos, assim, são pesquisadores com receio de se arriscar em projetos cujo

desfecho é incerto. Perde-se a criatividade e a inovação, tão caras à ciência. Nesse sentido, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) implementou ações que têm como meta apoiar pesquisas cujos resultados não podem ser previstos em um primeiro momento.

Uma dessas ações é a Bolsa Conhecimento Novo. Criada em 2009, ela é parte do Programa de Aperfeiçoamento dos Cursos Cinco, Seis e Sete (PACCSS), uma iniciativa conjunta com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). A Bolsa é destinada a pesquisadores vinculados a cursos de pós-graduação classificados como nível 7, o mais elevado conceito emitido pela Capes e de padrão internacional. Seu objetivo é incentivar o desenvolvimento de temas não explorados e que carregam um alto grau de incerteza por estarem na fronteira do conhecimento.

A expectativa sempre foi motivar os pesquisadores talentosos de Minas Gerais de forma diferenciada, escapando do lugar comum. A aposta da Fapemig tem se mostrado acertada. Recentemente, um pesquisador da área de Entomologia beneficiado pela Bolsa Conhecimento Novo teve seu estudo publicado com destaque em uma revista científica internacional de alto impacto. A iniciativa também tem servido como modelo para outras agências interessadas em estimular pesquisas em áreas novas. Afinal, apesar da possibilidade de não alcançar resultados, são esses trabalhos que, mais significativamente, provocam o avanço do conhecimento.

O risco é inerente à ciência – e é preciso cuidar para que haja espaço para ele dentro das estruturas formais da produção científica. ●



Acesso à  
Informação

# Acesso à informação um direito de todos

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

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

Para acompanhar a gestão pública na Embrapa

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



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Agência Embrapa de Notícias



Assine o Boletim da Agência Embrapa de Notícias  
e fique informado sobre as novidades mais recentes da pesquisa agropecuária  
[www.embrapa.br/sala-de-imprensa](http://www.embrapa.br/sala-de-imprensa)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

