JAN – ABR #15

Ciência para a vida

Geração de valor genômico

Informação genética produz animais superiores com mais precisão e eficácia

Confira todas as edições da revista

XXI

Ciência para a vida

Acesse o site

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

BRASIL GOVERNO FEDERAL

NOVAS PERSPECTIVAS DA ENGENHARIA GENÉTICA

Estudos genômicos abrem novas possibilidades para a produção animal. Se em passado recente o produtor esperava mais de anos para saber se um animal é mais produtivo ou resistente à determinada doença, hoje, com o avanço da ciência, essa resposta pode ser obtida em algumas semanas.

Uma rede composta por 123 cientistas de mais de duas dezenas de instituições nacionais e internacionais se dedica à descoberta de novas ferramentas capazes de acelerar o melhoramento genético dos rebanhos comerciais. A Rede Genômica Animal desenvolve tecnologias para estimar o valor genômico dos rebanhos de forma mais rápida e com menor custo. Com a nova metodologia, o custo de uma avaliação cai de um milhão para mil dólares.

Dessa forma, o melhoramento genético tradicional, feito com base na observação de desempenho da prole e em testes de hipótese, é aprimorado e o animal pode ser avaliado antes mesmo de seu nascimento, durante a gestação.

Bovinos para produção de carne e leite, ovelhas, suínos e peixes estão no radar da pesquisa. Estudos para desenvolver resistência dos animais a carrapatos, busca de maior produtividade, seleção de animais isentos de anomalias hereditárias e outros temas estão em andamento nos diversos centros de pesquisa da Embrapa, como conta a reportagem de capa desta edição.

Garantir os melhores aromas e sabores para a bebida mais apreciada entre os brasileiros e torná-la mais saudável são também desafios para a pesquisa nacional. Cientistas do mundo inteiro querem entender o processo de torrefação do grão, quando mais de 800 tipos de moléculas aromáticas são liberadas. Com base em marcadores químicos, estão sendo definidos parâmetros de tempo e temperatura para a torra ideal do café, a fim de proporcionar aos consumidores uma bebida de melhor qualidade.

Satélites, sistemas de informações geográficos e drones são os novos recursos que permitem observar o que acontece no Pantanal brasileiro, para auxiliar na preservação do bioma e monitorar as atividades ali desenvolvidas. Com os dados em mãos, é possível prever enchentes, inundações, acompanhar atividades agropecuárias, industriais, desmatamentos e outras alterações que podem afetar a dinâmica da região, além de favorecer a elaboração de políticas públicas e os processos de licenciamento ambiental.

A busca por respostas para a origem de problemas de saúde que vão da depressão ao autismo é a motivação do pesquisador do Instituto de Lactología Industrial da Universidad Nacional del Litoral, na Argentina, Gabriel Vinderola, entrevistado desta edição. Em seus estudos, ele propõe que as bactérias do intestino estão relacionadas com diversas enfermidades e com nosso bem-estar geral. A boa notícia é que muitos dos problemas originados pela falta das "bactérias do bem" podem ser revertidos com o uso de pró-bióticos.

Em artigo, Marcello Broggio e Patrícia Bustamante destacam a existência de sistemas de agricultura singulares praticados por grupos sociais detentores de conhecimentos tradicionais únicos, e alertam para a necessidade de preservá-los. Apesar de pouco conhecidos e estudados, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) reconhece internacionalmente esses modelos especiais de cultivo, concedendo-lhes o título de Sistemas Engenhosos do Patrimônio Agrícola Mundial.

—— *Os editores*

03 CARTA AO LEITOR

06 NOTAS

08 ENTREVISTA

Gabriel Vinderola, professor da Universidad Nacional del Litoral, da Argentina, explica como problemas de saúde diversos podem ter origem nas bactérias do intestino.

14 ESPECIAL

Ferramentas genômicas modernas mudam os padrões do melhoramento genético animal. Os rebanhos do futuro, desenvolvidos em menor tempo, com alta precisão e custos reduzidos, serão mais produtivos e portarão características específicas de interesse dos consumidores – essas são as promessas da nova era da ciência com uso da seleção genômica.

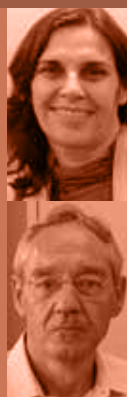
44
PESQUISA

Pesquisa identifica substâncias químicas que determinam os parâmetros ideais da torra do grão de café, capaz de garantir os melhores sabores e aromas à bebida.

54
SUSTENTABILIDADE

Satélites fornecem informações para apoiar a preservação do Pantanal. Estudos com geotecnologias acompanham fenômenos naturais e monitoram atividades humanas na região.

62
ARTIGO



Marcello Broggio e Patrícia Bustamante escrevem sobre sistemas agrícolas únicos.

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
Heloiza Dias da Silva
Coordenador de Comunicação Mercadológica
Gustavo Porpino

EXPEDIENTE

Editores
Juliana Miura, Marita Féres Cardillo e Fábio Reynol

Projeto Gráfico
André Scofano e Nayara Brito

Designers
Andressa Brasil, Gabriel Pupo Nogueira, Luciana Fernandes, Roberta Barbosa

Capa
Montagem: Roberta Barbosa
Fotos: iStock/Embrapa

Revisão
Marcela Bravo Esteves

Arte Finalização
Roberta Barbosa

Consultores científicos para esta edição
Alexandre Caetano, Ana Maria Bezerra Oliveira Lôbo, Anderson Luis Alves, Bruna Sollero, Claudia Gulias Gomes, Cleber Soares, Fernando Flores Cardoso, Jane de Oliveira Peixoto, Jeane Rosa, João dos Santos Vila da Silva, Jomar Patrício Monteiro, Kleibe de Moraes Silva, Laura Bruno, Leda Gottschalk, Otniel Silva, Pedro Braga Arcuri, Roberto Hiroshi Higa

Ctp – Impressão – Acabamento
Embrapa Informação Tecnológica

Tiragem
5.000 exemplares

Embrapa
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
BRASIL GOVERNO FEDERAL

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

TRIGO ALÉM DA DEMANDA

Foto: Joseani Antunes

O principal ingrediente do pãozinho francês pode ser produzido em abundância no Brasil. Somente no Centro-Oeste, novas fronteiras para o cultivo de trigo poderiam resultar em 24,9 milhões de toneladas do cereal, volume que representa o dobro do atual consumo interno. Isso faria o País passar de importador a exportador de trigo. Foi o que apontou estudo realizado por pesquisadores da Embrapa Trigo e Embrapa Gestão Territorial, que projetaram quatro diferentes cenários para a produção nacional do cereal, considerando regiões para onde a cultura poderia se expandir. O Brasil produz aproximadamente metade das 11 milhões de toneladas de trigo que consome e 70% do total é destinado à panificação, o que torna os resultados estratégicos para estabelecer alternativas ao abastecimento do cereal. O País importa entre cinco e seis milhões de toneladas de trigo a cada ano, provenientes principalmente da Argentina, favorecida pelos acordos bilaterais do Mercado Comum do Sul (Mercosul). A projeção de expansão da área de cultivo do trigo, incluindo todas as regiões homogêneas, partiu de cenários criados com base em associações de fatores como área de cultivo no verão (soja e milho), áreas aptas à cultura de inverno e otimização de áreas que historicamente já foram ocupadas pelo trigo. A estimativa baseou-se na média de rendimentos, volume de produção e área colhida no período 2010-2012 em cada região. • — por Joseani M. Antunes e Fábio Reynol (Agência Embrapa

navegue

http://bit.ly/2ht0xaC

AQUICULTURA CRESCE 123%

Foto: Jefferson Christofoletti

Chegada de novas empresas, rápida profissionalização e intensificação tecnológica foram alguns dos fatores observados na aquicultura brasileira, que apresentou crescimento de 123% entre 2005 e 2015, passando de 257 mil para 574 mil toneladas de pescado nesse período. Foi o que mostrou estudo realizado pelos pesquisadores Manoel Pedroza, Andrea Muñoz, Roberto Flores e Eric Routledge, da Embrapa Pesca e Aquicultura, e apresentado em 2016 na conferência *International Institute of Fisheries Economics and Trade* (IIFET), em Aberdeen, Escócia. O trabalho chama a atenção porque o setor, dedicado à produção de seres aquáticos como peixes e crustáceos, costumava ser caracterizado no Brasil por empreendimentos de pequeno porte, sistemas extensivos de produção e baixo nível tecnológico, com exceção da produção de camarões no Nordeste, a carcinicultura.• — por Fábio Reynol (Agência Embrapa de Notícias)

navegue

http://bit.ly/2hzw2V9

ENERGIA PARA O CORAÇÃO

Uma das possíveis consequências de um infarto do miocárdio é a resistência transitória à insulina, o que leva ao aumento nas concentrações de açúcar (glicose) na corrente sanguínea. O quadro normalmente é associado ao risco de desenvolver diabetes e a uma maior mortalidade. Novo estudo indica que pode haver uma solução para o que parecia ser um problema. O grupo do médico Andrei Sposito, cardiologista e professor da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), revelou que a resistência à insulina seria essencial na recuperação do órgão. Foram coletadas amostras de sangue de cerca de 500 pessoas, no Hospital de Base de Brasília, em dois momentos: nas primeiras 24 horas após o infarto e cinco dias depois. Nos pacientes cuja resistência à insulina aumentou inicialmente e depois diminuiu após cinco dias, a recuperação foi mais rápida.• — por Everton Lopes Batista (Revista Pesquisa Fapesp)

‹ navegue ›

http://bit.ly/2ilx4nv

LEVEDURA CONTRA CÉLULAS

Uma enzima identificada em leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* – também conhecida como levedura do pão – apresentou em testes in vitro potencial para matar seletivamente células de leucemia linfoide aguda (LLA).

Caracterizada por alterações malignas nas células-tronco que dão origem aos componentes do sangue, existentes na medula óssea, a LLA é o tipo de câncer mais comum durante a infância.

Resultados da pesquisa, realizada com apoio da Fapesp, foram descritos por pesquisadores da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF-USP) e do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus do Litoral Paulista (IB-CLP-Unesp), em artigo publicado na revista *Scientific Reports*. • — por Karina Toledo (Agência Fapesp)

‹ navegue ›

http://bit.ly/2hsUxyz

FERTILIZANTE INTELIGENTE

Do tamanho de um grão de arroz, um fertilizante de liberação controlada desenvolvido por meio da nanotecnologia é a mais nova aposta da pesquisa para amenizar problemas da aplicação de nutrientes na lavoura, a perda por volatilização e lixiviação. O primeiro é a transformação do fertilizante em gás, e o segundo é o carreamento do produto pela água, ambos responsáveis por perdas da ordem de 50% de todo o fertilizante que o agricultor brasileiro aplica na lavoura.

Testado em laboratório e em campo, o fertilizante inteligente volatiliza menos, comparado à ureia convencional. O novo produto contribui para a redução de gases do efeito estufa em 2/3 em comparação à aplicação convencional do fertilizante, e ainda pode ser usado como suplemento animal para aumento da digestibilidade de forragens. O novo fertilizante desenvolvido pela Embrapa Instrumentação, em parceria com a Embrapa Pecuária Sudeste, está pronto para ser transferido à iniciativa privada para ajuste das etapas de produção em escala e comercialização. • — por Joana Silva e Gisele Rosso (Agência Embrapa de Notícias)

Foto: Gisele Rosso

‹ navegue ›

http://bit.ly/2hwzhuR

Fotos: Cláudio Norões

SEGREDO NAS ENTRANHAS

Pesquisador defende a ideia de que obesidade, depressão e até autismo podem se originar nas bactérias intestinais

Por Verônica Freire | Colaboração Juliana Miura

Quadros clínicos bem diferentes, como depressão, autismo e obesidade, podem partilhar de uma origem comum: as bactérias do intestino. Para o professor Gabriel Vinderola, do Instituto de Lactología Industrial da Universidad Nacional del Litoral da cidade de Santa Fé, na Argentina, a microbiota intestinal está por trás de males que vão além do sistema digestivo.

Doutor em química, Vinderola esteve no Brasil ministrando cursos sobre pró-bióticos, e divulgando os mais recentes resultados de pesquisas, como a que observou traços de autismo em um camundongo originalmente saudável após o animal receber a microbiota de um paciente autista.

Dedicado à investigação de aspectos microbiológicos, tecnológicos e funcionais de bactérias benéficas à saúde humana e animal, o cientista argentino considera o Brasil um país privilegiado para o desenvolvimento de produtos pró-bióticos e defende a busca por organismos locais, naturalmente adaptados à população.

XXI - O que é pró-biótico e quais são seus impactos na saúde do indivíduo?

Vinderola - Geralmente, quando se fala em bactérias, as pessoas pensam em algo ruim, negativo, em patógenos. O pró-biótico é uma bactéria que tem efeito positivo e muitas delas são encontradas no intestino. Também estão presentes em alguns alimentos fermentados naturais. Naturalmente o intestino tem bactérias positivas e negativas. Mas pode haver desequilíbrios – quando, por exemplo, devido ao uso de um antibiótico, as bactérias negativas que causam diarreia e inflamação se sobressaem no intestino do indivíduo. Como o pró-biótico é uma bactéria positiva e conseguimos administrá-la, teremos no intestino um maior número delas e será possível balancear novamente essa situação intestinal.

XXI - Quais são as expectativas da pesquisa em relação a essa área?

Vinderola - Os pró-bióticos são microrganismos que têm que ser consumidos com certa frequência e estão incorporados principalmente nos laticínios. Aqui no Brasil, as pessoas consomem muitas frutas e sucos, no café da manhã, o que gera uma grande oportunidade para inserir os pró-bióticos nesse tipo de alimento, para levar à população os microrganismos que beneficiam a saúde. De modo a aproveitar o dinheiro investido em instituições públicas de pesquisa, e para que o resultado não seja apenas a publicação de um artigo científico, os benefícios apurados nas investigações devem chegar à sociedade. É interessante quando a pesquisa fecha o círculo, quando algum benefício volta para o consumidor. Pesquisas básicas são muito importantes, pois descrevem os microrganismos, mas as pesquisas com pró-bióticos têm grande potencial para gerar produtos e isso está muito perto de acontecer.

XXI - Por que é importante que as instituições científicas produzam pró-bióticos regionalizados?

Vinderola - Depois de cerca de 20 anos, a presença de pró-bióticos no mercado, principalmente por meio de laticínios, ainda se dá pela produção das principais cepas por grandes empresas internacionais. Essas cepas, que são microrganismos produzidos em laboratório, foram isoladas em outros países, em outros lugares, a partir de outras pessoas, de outros ambientes intestinais e, por isso, podem não estar completamente adequadas ao Brasil. Com o desenvolvimento do conhecimento, surgiram estudos indicando que talvez se devesse, para diversificar, isolar microrganismos do mesmo ambiente onde moramos. Isso porque pessoas que vivem em diferentes lugares geográficos aparentemente apresentam variações na microbiota intestinal, devido aos hábitos alimentares, aos alimentos que consomem, entre outros fatores. Então podemos pensar que os pró-bióticos, quando isolados a partir da população do país e colocados em um alimento que as pessoas desse lugar estão acostumadas a consumir, também poderiam ter um efeito diferente, pois eles [os pró-bióticos] estariam mais bem adaptados a esse ecossistema intestinal.

XXI - A imunomodulação estuda a relação dos pró-bióticos com a saúde. Há trabalhos que mencionam a perda dessas bactérias, relatam os fatores que levam a essa perda, como o caso do parto cesárea, e as dificuldades de repor essas bactérias. É possível, com o consumo de pró-bióticos, repor os microrganismos que foram perdidos ao longo da vida?

Vinderola - Há dois momentos-chave durante o nascimento do bebê. O primeiro é o próprio nascimento. No caso de parto natural, o bebê recebe os lactobacilos que a mãe possui naturalmente na vagina. O outro momento é na amamentação, quando a mãe passa pelo seu leite bifidobactérias, que são outros microrganismos importantes. Sabemos que muitas vezes o parto cesárea é indicado. Uma oportunidade para recuperar aquelas bactérias positivas, que a mãe não pôde passar pelo parto ou porque não amamentou, é pela administração de um pró-biótico. Há estudos desenvolvidos na Espanha que mostram que, quando colocamos um pró-biótico na alimentação de um bebê, o risco de alergias e infecções diminuirá durante sua vida. »

XXI - E como é a atuação dessas bactérias no organismo do bebê?
Vinderola - Nesse primeiro momento, quando o bebê nasce, o sistema imunológico do seu intestino, principalmente, ainda não está educado. Então são essas bactérias que vão amadurecer, vão ajudar a educar o sistema imunológico. Se não colocamos bactérias benéficas, podemos ter como resultado uma situação inflamatória que vai durar muito tempo. Então é uma oportunidade de intervir no caso. Agora se o bebê nasce por parto vaginal e a mãe o amamenta, é provável que o uso de um pró-biótico não traga muitos resultados. Mas não é o que acontece. Eu vi que em clínicas privadas no Brasil o percentual de cesarianas chega a 60-70%. Então nesses casos poderíamos intervir com um pró-biótico para compensar o que não ocorreu naturalmente.

XXI - E se a pessoa nasceu de parto cesárea e já é um adulto, é possível repor as bactérias?
Vinderola - Estudos indicam que aquilo que não foi feito em um determinado momento dificilmente conseguiremos corrigir totalmente, o que se chama "janela de oportunidades" dos 1.000 primeiros dias de vida. Mas o pró-biótico poderá ajudar. Para isso, é aconselhado o consumo contínuo, porque o pró-biótico não fica para sempre no intestino. Com o consumo frequente, a pessoa pode conseguir ajudar seu sistema imunológico em parte. Mas a forma correta de cada um cuidar de sua microbiota é consumindo alimentos com fibras, como verduras e frutas, para alimentar as bactérias do intestino.

"[...] temos algumas bactérias no intestino que consomem uma substância chamada Gaba que estabiliza o humor, a ansiedade. Essa pode ser uma das causas da depressão. Isso significa que as bactérias regulam toda a nossa vida."

XXI - Você falou que existem muitas bactérias no nosso corpo. Quais são as principais espécies?
Vinderola - Às vezes ficamos surpresos, mas na verdade o ser humano é composto por mais bactéria do que por células próprias. Existem no nosso corpo, no intestino e na pele, mais bactérias do que pessoas que habitam o mundo. São milhões e milhões. Essas bactérias têm uma ação de proteção no nosso organismo, não poderíamos viver sem elas e são herdadas principalmente da mãe e do ambiente. O conhecimento sobre elas aumentou muito nos últimos dez anos. Há estudos que demostram que temos algumas bactérias no intestino que consomem uma substância chamada Gaba que estabiliza o humor, a ansiedade. Essa pode ser uma das causas da depressão. Isso significa que as bactérias regulam toda a nossa vida.

XXI - Quais são os estudos mais avançados que associam essas bactérias à saúde das pessoas?
Vinderola - A área que conta com mais estudos está relacionada à obesidade. O perfil das bactérias do intestino de uma pessoa obesa é diferente do de uma pessoa magra. As pesquisas da parte cognitiva ainda estão começando, mas foram feitos alguns estudos que mostraram que, quando a microbiota de uma criança autista foi transferida para um camundongo que não tinha essas bactérias, esse camundongo ficou com algum comportamento do autista. Aparentemente as moléculas que essa bactéria produz no intestino e que chegam ao cérebro determinam o comportamento do ser humano. Toda patologia envolve diferentes fatores,

mas as bactérias do intestino estão ganhando cada vez mais importância na identificação da origem e nas consequências dessa patologia.

XXI - Quais os desafios de pesquisa mais urgentes nessa área?
Vinderola - Nosso grupo está trabalhando também com uma bactéria isolada do leite materno. Uma das principais barreiras é a produção do pró-biótico em grande quantidade para que chegue à população. Para isso, são necessárias tecnologias disponíveis e economicamente viáveis, como a secagem em spray, que requer um custo dez vezes menor que o outro processo – a liofilização. Então, se conseguirmos cepas que possam ser secadas em spray, poderíamos produzir esse microrganismo com um custo muito baixo utilizando essa tecnologia que a Embrapa já possui.

XXI - Na Embrapa Agroindústria Tropical, há uma coleção de microrganismos isolados de alimentos. Qual a importância de uma empresa contar com uma coleção como essa?
Vinderola - O Brasil ainda tem uma grande tarefa a fazer porque possui uma enorme diversidade biológica de microrganismos. Para além de conservar essa diversidade, é preciso conhecê-la. Para isso são necessários muitos estudos, como os que já estão sendo desenvolvidos na Embrapa, com a finalidade de identificar os microrganismos de queijos artesanais, mas também os das frutas. Há um grande potencial biotecnológico para o desenvolvimento de novos alimentos no futuro, e a Embrapa, que está diretamente envolvida na produção de alimentos, está há muito tempo isolando, conservando, caracterizando e estudando as bactérias para desenvolver diferentes produtos, não só alimentos, mas também produtos medicinais, fitossanitários e outros.

“[...] as pessoas estão cada vez mais cientes de que uma alimentação saudável pode prevenir muitas doenças ao longo da vida, e isso faz com que o mercado continue se expandindo.”

XXI - Que tipo de produtos podem ser gerados, por exemplo?
Vinderola - Há possibilidade em toda essa área de pró-bióticos, mas também existem microrganismos que podem produzir composto polímero para desenvolver plásticos biodegradáveis e uma grande quantidade de outros tipos de produtos em diferentes áreas a partir de moléculas biológicas ativas.

XXI - Como é esse mercado? É possível estimar seu tamanho e o quanto se pode investir em pesquisa?
Vinderola - Toda empresa tem por fim o lucro. Mas algumas, como a Danone, além de ter esse objetivo, estão interessadas em chegar ao consumidor com um produto mais saudável, o que pode ser feito pela incorporação de um pró-biótico. O tamanho desse mercado, na verdade, não conseguimos dimensionar, mas podemos ver que os produtos como os laticínios estão em importante crescimento. Apesar de não conhecer o tamanho real desse mercado, pensamos que ele tem bom potencial, porque as pessoas estão cada vez mais cientes de que uma alimentação saudável pode prevenir muitas doenças ao longo da vida, e isso faz com que o mercado continue se expandindo.

XXI - Outro problema é a questão da conservação dos pró-bióticos, que podem ser liofilizados, com apresen- »

tação em sachês. A indústria diz que eles duram seis meses, mas talvez, devido ao nosso clima quente, sua viabilidade fique comprometida. Esse é um problema tecnológico? Como pode ser resolvido?
Vinderola - É de fato um problema tecnológico, porém possível de se resolver. Qualquer microrganismo, mesmo que esteja liofilizado por secagem em spray, continua sendo um microrganismo e precisa de temperaturas baixas. Aqui no Brasil, as temperaturas giram entre 25ºC e 30ºC o ano todo. Para garantir essa viabilidade a longo prazo, é preciso, no mínimo, colocar o produto na geladeira. Eu não concordo em manter o sachê à temperatura ambiente. No caso de se fazer algum controle, é possível que alguns deles apresentem problema. Em vários países, é comum guardar o cereal à temperatura ambiente. Mas já está se examinando o desenvolvimento de cereais com pró-bióticos e, a partir daí, esses produtos terão que ir para a geladeira. É preciso educar o consumidor, ele deve saber que quando o produto tem um microrganismo em sua composição, mesmo que esteja liofilizado, ele precisa de frio para manter sua viabilidade. As autoridades sanitárias deveriam controlar isso e exigir o registro dessa indicação no rótulo, pois os pró-bióticos são como vacina, que é conservada em geladeira porque se trata de um produto vivo.

XXI - Você revelou que também vai trabalhar com pró-bióticos para cavalos. Como é o campo de aplicação dos pró-bióticos na agropecuária?
Vinderola - Há muito tempo eles são utilizados na produção animal, para gado, frango e há equipes de pesquisa, mesmo aqui no Brasil, trabalhando em materiais para camarão. Sempre que se consegue modificar beneficamente a microbiota de um animal, ele estará mais saudável, produzirá mais e adoecerá menos. Os estudos com cavalo estão menos desenvolvidos, mas, se é possível alterar a microbiota do gado, do camarão e do frango, da mesma forma pode ser possível fazer o mesmo com o cavalo para melhorar sua saúde intestinal. Em geral, esses animais têm muitos problemas de diarreia, o que poderia ser evitado de forma natural com o uso de um pró-biótico.

“Sempre que se consegue modificar beneficamente a microbiota de um animal, ele estará mais saudável, produzirá mais e adoecerá menos.”

XXI - No futuro, todos esses estudos caminharão para o estabelecimento de uma medicina preventiva que incorpore o alimento como tratamento?
Vinderola - Exatamente! O uso de alimento não tem o mesmo objetivo que a medicina ou que a farmácia. Eu sempre falo que quando alguém tem uma doença não deve ir ao supermercado, deve ir ao médico. Mas se você se alimenta de uma forma mais saudável e incorpora um pró-biótico no seu dia a dia, provavelmente terá menos doenças, sempre pensando de forma preventiva. A parte terapêutica tem que ser feita pela medicina, pela farmácia. Mas com o alimento, pode-se prevenir seguramente muitas doenças. •

Jogue a sua

MANIA de DESPERDÍCIO

no lixo!

Aceita o desafio de deixar essa mania de lado?

Desperdiçar alimentos é uma mania com fortes impactos sociais, ambientais e econômicos. Saiba mais no nosso site e conheça a **#SemDesperdicio**.
Não deixe de participar do desafio **Uma Mania a Menos** para contribuir com a redução do desperdício de alimentos no Brasil!

www.semdesperdicio.org

/SemDesperdicioBrasil

O #SemDesperdicio é uma iniciativa

Embrapa

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

BRASIL GOVERNO FEDERAL

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

WWF

A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA DA VIDA

Novas ferramentas genômicas mudam a cara do melhoramento genético

Por Fernanda Diniz
Arte: Roberta Barbosa

Carrega instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e o funcionamento de todo o organismo

Pesquisas com DNA e avanços tecnológicos na microeletrônica, computação e nanotecnologia abriram novos caminhos para a decodificação e compreensão do genoma. O genoma corresponde a toda informação hereditária de um organismo codificada em seu **DNA**. Isso inclui tanto os genes como as sequências não codificadoras.

A genômica é uma ciência relativamente recente que tem como objetivo entender como os genes e as sequências não codificadoras envolvidas na regulação dos genes estão organizados e interagem para o funcionamento global do ser vivo.

Esses estudos permitem aos cientistas avançar na compreensão da estrutura e funcionamento de plantas, animais e microrganismos e utilizar o conhecimento adquirido para a seleção e a geração de novas variedades e linhagens pelo melhoramento genético. Desvendar o DNA desses organismos significa conhecer os genes e suas funções, ou seja, as características que estão relacionadas a cada um deles e os genes responsáveis por elas.

O primeiro passo para entender o funcionamento do genoma de um organismo é sequenciá-lo, de preferência de forma completa. Ou seja, fazer a leitura de todo o DNA desse organismo.

Depois, essas sequências são disponibilizadas em bancos de dados genéticos, que ficam à disposição dos cientistas para iniciar a segunda fase, chamada de genômica funcional, ou pós-genômica. Nessa etapa, muito mais complexa e desafiadora, os genes e as sequências reguladoras são estudados para compreender como funcionam e interagem.

Os estudos de genômica levam também à identificação de marcadores moleculares, que funcionam como uma espécie de "impressão digital" molecular. Eles são utilizados, entre outras informações, para medir a variação genética existente entre indivíduos e marcar mais facilmente a posição de genes e trechos de interesse no genoma.

Marcadores moleculares dão maior agilidade e rapidez ao trabalho dos

Foto: iStock / Embrapa

pesquisadores, pois permitem, por exemplo, acompanhar a transmissão de blocos de genes de pais para filhos e assim identificar mais rapidamente as melhores plantas e animais para seleção e melhoramento genético.

Os avanços nessa área também têm sido consideráveis. Até o início dos anos 2000, eram necessários anos para sequenciar um genoma com custo de dezenas de milhões de dólares. Hoje, existem laboratórios que sequenciam genomas de plantas e animais a custos de, aproximadamente, US$ 1.000.

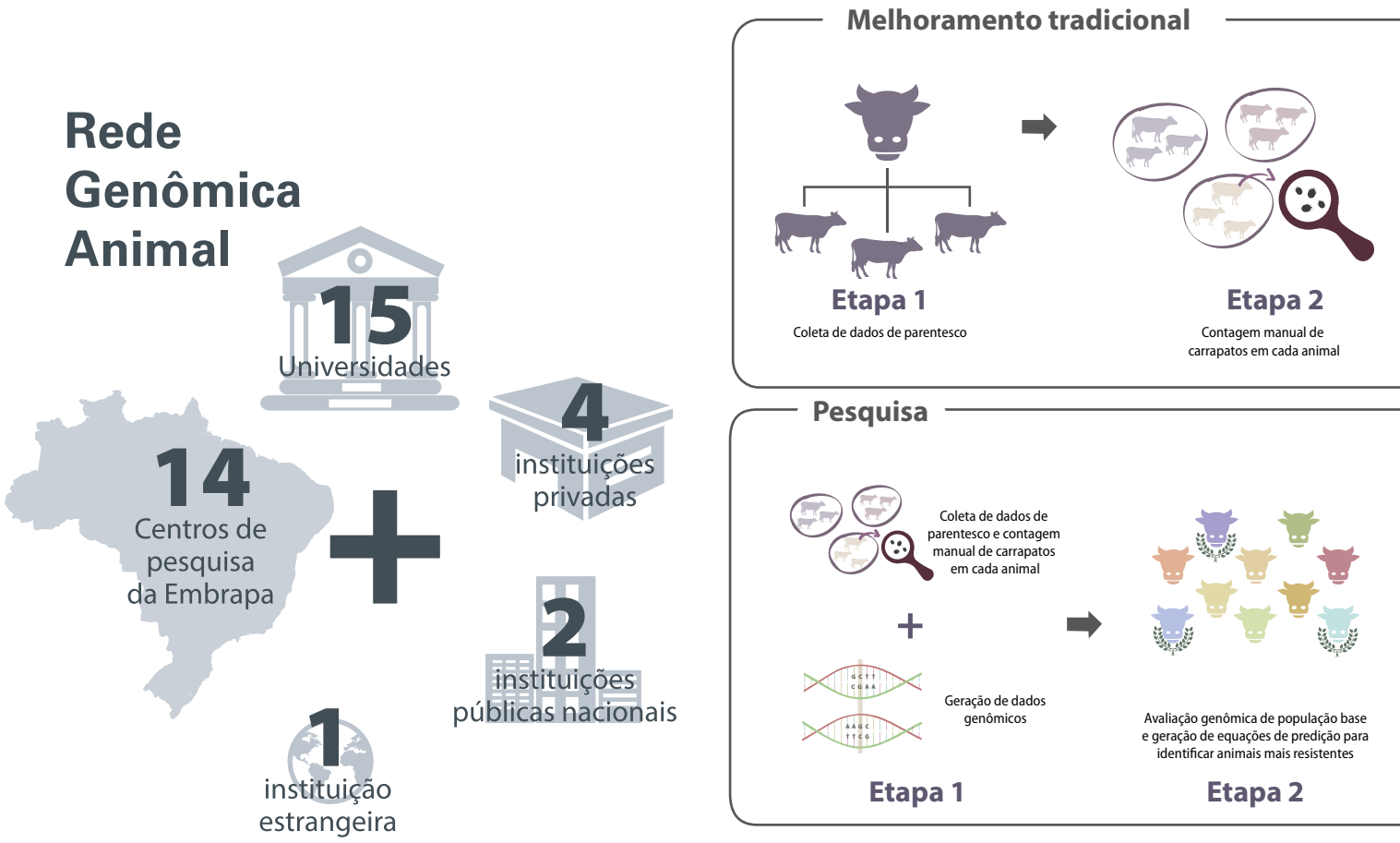
EVOLUÇÕES NA CIÊNCIA ANIMAL

Na área da genética e reprodução animal, as ferramentas genômicas oferecem ao setor produtivo a possibilidade de formar rebanhos com animais mais produtivos, considerando novas características de interesse, em menor tempo e com custos reduzidos.

A Embrapa mantém hoje a Rede Genômica Animal, que congrega 123 pesquisadores de 14 centros de pesquisa da Embrapa de norte a sul do País com o objetivo de compartilhar conhecimentos e desenvolver novas tecnologias em prol do setor produtivo brasileiro.

Participam também as seguintes universidades: de Brasília (UnB); Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP); Estadual de Campinas (Unicamp); Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb); Federal de Juiz de Fora (UFJF); Federal do Mato Grosso (UFMS); Federal de Minas Gerais (UFMG); Federal do Paraná (UFPR); »

Custo do Sequenciamento do Genoma



Federal de Pelotas (UFPel); Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Federal de São Carlos (UFSCar); Federal de Viçosa (UFV); de São Paulo (USP); Unesp Botucatu e Unesp Jaboticabal.

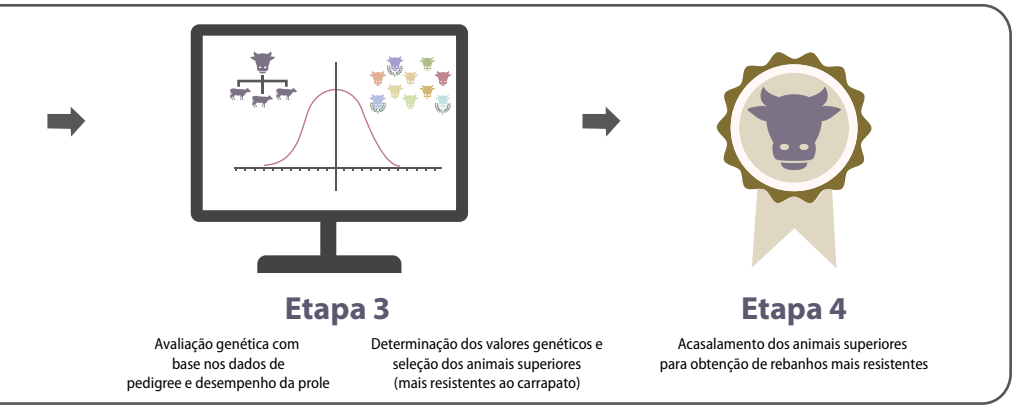
A Rede conta ainda com a parceria de instituições públicas nacionais e estrangeiras: Instituto de Zootecnia de São Paulo; Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócio (APTA), Instituto Nacional de Investigación Agropecuária do Uruguai (Inia) e também de empresas privadas: Genearch Aquacultura Ltda., Gensys Consultores Associados, Brasil Foods S.A e Conexão Delta G.

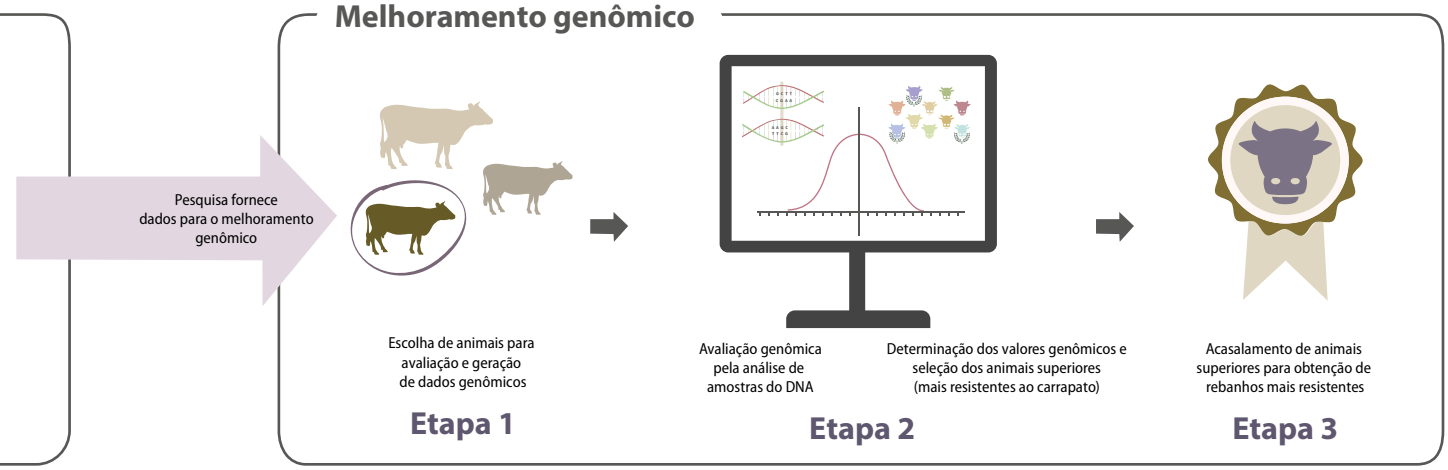
Segundo o pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Alexandre Caetano, líder da Rede, o objetivo principal é organizar um núcleo de ferramentas de bioinformática e métodos quantitativos para auxiliar no processo de prospecção de genes de interesse econômico em espécies de interesse zootécnico, e também na aplicação direta de tecnologias genômicas nos programas de avaliação e melhoramento genético com a implementação da chamada "seleção genômica". Alexandre Caetano foi responsável por coordenar a participação institucional do Brasil no Consórcio Internacional que completou o sequenciamento do genoma bovino em 2009, com atividades executadas pela Embrapa com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

As tecnologias genômicas estão avançando rapidamente. Por isso, o projeto visa ao desenvolvimento e incorporação de ferramentas de bioinformática para armazenamento, processamento e visualização de dados genômicos, além de desenvolver estudos de expressão gênica e genotipagem em larga escala e treinar e capacitar recursos humanos.

FORMAÇÃO DE REBANHOS SUPERIORES

Pelo processo tradicional, o potencial de um reprodutor é medido pela produtividade de sua prole. De acordo com Caetano, uma das grandes vantagens do uso de informações genômicas na avaliação genética é que o processo permite ao produtor conhecer o potencial dos animais que ele considera utilizar como reprodutores antecipadamente, com alta precisão e baixos custos. "É o que se chama de seleção genômica ampla, uma metodologia que vem sendo largamente aplicada no melhoramento genético de animais de





interesse zootécnico no mundo todo", comenta o pesquisador.

Para outro pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Dario Grattapaglia, que atua na área vegetal, "o melhoramento assistido por dados genômicos permitiu uma mudança de paradigma. Passamos da inferência genética, a partir da qual os dados são observados por meio de testes de hipótese e estimação de efeitos, para a predição genética de dados futuros".

Esse conhecimento permite compreender o valor agregado de todo o genoma. Aliadas à genética quantitativa, as informações de dezenas de milhares de marcadores moleculares distribuídos pelo genoma da espécie em questão possibilitam predizer o **valor genético** de cada indivíduo com alta precisão.

VALOR GENÉTICO

Por Rubens Neiva

O valor genético é a capacidade que um indivíduo possui de contribuir para o melhoramento da espécie por meio da sua progênie (sucessores). Para se efetuar a seleção genômica é necessário identificar indivíduos geneticamente superiores, ou seja, aqueles que possuem em seus genótipos a maior quantidade de genes ligados às características de interesse para a seleção (produção de leite e carne, resistência às doenças, precocidade etc). Segundo o pesquisador da Embrapa Gado de Leite Marcos Vinícius G. B. Silva, dá-se o nome de valor genético à previsão dessa quantidade de genes de interesse.

A PEDRA NO SAPATO DOS PECUARISTAS

A partir da seleção genômica, a Embrapa desenvolveu tecnologia capaz de auxiliar os criadores de bovinos no Brasil no combate a um de seus piores pesadelos: os carrapatos. Desse trabalho, foi gerado o primeiro sumário genômico do Brasil que representa o único esforço no mundo a oferecer avaliação genética para a resistência ao carrapato.

Para isso, em 2010, a Embrapa Pecuária Sul liderou um grupo de criadores das raças Braford e Hereford e, juntos, lançaram-se ao desafio de desenvolver uma ferramenta efetiva para controlar essa praga por meio da associação entre dados de contagem de carrapatos nos animais com dados genômicos obtidos em análises de DNA com marcadores moleculares (ver matéria na p. 26).

A análise genômica permite identificar animais menos propensos à infestação, com base na correlação entre as informações de contagem de carrapatos nos animais e os dados detectados em seu DNA. O objetivo final do trabalho é a formação de rebanhos resistentes.

O exaustivo trabalho de contar carrapatos em milhares de animais já resultou no lançamento de três sumários genômicos para resistência ao carrapato, inéditos no Brasil. Segundo o pesquisador da Embrapa Pecuária Sul que lidera o trabalho, Fernando Cardoso, o objetivo é oferecer ao mercado material genético (bezerros e sêmen) de animais mais resistentes ao carrapato bovino.

Alexandre Caetano destaca o trabalho desenvolvido com carrapatos como um dos exemplos bem-sucedidos das pesquisas em execução pela Rede Genômica Animal. Segundo ele, o amplo conhecimento multidisciplinar da equipe, envolvendo médicos-veterinários, biólogos e zootecnistas, além de especialistas em melhoramento animal, parasitologia e ciências genômicas, foi fundamental para embasar os resultados obtidos.

"Nesse caso, comparamos as informações oriundas de análises estatísticas que correlacionam o genótipo (estrutura genética do animal) com o fenótipo (interação do genótipo com o ambiente) para selecionar animais mais resistentes ao carrapato. Para isso, utilizamos 50 mil marcadores moleculares", explica.

Considerando que 20% das diferenças nas infestações de carrapato são determinadas por fatores de resistência genética, ou seja, passam de pai para filho, a tecnologia oferece aos criadores a possibilidade de formar novos rebanhos com animais resistentes, selecionados a partir das crias dos animais genotipados.

Segundo Caetano, o bom resultado alcançado na identificação de animais resistentes a carrapatos pode ser estendido a outras áreas, como a pecuária leiteira, por exemplo. O gado holandês, número um no ranking mundial da pecuária leiteira, é altamente suscetível a esse parasita.

"Conseguimos comprovar o êxito da prova de conceito e hoje temos uma tecnologia sólida, que pode ser facilmente aplicada a outras cadeias produtivas da bovinocultura no Brasil", recomenda o pesquisador.

Pesquisa em genética molecular na Embrapa Gado de Leite

Foto: Humberto Nicoline

GENES DUPLICADOS

Outro estudo desenvolvido pela Rede Genômica Animal utilizou duas tecnologias de ponta da área de genômica para comprovar a alta incidência de duplicações (genes duplicados) e deleções (genes sem expressão) no genoma de bovinos da raça Nelore, em regiões que afetam características de produção. O estudo, publicado na revista *BMC Genomics*, foi elaborado pela parceria entre o Laboratório Multiusuário de Bioinformática da Embrapa, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Gado de Corte, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Universidade do Estado do Mato Grosso (Unemat).

Segundo o coordenador do estudo, o pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Alexandre Caetano, o avanço das pesquisas na área de genômica e marcadores moleculares nas últimas décadas levou à observação de que muitas regiões do genoma de organismos complexos, como os humanos e os animais de produção, apresentam duplicações e deleções de genes. A alta incidência dessas regiões em todo o genoma estimulou cientistas de vários países a desenvolverem pesquisas para caracterizar as chamadas CNVs (*Copy Number Variations*) e, mais recentemente, detectar seu efeito sobre doenças genéticas e características fenotípicas, como altura, peso, produção de leite etc.

Estudos com humanos levaram à conclusão surpreendente de que mais de 70% do genoma humano apresenta CNVs, ou regiões de duplicação genômica. Caetano explica que essas observações levaram a novas pesquisas para avaliar a possível correlação dessas variações no genoma com doenças genéticas e características produtivas nos animais, entre outras.

Diante da importância da pecuária de corte para a economia brasileira – o País tem hoje o maior rebanho comercial de bovinos do mundo (mais de 200 milhões de cabeças) e ocupa o segundo lugar como maior produtor de carne bovina, atrás apenas dos Estados Unidos – e da raça Nelore nesse contexto, visto que representa mais de 80% do rebanho de gado de corte nacional, os pesquisadores da Embrapa e das universidades decidiram se unir para estudar a fundo as CNVs nessa raça. »

Foto: Eliana César / Embrapa

VANGUARDA NO MÉTODO E NO NÚMERO DE ANIMAIS AVALIADOS

O estudo, iniciado há cerca de dois anos, mapeou pela primeira vez no mundo as CNVs usando uma amostragem ampla da raça Nelore, levando à conclusão de que 64% do genoma desses bovinos apresenta regiões de variações de número de cópias. "Trata-se do mapa de CNVs mais extenso do mundo com bovinos dessa raça", comemora Caetano.

Ele explica que os genótipos de 700 mil marcadores moleculares de 1.700 animais foram analisados, resultando na detecção de aproximadamente 68 mil CNVs. Para comprovar os resultados, o grupo de cientistas sequenciou material genético de oito genearcas (touros que foram importantes para a formação da raça no Brasil), como contraprova. "A sobreposição dos resultados obtidos comprovou a solidez das análises, já que 92% das CNVs foram observadas com os dois métodos", ressalta o pesquisador.

Estudos realizados por outros grupos de pesquisa demonstraram que as variações de número de cópias podem afetar características de produção e qualidade do leite na raça Holandesa. "Esses estudos mostraram que a inclusão de dados de CNVs nos modelos de análise genética pode trazer ganhos de acurácia nas avaliações genômicas e, portanto, impactar as taxas de ganho no melhoramento genético", afirma Caetano.

A equipe brasileira comparou os resultados obtidos no gado holandês com as CNVs observadas no nelore, com um método inovador e inédito na literatura científica mundial até o momento. "Os resultados obtidos identificaram regiões que podem estar sob forte seleção nas duas raças e que possuem regiões do DNA que afetam características de produção e qualidade do leite e carne, conhecidos como QTL (*Quantitative Trait Locus*)". Um total de 47 CNVs foi observado em frequências altas, baixas ou divergentes entre as duas raças, representando assinaturas de seleção que serão avaliadas em estudos futuros, podendo levar à identificação de regiões do genoma que controlam características de importância econômica para a bovinocultura.

As conclusões do estudo mostram que, com base nas análises, é possível afirmar que as CNVs têm impacto nas características de produção dos bovinos da raça Nelore. E mais do que isso: comprovam definitivamente que a inclusão de informações sobre variações de número de cópias nas avaliações genômicas trará avanços para o melhoramento genético da raça.

Segundo Caetano, essas informações poderão ajudar os melhoristas na seleção de material genético. Além disso, futuramente, poderão contribuir em novas pesquisas científicas para identificar genes causadores de doenças ou com impacto na produtividade de carne do nelore, em prol da pecuária de corte no Brasil.

Pesquisador Alexandre Caetano, líder da Rede Genômica Animal

Foto: Claudio Bezerra

Foto: Kéke Barcelos / Embrapa

GENÔMICA PROMOVE SELEÇÃO MAIS VELOZ

Por Rubens Neiva

Dobrar a velocidade do melhoramento genético dos rebanhos leiteiros com custos menores. Isso será possível quando as informações geradas a partir do DNA dos animais forem incorporadas aos programas tradicionais de melhoramento genético. Futuro? Não. Essa é uma realidade presente por meio da "seleção genômica". A tecnologia já foi desenvolvida e será incorporada, em breve, aos programas de melhoramento dos rebanhos bovinos das raças Gir Leiteiro e Girolando.

Mas, para entender o presente, é preciso voltar um pouco no passado: em 2009, a revista *Science* noticiou o sequenciamento do genoma bovino, ação que envolveu cerca de 300 pesquisadores (inclusive da Embrapa) do mundo inteiro. Aquele havia sido um dos maiores feitos da pesquisa em genética molecular no mundo, mas que trouxe uma série de outros desafios. Para o Brasil, o principal deles foi adaptar os conhecimentos gerados pelo sequenciamento às características da pecuária nacional.

O animal objeto do estudo publicado na *Science* foi uma vaca da raça Hereford, que pertence à subespécie *Bos taurus taurus*, de origem europeia, assim como as raças Holandesa, Jersey e Pardo Suíço. Esse sequenciamento representou um importante passo para o entendimento da genética bovina, mas não era uma obra acabada, considerando as grandes diferenças existentes entre as raças.

Nas regiões tropicais, por exemplo, o gado de melhor adaptabilidade é o zebuíno, da subespécie *Bos taurus indicus*. De origem indiana, o zebu inclui as raças Gir, Guzerá, Nelore, Indubrasil, Tabapuã e Sindi, além da raça sintética Girolando, com características genéticas das duas subespécies (o girolando é o resultado do cruzamento do holandês com o gir). "O *Bos taurus indicus* é de grande importância para o Brasil por sua rusticidade e boa adaptação às temperaturas mais elevadas, além de maior resistência a ectoparasitas, como os carrapatos", explica o pesquisador da Embrapa Gado de Leite Marco Antônio Machado, que esteve envolvido no projeto do genoma bovino divulgado pela *Science*. »

A maioria do gado bovino no Brasil é formada pelo Zebu e seus mestiços com raças europeias. "Descobrir as diferenças genéticas entre as raças europeias e indianas é fundamental para os estudos de melhoramento genético dos rebanhos brasileiros", afirma Marcos Vinícius Barbosa da Silva, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, que também participou do projeto internacional de sequenciamento do genoma bovino.

Logo após a divulgação feita pela *Science*, a comunidade científica nacional buscou compreender o genoma do *Bos taurus indicus*. Os esforços de Silva nos estudos do genoma bovino renderam-lhe em 2010 o prêmio *Honor Awards*, conferido pelo United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – equivalente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no Brasil). Silva coordenou o projeto do genoma das raças zebuínas para leite, o primeiro trabalho de sequenciamento realizado totalmente no Brasil, que teve a participação de Machado e das também pesquisadoras da Embrapa Gado de Leite Marta Martins e Maria Gabriela Peixoto. Estiveram envolvidos ainda pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e os Polos de Excelência do Leite e de Genética Bovina (Governo de Minas Gerais).

Os primeiros resultados, divulgados em 2012, mostraram diferenças significativas entre animais taurinos (europeus) e zebuínos em relação a alguns genes de importância econômica. "O sequenciamento do DNA permitiu identificar mais de cinco milhões de **SNPs** específicos para as raças zebuínas", informa Silva.

As pesquisas tiveram como objetivo identificar SNPs vinculados às características de interesse econômico para a pecuária de leite: tolerância a parasitas e ao estresse térmico; produção de sólidos (proteína, gordura e lactose); persistência da lactação etc. Isso reduziu o número de SNPs a serem analisados para cerca de 30 mil, tornando mais objetivos os procedimentos de seleção. O passo seguinte foi desenvolver equações de predição que permitissem identificar os efeitos dos SNPs dos indivíduos e selecioná-los de acordo com os interesses econômicos.

Quando a tecnologia estiver disponível ao produtor, o procedimento para a seleção genômica do bovino ocorrerá da seguinte forma: o produtor retira amostra de tecido biológico do animal (amostra de sangue ou pelo), enviando-a aos laboratórios comerciais credenciados que irão extrair o DNA e realizar a genotipagem para os marcadores de SNP. Com os genótipos em mãos, uma equipe utilizando a tecnologia desenvolvida pela Embrapa Gado de Leite irá proceder às avaliações genômicas. Em seguida, o produtor recebe um relatório com o perfil genético do animal. Com base nesse perfil, ele tomará decisões sobre as estratégias de cruzamento e decidirá se utiliza ou não um touro jovem em programas de teste de progênie, por exemplo.

SEGURANÇA NAS APOSTAS

O melhoramento genético implica selecionar os indivíduos que serão os pais da próxima geração. Isso é algo que o ser humano faz desde o surgimento da pecuária. Até então, a seleção ocorria com base no fenótipo dos animais. Fenótipo são as características observáveis ou mensuráveis, que incluem morfologia, fisiologia e comportamento. Pressupõe-se que um touro dócil e resistente a carrapatos, por exemplo, terá filhas dóceis, com a mesma resistência. Com o desenvolvimento da genética molecular, a ciência passou a relacionar o fenótipo com a constituição genética do animal: o genótipo.

MARCADORES MOLECULARES E SNPs

Os marcadores moleculares são sequências de DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos. Eles têm ampla aplicação em estudos biológicos como avaliação e caracterização de recursos genéticos, estudos de variabilidade e diversidade genética. Especificamente no melhoramento genético animal, os marcadores vêm sendo utilizados na confirmação de pedigrees, estimativas da relação de parentesco entre indivíduos e também na seleção de animais mais produtivos.

O SNP é um tipo de marcador molecular, cuja sigla traduzida para o português significa "polimorfismo de um único nucleotídeo". Esses polimorfismos são as mais frequentes formas de variações genéticas observadas nos genomas dos animais e determinam se um indivíduo será mais ou menos susceptível a alguma doença, por exemplo. Estima-se que o bovino tenha cerca de seis milhões de marcadores moleculares do tipo SNP.

Há grande possibilidade de que uma característica observável, como maior produção de leite, seja um traço genético, que possa ser herdado pelas filhas e potencializado pelo manejo e alimentação do rebanho.

Em um teste de progênie tradicional, para que o criador tenha algum nível de certeza quanto à capacidade de um touro transferir a característica genética de produção de leite com maior teor de sólidos, ele precisa conhecer as filhas desse touro, identificando nelas tal fenótipo. Dessa forma, o touro precisa ser adulto e ter produzido muitas filhas para que se obtenha seu valor genético. Isso implica tempo, que, em melhoramento genético, significa dinheiro. Silva explica: "Pense em um criador que paga cerca de R$ 10.000,00 para colocar um touro em teste de progênie. Pela seleção tradicional, desde que o touro nasce até que se obtenha seu valor genômico por meio da produção das filhas, passaram-se sete anos. Supondo que os resultados das filhas não sejam favoráveis, o criador terá levado um bom tempo para descobrir que seu investimento foi em vão". É uma aposta alta.

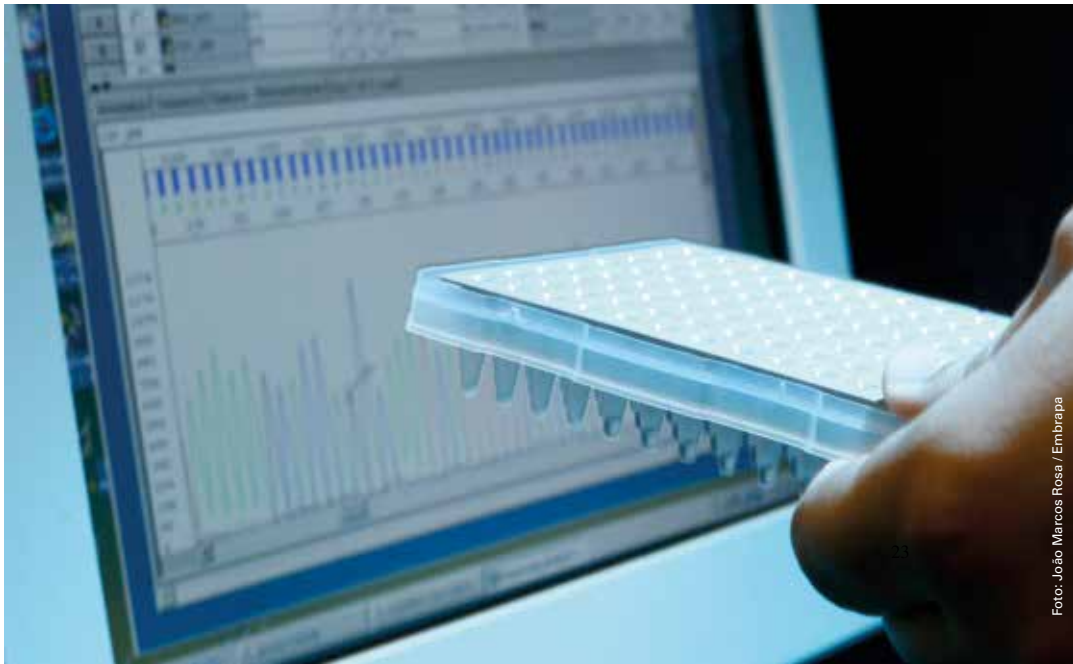
"A seleção genômica vem racionalizar essa aposta, tornando o melhoramento genético um jogo menos arriscado", conclui Machado. Supondo que o criador tenha vários tourinhos com o mesmo grau de parentesco (irmãos completos), caso o criador possua recursos para inscrever apenas um indivíduo para o teste de progênie, como escolher o melhor? A aposta mais segura é conhecer o valor genômico do animal, ranqueando-os de acordo com seu genótipo. Machado completa dizendo que a seleção genômica democratiza as oportunidades do melhoramento genético, na medida em que reduz os custos do processo. O mesmo trabalho que levaria sete anos pode ser feito em apenas dois com maior grau de certeza.

CÉLULAS EMBRIONÁRIAS

A genética molecular também permite que a seleção seja feita antes de o animal nascer. É possível retirar uma pequena amostra (dez células) de um embrião após sete dias da fecundação in vitro (no laboratório) e analisar seu genoma, por meio dessas poucas células. Caso o embrião possua as características desejáveis, ele será transferido para a vaca (barriga de aluguel) que irá desenvolver a gestação. Esse procedimento também economiza tempo e otimiza as barrigas de aluguel, pois a vaca passará a gerar somente os embriões que foram selecionados como os melhores. Na Embrapa Gado de Leite, o pesquisador Luiz Sérgio Camargo, por meio de diferentes estudos, confirmou que o procedimento não prejudica a gestação.

Agora, está-se pesquisando se há concordância genômica entre o bezerro nascido e o material retirado do embrião. "O material genético que retiramos do bezerro é muito maior (cerca de dez mil células) do que aquele coletado do embrião. É possível que haja algumas variações, mas, de maneira geral, espera-se que isso não aconteça", explica Camargo.

A seleção genômica embrionária vem atender um importante nicho de mercado. O Brasil é o maior produtor de embriões bovinos do mundo (cerca de 400 mil embriões por ano). Esse contingente ainda não é selecionado pelo valor genômico. Quando isso ocorrer, haverá maior confiabilidade dos produtos, acarretando maior velocidade do melhoramento genético dos rebanhos. Aliás, velocidade é a nova tônica no processo de seleção genética. Pelo método tradicional, Silva estima que o ganho genético com o processo de melhoramento seja de até 2% por ano. A revolução que a genética molecular implementou, associada à evolução dos métodos estatísticos e à introdução de modelos computacionais ao processo, irá mais do que dobrar esse ganho. »



Etapa da seleção genética

Foto: João Marcos Rosa / Embrapa

MELHORAMENTO GENÉTICO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS ALCANÇA EXCELÊNCIA NO BRASIL

O Brasil é o país que mais investe em programas de melhoramento do gado zebu no mundo. "Se levarmos em conta somente a pecuária de leite, podemos considerar que nossos programas de melhoramento para as raças zebuínas são tão evoluídos quanto os dos Estados Unidos, Canadá e Europa são para as raças europeias", diz o pesquisador licenciado da Embrapa Gado de Leite, presidente da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Rui Verneque.

As ações de melhoramento genético no Brasil remontam ao início do século passado, mas foi a partir de 1983 que ganharam impulso. Naquele ano, a diretoria da Associação Brasileira dos Criadores do Gir Leiteiro (ABCGIL) procurou a Embrapa Gado de Leite para discutir um plano que levasse ao melhoramento genético da raça representada por ela. Os trabalhos começaram em 1985, quando foram escolhidos oito touros para constituir o primeiro grupo a ser testado. Nascia então o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL).

O resultado do teste de progênie do primeiro grupo de touros gir leiteiro ocorreu em 1993. De lá para cá, contam-se 24 anos ininterruptos de divulgação do resultado do teste de progênie de touros dessa raça, que ocorre anualmente durante a Expozebu, em Uberaba (MG).

O PNMGL evoluiu juntamente com a necessidade dos criadores, da indústria e com os novos métodos científicos disponíveis. No início, a seleção primava apenas pela produção de leite e gordura. Em 1994, passou a incluir as características lineares, ou seja, aspectos funcionais dos animais ligados à conformação e ao manejo (altura da garupa, pernas, ângulo dos cascos, conformação do úbere etc.). Em 1999, num momento em que pouco se falava em pagamento por sólidos no leite, a seleção agregou a composição da bebida (gordura, proteína e lactose e sólidos totais).

Em 2004, a genética molecular passou a fazer parte dos trabalhos, identificando aspectos da proteína ligados à produção e ao rendimento do queijo. Três anos depois, foi feito o primeiro estudo de associação de marcadores moleculares de composição e produção do leite. A partir de 2010, começaram a ser realizadas provas preliminares para a identificação dos touros que irão compor as novas baterias dos testes de progênie. O objetivo foi aperfeiçoar o processo de escolha dos touros, avaliando aspectos como produção e qualidade do sêmen. A expectativa é que, a partir deste ano, a seleção genômica seja incorporada ao Programa.

Segundo Verneque, a evolução da raça Gir é parte significativa da revolução alcançada pela pecuária de leite no Brasil.

Foto: Zineb Benchekhou / Embrapa

Seu melhoramento genético coincide com o sensível aumento da produção e da produtividade de leite pelos quais o País passou nos últimos anos. Em 1985, foram produzidos 12,5 bilhões de litros de leite. Em 2016, estima-se que a produção tenha ficado em torno de 35 bilhões de litros.

O sucesso do gir leiteiro se expandiu para outras raças. A Embrapa Gado de Leite, em parceria com outras instituições, está envolvida em programas de melhoramento genético das raças Guzerá, Girolando e Sindi. O Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para Leite, por exemplo, completou 22 anos e é o segundo mais antigo do Brasil. O teste de progênie da raça Girolando, também de grande sucesso, começou a ser realizado em 1997. No ano de 2007, foi implantado o Programa de Melhoramento Genético do Girolando (PMGG). Segundo Silva, os resultados são impressionantes: "Atualmente, a raça Girolando é a que mais cresce em produção de sêmen no Brasil, chegando à marca de 641.360 doses produzidas em 2015, o que representa um aumento de mais que 70% em relação ao ano de 2013".

Outro dado que Silva ressalta é o crescente aumento na produção de leite das vacas Girolando, considerando as três primeiras lactações. Enquanto em 2000, a produção era de 3.703 kg em até 305 dias no ano, em 2014 a produção passou a ser de 5.220 kg no mesmo período. Isso representa um incremento de 41% na produção leiteira. Graças a esses programas, o Brasil se transformou em exportador de genética bovina para países com condições climáticas semelhantes às brasileiras. »

TÉCNICAS COMPARADAS

Alguns países já abandonaram os programas de melhoramento genéticos tradicionais, investindo na seleção genômica. O Brasil também caminha para isso. As vantagens da seleção genômica em relação à tradicional incluem menor custo dos procedimentos e rapidez nos resultados (leia também box na página 29).

MELHORAMENTO TRADICIONAL

No melhoramento tradicional, por meio do teste de progênie, os indivíduos são comparados com base na produção de leite das filhas:

- O criador seleciona o touro que ele acredita ser o melhor.
- O touro é submetido a um pré-teste durante cinco meses, quando alguns critérios como a produção e a qualidade do sêmen são avaliados.
- Aprovado no pré-teste, o touro é inserido no teste de progênie propriamente dito.
- Vacas de várias fazendas, que participam do programa, são inseminadas com o sêmen desse touro.
- As filhas do touro nascem, crescem, se reproduzem e começam a produzir leite.
- Ao final da lactação, tem-se a produção da vaca.
- As informações de interesse econômico coletadas durante este processo serão publicadas em um sumário, em que o touro será ranqueado.

SELEÇÃO GENÔMICA

No melhoramento por meio da seleção genômica, os animais são avaliados pela informação genética contida no DNA:

- O criador seleciona o touro que ele acredita ser o melhor.
- Uma mostra do material genético do touro (sangue) é coletada e enviada ao laboratório credenciado.
- O criador recebe o valor genômico do touro (uma espécie de perfil genético do animal). De posse dessa informação, ele pode ou não inserir o touro em um programa de melhoramento.
- Obs: A seleção genômica também pode ser feita com fêmeas e embriões.

UMA LUPA PARA ENCONTRAR TOUROS MAIS RESISTENTES AO CARRAPATO

Por Fernando Goss

A genômica pode ser um caminho mais rápido para o melhoramento animal de características em que as ferramentas tradicionais não são eficazes, principalmente pela baixa herdabilidade, custo elevado e/ou demora para obtenção de informações, possibilitando ao setor produtivo formar rebanhos mais produtivos em menor tempo. A seleção de bovinos mais resistentes ao carrapato, um ectoparasita responsável por grandes perdas na pecuária, especialmente na região Sul do País, é um exemplo de como a biologia molecular pode contribuir com o melhoramento genético dos animais. Por meio da genômica, a Embrapa está identificando touros de raças taurinas mais resistentes ao carrapato, com o objetivo de criar linhagens de animais com essa característica.

Foto: Manuela Bergamim

Num primeiro trabalho, pesquisadores no Rio Grande do Sul analisaram mais de três mil animais das raças Hereford e Braford com o objetivo de identificar os indivíduos com fatores genéticos que os tornam menos suscetíveis ao carrapato. Realizado pela Embrapa Pecuária Sul e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em parceria com a associação de produtores Conexão Delta G e com a empresa GenSys, e com o apoio da Associação Brasileira de Hereford e Braford, o trabalho utilizou informações de milhares de marcadores moleculares para identificar animais mais resistentes ao ectoparasita. A pesquisa possibilita também com uso de marcadores moleculares prever a transmissão de genes associados ao mecanismo de resistência que, a partir de uma equação, pode ser aplicada na seleção de animais das mesmas raças.

Liderado pelo pesquisador da Embrapa Pecuária Sul Fernando Flores Cardoso, o trabalho resultou na elaboração e na publicação em 2012 de um sumário com os touros analisados mais resistentes ao carrapato, documento que pode ser considerado como o primeiro do mundo nessa área. Uma terceira edição do sumário, com informações de 3.750 touros foi lançado em setembro de 2016, na última Expointer, em Esteio (RS). Além da resistência ao carrapato, foram incorporadas na publicação novas características, como a pigmentação ocular (um dos fatores capazes de causar câncer nos animais), o tipo de pelagem e a caracterização racial. Para essa edição do sumário, foram considerados dados de 12.513 contagens de carrapatos em 5.252 animais.

Segundo Cardoso, na condução do trabalho, os touros passaram por genotipagem de marcadores moleculares do tipo SNP (ver box na página 22), por meio de painéis de alta densidade. Os SNPs podem estar associados a um polimorfismo do gene relacionado a características de difícil mensuração. Paralelamente à genotipagem, foram realizadas até três contagens de carrapatos nos animais. Os dados, juntamente com informações de pedigree, resultaram na atribuição de valores genômicos, em forma de DEPG (Diferença Esperada na Progênie aprimorada pela Genômica) para resistência ao carrapato. Esse indicador prediz com maior precisão a habilidade de transmissão genética de cada animal, conforme a característica buscada.

Além da publicação do sumário, a pesquisa gerou outro resultado importante: a elaboração de uma equação que pode ser aplicada em outros animais das mesmas raças que foram inicialmente avaliadas. A equação de predição de valores genéticos é uma ferramenta que possibilita a identificação de animais geneticamente mais resistentes sem a necessidade de coletar informações sobre contagem de carrapato, ou seja, o fenótipo ajudando os produtores a selecionar touros reprodutores que tenham mais resistência ao parasita, possibilitando a formação de linhagens menos suscetíveis. “Essa equação em breve estará disponível para os produtores. A Embrapa está estudando modelos de negócio para disponibilizar no mercado e será mais uma ferramenta que o pecuarista terá para melhorar seu rebanho”, ressalta Fernando Cardoso.

Concluído esse primeiro trabalho, pesquisadores das áreas de melhoramento animal e sanidade da Embrapa »

Fotos: Manuela Bergamim

Contagem manual de carrapatos na Embrapa Pecuária Sul

Pecuária Sul iniciaram um novo projeto, o Sanigene. Além de dar continuidade à seleção para diminuir a suscetibilidade dos animais ao carrapato, a pesquisa está aplicando a seleção genômica para avaliar animais resistentes a outros problemas de sanidade que afetam os bovinos. Entre os objetivos está a busca, por exemplo, de mecanismos de resistência e o desenvolvimento de testes genômicos para selecionar bovinos de raças taurinas puras e cruzadas com zebuínos mais resistentes à tristeza parasitária bovina (TPB), cujos agentes transmissores são passados aos animais pelo carrapato, à ceratoconjuntivite e ao carcinoma ocular.

"São doenças que causam muitas perdas econômicas para os produtores, especialmente quem cria raças taurinas. Mantendo linhagens mais resistentes a esses problemas, é possível aumentar a rentabilidade da pecuária e diminuir a presença de resíduos químicos na carne com a redução do uso de medicamentos", explica Cardoso. Além das raças Hereford e Braford, o projeto também está avaliando animais angus e brangus e conta com a parceria das associações de criadores dessas raças.

PREJUÍZOS

Estudos apontam que o carrapato causa um prejuízo superior a 3,2 bilhões de dólares para a pecuária brasileira por ano. Uma das responsáveis por essas perdas é a tristeza parasitária bovina (TPB) que é causada por hemoparasitas transmitidos pelo carrapato. Além disso, a doença leva à perda de peso nos animais, baixa conversão alimentar, redução na produção de leite, perdas na qualidade do couro, toxicoses, lesões de pele que favorecem a ocorrência de miíases e anemia.

No Sul, a incidência da TPB é maior que em outras regiões

do País, principalmente em decorrência do clima. Isso ocorre porque em temperaturas muito baixas, como as do Sul, a população de carrapatos diminui consideravelmente nos campos. Isso faz com que se abra uma janela na imunização natural dos bovinos. “Sem contato com o carrapato, os bovinos não desenvolvem mecanismos de imunidade contra os agentes que causam a doença. Com isso, aumentam os surtos de TPB nos períodos mais quentes levando à morte vários animais”, explica a pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul Claudia Gulias Gomes.

Outro problema apontado pela cientista é o aumento da resistência dos carrapatos aos antiparasitários disponíveis no mercado. Há mais de uma década, não é lançado um princípio ativo para seu combate. Por seleção natural, sobrevivem os parasitas que não são afetados pelos medicamentos, criando linhagens resistentes aos produtos disponíveis. “Os relatos em relação à resistência têm crescido nos últimos anos e a tendência é que aumente a população de carrapatos não afetados pelos medicamentos existentes”, complementa Gomes.

Nesse sentido, a seleção genômica pode ser o diferencial para o melhoramento dos rebanhos. Com a formação de linhagens mais resistentes ao parasita, é possível diminuir as perdas econômicas, bem como o uso de medicamentos. “A seleção de reprodutores mais resistentes se mostra uma excelente alternativa para quem busca animais mais adaptados e produtivos para formação de rebanhos competitivos em regiões de maior infestação dos campos e com menor dependência de uso de carrapaticidas químicos”, ressalta Cardoso. »

Ilustração: iStock / Embrapa

VANTAGENS DA SELEÇÃO GENÔMICA

A utilização da genômica para o melhoramento animal é voltada principalmente para características de importância econômica de mensuração cara e/ou tardia. De acordo com a pesquisadora da Embrapa Bruna Sollero, as ferramentas tradicionais são eficazes para melhorar aspectos mais facilmente transmitidos pelos pais para seus descendentes. “Características como maior ganho de peso, precocidade e crescimento, entre outras, podem ser buscadas com informações disponíveis, como parentesco e avaliações de fenótipos, o que é observado no reprodutor”, diz. Por outro lado, a biologia molecular permite atingir ganhos relacionados a questões que não são facilmente identificadas e, por isso, apesar de alta importância produtiva e econômica, não tem sido melhorada com uso de processos tradicionais.

Segundo Fernando Cardoso, as possibilidades de utilização de marcadores moleculares para o melhoramento são muito grandes, principalmente por ser uma tecnologia relativamente nova. O uso da genômica foi intensificado depois da publicação do sequenciamento genético de bovinos, em 2009. Com isso, a disponibilidade de painéis de SNP aumentou, e o preço para a aquisição caiu. Houve também um incremento no número de informações nos painéis, sendo que atualmente existem no mercado equipamentos capazes de analisar mais de um milhão de polimorfismos de base única, que são diferenças encontradas no genoma entre animais e que podem estar relacionadas a determinadas características.

A exemplo da área de sanidade, Cardoso aponta que um dos pontos que estão sendo focados com a seleção genômica é desenvolver linhagens de animais mais produtivos. Ou seja, aumentar a eficiência alimentar dos animais, que vão precisar de menos comida e menos tempo no ciclo de produção. “Um dos efeitos desse tipo de trabalho é diminuir a emissão de metano pelo uso de animais mais eficientes, dando maior sustentabilidade para a pecuária nacional”, lembra o pesquisador. Cardoso acredita que, além de melhorar a renda do produtor, diminuir a emissão de gases que provocam o efeito estufa vai ajudar a melhorar a imagem da atividade, principalmente no exterior.

AGREGANDO VALOR À CARNE

Por Dalízia Aguiar

Tradicionalmente, a seleção de um rebanho é feita com base em Diferenças Esperadas das Progênies (DEPs) de um animal. DEP é a capacidade de um indivíduo transmitir a seus descendentes genes que afetarão o desempenho em determinada característica. Os melhoristas da Embrapa pretendem incrementar e acelerar o processo tradicional por meio dos valores genômicos, utilizando marcadores moleculares de alta densidade espalhados no genoma bovino.

"É como se fosse uma estrada muito bem sinalizada. Os marcadores são como placas que sinalizam pontos-chave no DNA", exemplifica o pesquisador Luiz Otávio Campos da Silva da Embrapa Gado de Corte (MS), líder do projeto denominado MaxiBife, executado em rede. "Quando os indivíduos são mais aparentados, espera-se que tenham genética mais semelhante entre eles que os não aparentados. Com a genômica vamos determinar ainda mais quais são essas semelhanças", complementa.

As raças de corte Hereford, Braford, Brangus, Caracu, Senepol, Angus, Charolês, Canchim e Nelore são o alvo dos pesquisadores e para isso são coletados diversos fenótipos dos animais, dependendo da raça avaliada. "Por exemplo, resistência ao carrapato, características produtivas e reprodutivas em hereford e braford; temperamento e defeitos genéticos em brangus; características reprodutivas masculinas, qualidade de carne, qualidade de carcaça, produtividade e eficiência alimentar em nelore; qualidade de carne e carcaça, produtividade e características raciais em canchim; características de funcionalidade em senepol; dentre outras", enumera a especialista em genética Fabiane Siqueira. A pesquisadora da Embrapa Gado de Corte coleta material biológico e extrai DNA de animais da raça Canchim, participantes de Provas Anuais de Avaliação de Desempenho, com o intuito de ampliar as informações fenotípicas para genotipagem estratégica e aplicação em estudos de associação e seleção genômica.

Os pesquisadores estão trabalhando para incorporar a seleção genômica na rotina de programas de melhoramento genético de bovinos de corte. "É preciso viabilizar a aplicação da seleção genômica em larga escala, tornando a tecnologia comercialmente acessível ao criador. Assim, o produtor vai se beneficiar a um custo acessível e compatível com a tecnologia, podendo selecionar touros com melhores avaliações genéticas genômicas em idades mais jovens e com uma confiança maior", afirma Siqueira.

Foto: Dalízia Aguiar

MONITORAMENTO ELETRÔNICO

Por meio de uma estrutura automatizada, formada por cochos eletrônicos e estações de pesagem conectados 24 horas em tempo real com computadores, a equipe de melhoramento genético da Embrapa pretende identificar quais animais possuem uma melhor conversão alimentar com base na genômica. Entre as vantagens, enumera-se: identificação de 'touros-destaque' da safra; geração de dados dos pais, a partir de seus filhos; redução do custo de produção ao se utilizar a eficiência alimentar na seleção.

A eficiência alimentar é uma característica prática, mas é preciso alto investimento para obtê-la. Assim a genômica possibilitará estimativas com maior precisão. "Ao invés de o

produtor enviar um animal para uma prova de desempenho, ele pode 'genotipar' o seu lote (fazer a caracterização genética), saber quais animais serão eficientes e pré-selecioná-los para uma prova ou, simplesmente, utilizá-los na fazenda. A decisão estará em suas mãos e quem fizer seleção com seriedade se destacará", prevê Roberto Torres Junior, pesquisador em genética-quantitativa.

Os cochos geram dados de consumo e comportamento alimentar com mais confiabilidade e acurácia. Segundo o nutricionista animal da Empresa Rodrigo da Costa Gomes, os equipamentos possuem comedouros apoiados sobre uma balança, que registra, eletronicamente, o total de alimento consumido por animal, individualmente. A presença do touro é identificada por meio de um chip, implantado na orelha, detectado pela antena presente no cocho a cada aproximação para se alimentar. Já as estações de pesagem produzem dados de peso-vivo e ingestão alimentar. Elas são ligadas aos bebedouros e todas as vezes que os animais chegam, eles são pesados. "Cada experimento dura 56 dias efetivos em confinamento, com dois períodos de adaptação de 14 dias, com medição diária e ininterrupta, e custo diário ao redor de mil reais por animal", conta Gomes. A proposta é realizar três baterias de experimento por ano até 2018.

A Embrapa desenvolve estudos sobre conversão alimentar animal desde a década de 1970, porém é inédita a utilização dessas ferramentas. "É a primeira vez que pesquisamos eficiência alimentar em larga escala, graças ao avanço tecnológico. A eficiência é a relação entre o que o indivíduo consome e o seu posterior ganho de peso. É medir quanto o animal converteu do alimento ingerido em carne. Medi-la requer investimento, equipamento e recursos humanos especializados", ressalta Silva. Em um futuro breve, a eficiência alimentar será um índice presente no sumário de touros das raças do Programa Embrapa de Melhoramento Animal, ao lado de outras avaliações já presentes, como marmoreio e área de olho de lombo.

Essa ação do projeto é coordenada pelo especialista em melhoramento animal, Marcos Jun Iti Yokoo, da Embrapa Pecuária Sul, e integrante da rede MaxiBife, que desde 2013 visa maximizar o ganho genético animal bovino. A iniciativa reúne mais de 60 pesquisadores da Embrapa e instituições parceiras. »

MAIS COMPETITIVIDADE NA SUINOCULTURA

Por Monalisa Leal Pereira

Identificar e selecionar os melhores animais, proporcionando ganhos econômicos relativos à produtividade e à qualidade da carne, tem sido o objetivo principal de empresas de genética e de pesquisa nos últimos anos, que encontraram na seleção genômica uma metodologia com grande potencial.

Associada ao melhoramento genético tradicional, a técnica estima o efeito de marcadores genéticos, como os SNPs (ver box na página 22), e os agrupa em um modelo matemático, gerando o valor genômico dos animais. "Aliar a técnica ao programa tradicional contribui para que a seleção de animais fique mais acurada, garantindo que aqueles com maior valor genético sejam selecionados. Com isso é possível aumentar a competitividade dos programas nacionais de melhoramento de suínos", enfatiza a pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves Mônica Corrêa Ledur, que lidera projeto em parceria com a empresa Brazil Foods (BRF) desde 2010, vinculado à Rede Genômica Animal da Embrapa.

O projeto alia a genética molecular – que estuda a estrutura e a função dos genes em termos molecular – à genética quantitativa – parte da genética que se dedica às características quantitativas, como as relacionadas à produtividade, enfatizando sua herança e os componentes determinantes de sua variação. Dessa forma, é possível estabelecer procedimentos e metodologias para identificar genes ou marcadores que influem nas características produtivas dos suínos por meio da genotipagem de SNPs em grande escala. De acordo com a pesquisadora, mesmo utilizando metodologias tradicionais de genética quantitativa, tais programas têm alcançado ganhos significativos em fatores de grande impacto econômico, como, por exemplo, a conversão alimentar.

A vantagem da técnica está justamente no aumento do ganho genético dos animais por meio de uma seleção bem rigorosa, o que desencadeia a obtenção de animais cada vez mais eficientes para a produção de carne de qualidade. As metodologias dos projetos preconizam o uso de grandes populações de linhas puras pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Suínos da BRF. Em um dos experimentos, foram utilizados dois mil animais das linhas machos Pietrain e Large White, com 13 e 14 gerações de pedigree, respectivamente.

De acordo com a pesquisadora, os estudos desenvolvidos nas linhas macho se referem à idade aos 100 quilos, espessura de toucinho aos 100 quilos, conversão alimentar, peso ao nascimento, peso ao desmame, profundidade de músculo, área de olho de lombo, pH do lombo e do pernil, e cor do lombo e do pernil. Já nas linhas fêmeas, são melhoradas principalmente as características reprodutivas.

O programa de melhoramento apresenta um grande banco de dados em que estão armazenadas milhares de informações de desempenho, carcaça e reprodução, bem como de pedigree e DNA. Além da melhoria dos aspectos, pesquisadores da equipe também estão identificando genes que podem estar envolvidos em anomalias hereditárias, como hérnias escrotais e umbilicais e criptorquidismo (falhas no deslocamento dos testículos da cavidade abdominal para o escroto). Esses problemas causam grandes perdas econômicas para indústria e também afetam negativamente o bem-estar dos animais.

Ledur destaca que a geração correta dos dados moleculares, no início dos trabalhos, é o que garante o sucesso da metodologia: "Na coleta de material, que pode ser de tecido muscular, sangue ou pelo, a identificação de cada animal tem que ser precisa. Outro passo importante é a extração do DNA das

células". Por fim, a genotipagem que é a leitura dos marcadores presentes no DNA deve ser precisa e gerar informações de qualidade.

No projeto, a genotipagem em grande escala dos animais é realizada utilizando o painel Porcine SNP60 BeadChip, com capacidade de avaliação de 60 mil marcadores moleculares posicionados ao longo do genoma dos suínos. Esse equipamento foi desenvolvido com base no sequenciamento de animais das raças Duroc, Landrace, Large White, Pietrain e suíno selvagem pelo Swine Genome Sequencing Consortium. Após o desenvolvimento das metodologias, as seleções tradicional e genômica (contendo a informação do painel de SNPs) são comparadas por meio de simulação e também na população real, pela classificação dos melhores animais e pelos ganhos genéticos esperados entre as estratégias.

O grande desafio da equipe está justamente no desenvolvimento de formas viáveis para o uso das metodologias. "Queremos que o nosso conhecimento favoreça a diminuição de custos das metodologias, que são muito caras, e possam chegar de maneira mais acessível para o produtor", reforça a pesquisadora.

A seleção genômica é uma tendência forte para que os programas nacionais de melhoramento genético de suínos permaneçam competitivos em relação aos internacionais. Para isso a pesquisadora aponta o esforço conjunto de instituições de pesquisa para viabilizar a utilização das técnicas que estão na fronteira do conhecimento, tanto das áreas de genômica quanto da bioinformática e da genética quantitativa.

Esse projeto de pesquisa conta com o envolvimento da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Fundação Arthur Bernardes (Funarbe), Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

CONVERSÃO ALIMENTAR

A conversão alimentar é a razão entre o consumo de alimentos e o ganho de peso, sendo uma das características mais importantes para a eficiência produtiva, pois a alimentação representa mais de 70% do custo de produção. Para visualizar esses ganhos ao longo das gerações, em 1990 a média de conversão dos suínos era de 2,62 e no ano 2000 essa média caiu para 2,29, de acordo com os dados da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS). Isso significa que em uma década, o animal deixou de consumir 33 gramas de alimento para produzir um quilo de peso vivo.

Foto: Jairo Backes

MELHORAMENTO ACELERADO DE CAPRINOS E OVINOS

Por Adilson Nóbrega

Nos chamados pequenos ruminantes (caprinos e ovinos), o uso da genômica em pesquisas está trazendo novas perspectivas para as cadeias produtivas, com a possibilidade de aplicação de resultados em ações de melhoramento genético animal. As técnicas podem facilitar a identificação de animais classificados cientificamente como "superiores" – com potencialidade genética para características de importância econômica, como a produção e a qualidade do leite, a melhor resistência a verminoses ou a preservação de padrões típicos de raças.

No âmbito da Rede Genômica Animal, as ações de seleção genômica em caprinos leiteiros são coordenadas pela pesquisadora Ana Maria Lôbo, da Embrapa Caprinos e Ovinos (CE). Por meio da seleção genômica, a pesquisa pretende identificar valores genéticos que indiquem a tendência de transmissão de características relacionadas ao leite. Os trabalhos fazem parte do Programa de Melhoramento Genético de Caprinos Leiteiros (Capragene) da Embrapa.

Segundo Ana Lôbo, a vantagem da genômica é reduzir o tempo de avaliação dos reprodutores e garantir uma melhor acurácia das estimativas dos valores genéticos. O chamado valor genético (do inglês *breeding value* – BV) de um reprodutor para produção de leite é estimado por meio da futura produção de leite das suas filhas, avaliada por meio do teste de progênie. "Esse processo muitas vezes é demorado, uma vez que é necessário esperar o encerramento da primeira lactação das filhas do reprodutor em teste", explica a pesquisadora.

"Poderemos reduzir esse intervalo de geração e selecionar animais jovens, já prevendo o fenótipo de suas filhas, para os acasalamentos ou para disponibilizar doses de sêmen, disponíveis para aquisição dos criadores para inseminação artificial e multiplicação desse material genético testado superior", completa. A expectativa é que as informações sobre esse potencial genético estejam presentes em sumários relativos aos rebanhos do Capragene nos próximos meses. A cientista ressalta que o sêmen desses reprodutores identificados estará disponível a qualquer produtor interessado, mesmo que não seja integrante do Programa.

Foto: Adilson Nóbrega

GANHOS NA FERTILIDADE DO REBANHO

Em outra linha de trabalho, o pesquisador Kleibe Moraes lidera ações que pretendem identificar genes associados à presença de chifres e a uma anomalia chamada criptorquidismo (falha na descida dos testículos dos animais machos para o saco escrotal) em uma das raças de ovinos mais adaptadas à região do Semiárido, a Morada Nova. Segundo Moraes, a demanda por estudos sobre essas características partiu da interação entre as equipes da Embrapa e os produtores da Associação Brasileiras dos Criadores da Raça de Ovinos Morada Nova (Abmova).

"Os produtores têm muito apreço pelo padrão racial dos ovinos dessa raça. Para serem registrados na Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (Arco), uma condição essencial para que os animais participem de exposições é que eles não apresentem chifres. Há algum tempo os criadores vêm cobrando uma solução tecnológica que pudesse evitar crias com chifres na raça", ressalta o pesquisador. O criptorquidismo, por sua vez, resulta em infertilidade dos machos da raça, pois a característica prejudica a produção de espermatozoides, que depende de temperatura um pouco abaixo da temperatura corporal. Animais com esta anomalia costumam ser descartados pelos produtores.

As duas características, chifres e criptorquidismo, somadas, chegam a atingir 20% dos machos nos rebanhos da raça Morada Nova na Embrapa, um percentual próximo ao que se verifica nos rebanhos dos criadores. "Isso prejudica a seleção de animais para melhoramento genético, pois é preciso uma certa quantidade de reprodutores para evitar endogamia (acasalamento com animais parentes, que pode resultar na redução do desempenho e no aparecimento de anomalias genéticas). Se temos 50 machos aptos para serem avaliados em seleção, após o descarte por essas características, restariam apenas 40", destaca Moraes. »

Foto: Marcelino Ribeiro

Como não há um rebanho numeroso no Brasil, esse risco de endogamia pode provocar até mesmo o risco de extinção da raça.

Com o uso da metodologia de Estudos de Associação Ampla do Genoma (do inglês *Genome-Wide Association Study* – GWAS) para a genotipagem e a associação de diferenças nos DNAs dos animais dos rebanhos, a pesquisa busca detectar se essas diferenças são responsáveis por características específicas. "Se identificarmos esses traços genéticos em potenciais reprodutores, podemos descartá-los e, também, direcionar os acasalamentos de modo a evitar que outros machos nasçam com chifres ou com criptorquidismo. Podemos também distinguir se há alguma fêmea que possa transmitir essa característica e descartá-la", complementa.

A Embrapa possui um banco de dados com a genotipagem de 184 animais da raça Morada Nova e, segundo Moraes, já existe uma grande possibilidade de, em um futuro próximo, os criadores também terem sumários da raça com informações sobre genótipos dos animais, para saber quais características genéticas um animal reprodutor dos rebanhos pode transmitir.

RESISTÊNCIA À VERMINOSE

A ação liderada pelo pesquisador Jomar Monteiro está em desenvolvimento e busca identificar, em caprinos, genes associados à resistência a verminoses gastrointestinais. As parasitoses são um dos maiores problemas de sanidade animal na criação de caprinos e ovinos em todo o mundo, pois as infecções causadas por nematoides, especialmente *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus colubriformes*, causam redução do consumo de alimentos, anemia, perda de peso, diminuição do potencial reprodutivo e até a morte.

Alguns animais, porém, apresentam variabilidade genética diante dos nematoides: isso se evidencia por apresentarem, no mesmo ambiente e submetidos ao mesmo manejo, graus de infecção diferentes. Diante desses indícios, a Embrapa iniciou, em 2012, pesquisas voltadas para avaliar animais descendentes de cruzamentos entre as raças anglonubiana, uma das mais resistentes ao parasita *Haemonchus contortus*, e Saanen, uma das mais suscetíveis ao verme.

Inicialmente foram realizados cruzamentos entre essas duas raças, resultando em uma primeira geração de animais (F1). Em seguida, foram feitos novos cruzamentos para se chegar a uma segunda geração (F2). A partir dessa, foram selecionados animais infectados pelo parasita com características extremas: os de grande resistência e de grande suscetibilidade, para avaliar os tecidos de órgãos que estiveram em contato com o verme e fazer o sequenciamento de RNA, com intuito de identificar os genes candidatos à resistência.

"A vantagem da genômica é poder obter esses dados em um período de tempo muito curto. É possível avaliar mais de 20 mil genes em funcionamento em um período em que, se utilizássemos a técnica convencional, analisaríamos no máximo dez genes de cada vez", destaca Monteiro. Uma vez identificados possíveis marcadores no rebanho experimental da Embrapa, novos testes serão feitos em outros rebanhos, para validação dos resultados. "Assim, avaliaremos se esses marcadores continuam associados à resistência contra a hemoncose [infecção pelo *Haemonchus contortus*] em uma população independente de animais. Em caso afirmativo, esses dados podem gerar subsídios para programas de melhoramento genético", reforça o pesquisador.

Existe a expectativa de que a identificação de marcadores associados à resistência à hemoncose permita a seleção de animais resistentes e a redução dos impactos da infecção e das despesas com medicamentos anti-helmínticos. As informações geradas por essa pesquisa também poderão subsidiar futuros estudos para o desenvolvimento de terapias e identificação de novos alvos para medicamentos. »

Foto: Adilson Nóbrega

REVELANDO O CÓDIGO DOS PEIXES BRASILEIROS

Por Clenio Araujo e Fabio Reynol

A piscicultura brasileira está prestes a ganhar uma importante ferramenta para seu manejo e melhoramento genético. A pesquisa nacional está finalizando o sequenciamento do genoma dos dois peixes nativos mais produzidos no Brasil: o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a cachara da Amazônia (*Pseudoplatystoma punctifer*), conhecida também como surubim. O trabalho é realizado no âmbito da Rede Genômica Animal coordenada pela Embrapa e que reúne instituições de pesquisa de todo o País. O genoma é o conjunto de informações genéticas codificadas no DNA de um organismo, dentre as quais estão os genes que afetam características de interesse produtivo, como qualidade da carne e ganho de peso, por exemplo.

Além da relevância para a cadeia produtiva, o sequenciamento do genoma do tambaqui e da cachara será bastante importante também para pesquisas científicas em diversas áreas, uma vez que essas espécies são representativas de duas diferentes ordens: a dos Characiformes, que agrupa peixes de escama, entre eles o tambaqui, e a dos Siluriformes, que reúne os bagres, grupo de peixes de couro que inclui a cachara e o pintado. A abrangência dos resultados permitirá que os genomas sequenciados sirvam de referência para estudos de outras espécies semelhantes pertencentes às duas ordens.

"Precisamos dar saltos tecnológicos para aumentar a produtividade do tambaqui e da cachara em sistemas de produção em cativeiro e as ferramentas genômicas vão auxiliar no alcance desse objetivo", acredita o biólogo Eduardo de Sousa Varela, da área de genética da Embrapa Pesca e Aquicultura, que participa do trabalho de sequenciamento dos peixes.

Para os piscicultores, o conhecimento do genoma poderá trazer avanços importantes no manejo genético dos plantéis de matrizes das duas espécies. Devido à falta de boas ferramentas e processos adequados para controle genealógico de reprodutores, os produtores de alevinos podem frequentemente efetuar acasalamentos entre peixes aparentados, e consequentemente gerar animais com deformações e baixa performance produtiva, entre outros problemas genéticos. "As informações que estão sendo mineradas pela equipe serão inicialmente utilizadas para gerar ferramentas moleculares para aprimorar o manejo genético dos plantéis de reprodutores das propriedades que trabalham com essas espécies", explica Alexandre Rodrigues Caetano, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e coordenador da Rede Genômica Animal.

Com uma futura análise genética subsidiada pelos genomas sequenciados, será possível detectar a relação parental entre os animais e recomendar ao produtor os melhores casais a serem formados, favorecendo o distanciamento genético entre as matrizes e as características dos animais que são almejadas. "Com as informações que estão sendo geradas, além de organizar cruzamentos, o melhoramento genético dos peixes poderá em um futuro breve utilizar métodos avançados, como a seleção genômica, para gerar linhagens mais produtivas e adaptadas aos sistemas de produção em cativeiro", informa Caetano.

Outro foco dos trabalhos em execução pela equipe é o desenvolvimento de ferramentas robustas para identificação de híbridos. Em condições de cativeiro, é comum o cruzamento de espécies diferentes gerando os chamados híbridos interespecíficos. Essa prática ocorre especialmente entre surubins: cacharas podem ser cruzadas com pintados, ou com jundiás-da-amazônia; e entre peixes redondos: cruzamentos entre tambaquis e caranhas ou tambaquis e pacus. Os resultados dessas uniões, pintacharas e tambacus, por exemplo, têm sido amplamente utilizados para engorda e abate no setor produtivo, e excepcionalmente podem ser usados como matrizes por alguns produtores, já que são férteis. A cada nova geração, fica mais difícil saber se o animal é puro ou híbrido e qual seria o grau dessa mistura e suas eventuais consequên-

cias, gerando uma grande dificuldade para o controle do perfil genético das matrizes.

Dados gerados com o sequenciamento do genoma referência foram selecionados para identificar centenas de marcadores moleculares úteis para identificar peixes híbridos. Cálculos estatísticos mostram que os marcadores prospectados poderão detectar o grau de hibridação de cada animal, mesmo após várias gerações de cruzamentos absorventes com uma das espécies de interesse. Com as ferramentas geradas que se encontram em fase de validação, será simples identificar cruzamentos antigos que alteraram a pureza dos peixes.

IDENTIFICAÇÃO DE FRAUDES

Entre as aplicações que esse conhecimento poderá ter está a de identificar fraudes no mercado varejista. “Caso um frigorífico troque um filé da espécie de peixe descrita na embalagem por outra, um teste genético a ser desenvolvido a partir desses marcadores identificará a fraude”, exemplifica o geneticista Anderson Luis Alves, que participou do trabalho de sequenciamento dos peixes brasileiros e que hoje atua na Embrapa Produtos e Mercado. O especialista acredita que os resultados dos sequenciamentos também subsidiarão a criação de ferramentas para o controle de escapes de animais para o ambiente natural.

Pesquisas para caracterizar o transcriptoma da cachara, a parte do genoma que o animal expressa em seu RNA, também já foram concluídas. “Trata-se de uma informação importante e complementar ao genoma, a qual também auxiliará na identificação de marcadores moleculares”, informa a pesquisadora Luciana Cristine Vasques Villela, da Embrapa Pesca e Aquicultura, que desenvolveu o trabalho durante seu doutoramento. A pesquisa resultou ainda no sequenciamento do genoma mitocondrial da cachara. O DNA encontrado na mitocôndria, organela responsável pelo metabolismo energético da célula, é formado somente por material genético herdado da mãe, o que o torna ideal para investigações de filogenia, ciência que estuda a história evolutiva das espécies. “O genoma mitocondrial permite observar a variabilidade genética entre populações, determinar a distância genética entre grupos e estimar o local de origem de uma espécie, por exemplo”, esclarece Villela ao frisar ser também essa outra fonte importante para identificação de marcadores. »

Alevino de tambaqui

Foto: Jefferson Christofoletti / Embrapa

NOVO MÉTODO

O uso das ferramentas genômicas pode acelerar o melhoramento genético das espécies (veja quadro na página 25). Os métodos usados tradicionalmente para identificar animais de melhor desempenho para utilização como reprodutores depende da mensuração das características de interesse nos próprios animais, quando possível, assim como nos seus descendentes, o que geralmente é demorado e apresenta custos elevados. No processo chamado de seleção genômica, dados de dezenas de milhares de marcadores genéticos podem ser utilizados para determinar o valor genético de um indivíduo, assim que possa ser coletada uma amostra de seu DNA. "Nós estamos desenvolvendo um trabalho amplo, essencial para gerar ferramentas com perspectivas de aplicação a curto, médio e longo prazo", explica Alexandre Caetano.

Não por acaso, peixes de grande importância econômica mundial já tiveram seus genomas sequenciados. É o caso do ornamental peixe-zebra (*Danio rerio*), do salmão (*Salmo salar*) e da tilápia (*Oreochromis niloticus*), a espécie mais produzida pela piscicultura nacional. Ferramentas e métodos para aplicação da seleção genômica no melhoramento do salmão já estão sendo amplamente utilizadas nos programas de melhoramento dos principais países produtores. Originária da África, a tilápia é a espécie mais cultivada do Brasil e movimenta uma cadeia produtiva de nível tecnológico bem desenvolvido apresentando um desempenho zootécnico ainda não igualado por espécies brasileiras. Para os pesquisadores, a elevação tecnológica da cadeia produtiva dos peixes nativos aos patamares conquistados na tilapicultura dependerá, necessariamente, do uso de ferramentas genômicas para solucionar questões básicas de manejo genético de reprodutores e posteriormente melhoramento genético.

"Dados genéticos são, atualmente, ativos valiosos no mercado agropecuário, pois geram resultados sensíveis ao produtor. Esse fato é bem conhecido na bovinocultura, por exemplo", compara Alves. Como exemplo, ele conta que um kit identificador de marcadores moleculares específicos pode ser licenciado a laboratórios especializados e gerar royalties. "Além da importância do conhecimento gerado, os resultados que ele promove também serão positivos para toda a cadeia produtiva", diz o especialista frisando que os dados genômicos agregarão qualidade e valor ao pescado nativo. "Os marcadores genéticos foram desenvolvidos para atender aos produtores de alevinos e resultarão em peixes de melhor desempenho produtivo e, consequentemente, maior rendimento no frigorífico e maior qualidade do pescado para o consumidor", afirma o pesquisador.

TAMANHO DO MERCADO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015 foram produzidas quase 136 mil toneladas de tambaquis, o que corresponde a mais de 28% do total do pescado produzido pelo setor aquícola naquele ano. A maior parte dessa produção ocorreu na região Norte, com expressivo destaque para Rondônia, responsável, no ano em questão, por quase 48% de todo o tambaqui do País. À frente do tambaqui, está apenas a tilápia que contabilizou mais de 219 mil toneladas produzidas em 2015 e cuja produção concentra-se nos estados de São Paulo e Paraná.

Embora a produção nacional de pescado tenha crescido 123% entre os anos de 2005 e 2015, o Brasil ainda importa mais do que produz. "Para que a balança comercial do pescado

Foto: Jefferson Christofoletti / Embrapa

se inverta, é necessária a adoção de tecnologias que aumentem a produção nacional e as ferramentas genômicas são ativos importantes nesse processo", analisa Alves.

Além das ações de pesquisa na área de genômica, a equipe de cientistas está envolvida na formação de um banco de germoplasma de espécies nativas com potencial aquícola, o qual servirá de base para estruturação de programas próprios de melhoramento genético no País. O principal foco desse banco será a conservação de recursos genéticos das espécies garantindo a manutenção das características genéticas e servindo de repositório futuro para a produção em grande escala.

O sequenciamento do tambaqui e da cachara representa um passo importante para a pesquisa brasileira, pois abre perspectivas de desenvolvimento de tecnologias aplicadas, que poderão, em um futuro próximo, colaborar para melhoria das espécies. Ganharão as cadeias produtivas, que poderão contar com processos produtivos mais eficientes e tecnificados, com maior produtividade e lucratividade, e os consumidores, que encontrarão produtos de melhor qualidade, em abundância e com preços atrativos. »

Foto: Neide Makiko Furukawa / Embrapa

DADOS DIGITAIS

Por Nadir Rodrigues | Colaboração Beatriz Guimarães

Bytes, megabytes, gigabytes, terabytes e petabytes. Nesta era do *Big Data*, em que é cada vez maior o volume de dados gerados pelas pesquisas científicas, armazená-los de forma organizada e processá-los, possibilitando análises integradas, tornaram-se desafios para os cientistas. Na seleção genômica, em programas de melhoramento genético animal envolvendo grandes populações, a incorporação de tecnologias de genotipagem em larga escala implica no armazenamento e no processamento de centenas de milhares de marcadores (genótipos) para milhares de animais.

No desenvolvimento dessas pesquisas, é preciso contar com uma avançada infraestrutura computacional composta por ferramentas de processamento, banco de dados, servidores e *cluster* – conjunto de computadores que usam sistema distribuído – de alto desempenho. A Rede Genômica Animal já dispõe da infraestrutura de computação de alto desempenho do Laboratório Multiusuário de Bioinformática (LMB), na Embrapa Informática Agropecuária (SP), para projetos de pesquisa envolvendo montagens de genoma, tecnologias de genotipagem em larga escala, análises de transcriptoma e expressão gênica de vários organismos estudados pela Rede. Dentre os resultados obtidos por meio dessa infraestrutura, estão as montagens dos genomas dos peixes cachara do Amazonas e tambaqui e a do gado Nelore, que está sendo finalizada.

A Embrapa também está investindo na criação de um parque computacional que dará suporte às pesquisas que lidam com armazenamento e análise de grandes volumes de dados. Um centro de dados (*data center*) está sendo construído nas instalações da Embrapa Informática Agropecuária, com softwares e dezenas de servidores e equipamentos de armazenamento (*storage*) de última geração.

"Assim, quando o pesquisador for propor um projeto, ele não precisará se preocupar em conseguir recursos computacionais, comprar e configurar as máquinas. Ele poderá partir direto para o problema de pesquisa, contando com todo esse suporte institucional", explica o pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária Roberto Higa, coordenador do DataExp, como está sendo chamada essa infraestrutura computacional. Segundo ele, a estrutura deve estar operacional em 2017.

Com isso, será possível uma visão global dos dados experimentais gerados pelas pesquisas e a realização de análises conjuntas. A ideia é que o acesso seja feito por nuvem (*cloud*) para facilitar o uso colaborativo dos recursos tecnológicos, além de reduzir custos com aquisição e manutenção de recursos computacionais.

O conjunto de projetos de pesquisa voltados a estudos de genética molecular para produção sustentável de carne bovina, denominado MaxBife, usará esses recursos computacionais para organizar e analisar dados rela-

tivos aos fenótipos, pedigree e genótipos de rebanhos de corte, além de dados econômicos e ambientais referentes aos sistemas produtivos.

Essa infraestrutura também beneficia pesquisas relacionadas a outras áreas, como mudanças climáticas e estudos geoespaciais, além de dados experimentais, cujos resultados precisam ser armazenados, processados e analisados de forma integrada para a geração de tecnologias e apoio a políticas públicas.

É o caso das redes de estações meteorológicas e de satélites, que coletam diariamente uma série de imagens e dados usados para calibrar modelos de simulação de cenários futuros devido às mudanças climáticas e alimentar sistemas de zoneamento de risco climático e alertas fitossanitários. O programa de Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), instrumento de política agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), já está usando os equipamentos do futuro *data center* na simulação de cenários agrícolas.

De acordo com Silvia Massruhá, chefe-geral da Embrapa Informática Agropecuária, o DataExp vai fortalecer a interação entre diferentes grupos de pesquisa e o estabelecimento de estratégias comuns, garantindo a regulamentação de acesso, uso e propriedade das informações experimentais. •

‹ navegue ›

Artigo da revista BMC Genomics
http://bit.ly/2IGP1yW

Livraria da Embrapa
http://bit.ly/2kccwzu

Ilustração: iStock / Embrapa

CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

A genômica animal é uma área ainda nova no campo científico e em constante evolução e, por isso, segundo a pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Natália Martins, demanda treinamento e capacitação. Para atender a essas necessidades, um projeto componente foi criado no âmbito da Rede Genômica Animal exclusivamente para oferecer capacitação e construir conhecimento, além de divulgar os resultados gerados para a comunidade científica dentro e fora da Embrapa.

Martins, responsável por esse projeto, explica que, primeiro, foram identificados os pontos estratégicos. Depois, foi elaborada uma programação em quatro níveis: o primeiro é voltado ao público interno. O segundo, que abrange reuniões e eventos, já resultou na realização de duas edições do evento denominado *Talking about Computing and Genomics* (TACG), em 2013 e 2016. O objetivo é integrar professores, pesquisadores e profissionais das áreas de melhoramento genético animal, genômica, bioinformática e genética molecular, entre outras, para trocar experiências e prospectar novas oportunidades de pesquisa, além de compartilhar conhecimento gerado e capacitar os participantes para uso dos resultados obtidos.

O terceiro, voltado ao público externo, incluindo estudantes de pós-graduação, pesquisadores de outras Unidades da Embrapa que não compõem a Rede e professores, entre outros, levou à realização de cursos presenciais e visitas.

O quarto e último destina-se à publicação de livros nas áreas de bioinformática e genômica animal. O ITACG resultou na publicação do volume I, em 2015, que está disponível na Livraria da Embrapa. O segundo volume ficará pronto em 2017.

De acordo com a pesquisadora, a perspectiva é investir e promover cursos virtuais. "As ações de capacitação e divulgação trazem para a Rede o retorno de multiplicadores de conhecimento e tecnologia. Agregam muito valor ao trabalho", finaliza.

Foto: Thinkstock/ Embrapa

MAIS PRECISÃO À TORRA DO CAFÉ

Pesquisa identifica marcadores químicos não voláteis no processo de torrefação

Por Aline Bastos | Colaboração Marita Cardillo
Arte: Gabriel Nogueira

O café é a segunda maior *commodity* mundial, sendo o Brasil o maior produtor e exportador com mais de 50 milhões de sacas por ano. Nosso país também é o segundo maior mercado consumidor da bebida de café, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. O avanço das exportações de café torrado brasileiro, contudo, ainda depende de melhorias ligadas a processos de colheita, pós-colheita e principalmente de torrefação do grão. A pesquisa de substâncias químicas características de cada torra de café arábica (*Coffea arabica* L.) desenvolvida por Jeane Rosa, da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), traz contribuições para o entendimento dessa questão.

As principais substâncias químicas liberadas em quatro tipos de torra dos grãos de café – clara, média, escura e muito escura – foram caracterizadas em seu estudo. O resultado está publicado na revista *Food Research International*, editada pelo Canadian Institute of Food Science and Technology (CIFST), instituto canadense voltado à pesquisa e à tecnologia em alimentos, e gerou convites à autora para participação em congressos científicos na Inglaterra, China, Malásia, Taiwan, Estados Unidos, Japão e Grécia.

O processo de torra do café ainda não é facilmente reproduzível e tem baixa uniformidade até mesmo em grãos gourmet, apesar de sua importância para a qualidade global da bebida. Atualmente, o maior desafio tecnológico da área é controlar e reproduzir o tempo e a temperatura ideais durante a torrefação dos grãos. Sem avançar nessa técnica, o Brasil exporta basicamente café cru, vendendo a saca do grão por menos da metade do valor do processado.

A baixa qualidade dos grãos de café colhidos no campo também interfere no sabor e no aroma do produto. Grãos defeituosos produzem sabores pouco apreciados, já que sofrem um processo de torrefação desigual e induzem uma torra mais forte, para diminuir a presença de *off flavors* (substâncias que produzem aromas e sabores não desejáveis) e a acidez excessiva, por exemplo. “O brasileiro está acostumado a beber um café de »

Foto: Fábio Sian Martins / Embrapa

torra forte, muitas vezes proveniente de grãos de menor qualidade; mas há um crescimento de mercado para os cafés gourmet ou especiais, nos quais eu tenho concentrado meus estudos. É importante notar que esse crescimento impulsiona todo o mercado do produto", diz Jeane Rosa.

Substâncias químicas caracterizadas na pesquisa são identificadas como marcadores químicos. Ou seja, são classes de compostos químicos característicos de uma matéria vegetal e de seu processamento. Nesse caso, do café e do seu grau de torra. A pesquisa sobre marcadores químicos não voláteis da torra de café desenvolvida por Rosa utilizou equipamentos analíticos, como uma fonte de **Easi (Easy Ambient Sonic Spray Ionization)** acoplada a um espectrômetro de massa.

Em uma segunda etapa, a pesquisa identificou, com uso da técnica de **espectrometria** de massas de alta resolução, que as $^{\beta}N$-alcanoil-5-hidroxitriptamidas (Cn5HT), substâncias pouco estudadas na área de alimentos, podem ser utilizadas como marcadores químicos da torra clara do café. Já a presença de lipídeos (gorduras), como diacilgliceróis e triacilgliceróis, pode, dependendo da intensidade, determinar a torra média para escura e muito escura em blends de café arábica. Ou seja, quanto mais intensa a torra, maior a presença e a intensidade dessas classes de lipídeos na superfície do grão.

"Estabelecemos uma impressão digital (*fingerprinting*) de cada tipo de torra somente colocando o grão de café inteiro na entrada do equipamento. Com a informação dos **íons produzidos**, chegamos aos marcadores de torra nos cafés arábicas estudados", diz Jeane Rosa. A proposta seria, então, a partir desses dados de perfil químico, fixar os parâmetros de tempo e temperatura de torra para blends específicos de café. Além disso, a técnica de alta resolução utilizada de forma complementar mostrou que vários íons, encontrados no estudo e desconhecidos na literatura, eram na verdade adutos metálicos (moléculas que ao serem ionizadas se ligam a metais como sódio e potássio, por exemplo). "Trata-se de divulgação de conhecimento importante na área de análise de alimentos e na química do café, uma vez que essas substâncias

Foto: Segundo Urquiaga / Embrapa

Equipamento que analisa a relação de massa/carga das amostras com uma precisão de pelo menos quatro casas decimais.

As duas tecnologias juntas formam uma técnica analítica simples e relativamente barata capaz de ionizar as amostras diretamente em sua superfície, sugerir a identidade dos íons formados a partir da informação de relação massa/carga e, consequentemente, ajudar na elucidação da estrutura química das substâncias de interesse.

No caso desse estudo, a técnica foi utilizada para determinar o grau de torrefação e até a detecção de erros de torra do café com base em substâncias (íons) características desse processo.

A amostra é introduzida na fonte de ionização. As moléculas de interesse, que podem ou não estar presentes na amostra, se ionizam. Uma amostra é analisada com interesse em detectar um ou mais componentes alvo. A partir dos respectivos íons formados, o espectrômetro de massa analisa a relação massa/carga destes. Em um equipamento de alta resolução, a precisão dessa informação sobre massa/carga permite inferir sobre a fórmula molecular e a possível estrutura das moléculas de interesse.

sob forma de adutos metálicos não eram conhecidas", aponta Rosa.

Outras classes de substâncias, a exemplo da manose, um açúcar que compõe alguns polissacarídeos do café, mostraram-se bons marcadores de torra, pois se degradam ao longo do processo. As avaliações foram feitas por meio da cromatografia líquida de alta eficiência, técnica de separação de componentes químicos de uma amostra para quantificação e/ou qualificação de substâncias de interesse. A constatação cria a perspectiva de verificação do comportamento dessas substâncias em outros cafés em termos de blends, variedades e origens.

Em resumo, a pesquisa estabelece um maior refinamento no processo de torrefação, fundamental para a produção de cafés de maior valor agregado. E, consequentemente, a possibilidade de um incremento na qualidade do café brasileiro processado. »

Foto: Thinkstock/ Embrapa

Foto: Tomas May / Embrapa

PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO CAFÉ

O famoso cafezinho atrai a todos pelo sabor, aroma e também pelos efeitos funcionais decorrentes de substâncias estimulantes e bioativas. A torrefação é o processo que permite que os compostos responsáveis pelo aroma e sabor se desenvolvam e se expressem na bebida final. Diferentes processos físico-químicos ocorrem durante a torra do café, resultando na liberação de mais de 800 tipos de moléculas aromáticas e provocando a mudança de cor do grão, de verde para dourado até chegar ao marrom-escuro. "Cientistas do mundo inteiro querem entender o que acontece durante a torra do café. É um processo muito complexo, em que ainda há muito para ser investigado", reforça Otniel Silva, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos e co-orientador da pesquisa sobre os marcadores químicos.

Silva dedica-se a identificar o ponto da torra de café mais saudável, a fim de garantir um equilíbrio entre o sabor apreciado pelo consumidor e a manutenção dos aspectos funcionais benéficos à saúde. Em conjunto com o grupo de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Compostos Bioativos, Nutrição e Saúde, liderado pelo professor Anderson Junger Teodoro, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio), Silva iniciou alguns estudos para identificar as melhores condições de torra do café para a extração de compostos funcionais, voltados ao tratamento de células cancerígenas. Os estudos clínicos in vivo (células de câncer de próstata e/ou mama) começam em 2017.

O pesquisador também busca formas de reduzir contaminantes e substâncias não nutricionais presentes nos grãos de café, como micotoxinas, substâncias químicas tóxicas produzidas por fungos, e, principalmente, a acrilamida, substância potencialmente cancerígena, formada naturalmente em processos de aquecimento.

Junta-se a ele nesse esforço a pesquisadora Leda Gottschalk, do Laboratório de Bioprocessos da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Sua pesquisa buscou analisar em escala laboratorial o uso da enzima asparaginase. Essa enzima, geralmente produzida por leveduras, é aplicada nas indústrias farmacêutica e de alimentos, justamente para minimizar a formação de acrilamida. No caso, para diminuir sua formação durante o processamento dos grãos de cafés arábica e robusta.

"É consenso científico que a prin-

cipal via de formação de acrilamida em alimentos é a reação de *Maillard*, iniciada pela reação do aminoácido asparagina e carboidratos em processos de aquecimento. Portanto, a asparagina, considerada um dos precursores-chave no mecanismo de formação da acrilamida, pode ser removida pela ação da enzima asparaginase. Os resultados iniciais desse tratamento enzimático foram bastante promissores", conta Leda. A vantagem do uso de enzimas nesse processo é a preservação das propriedades sensoriais do café, como aroma e sabor, tão apreciadas pelos consumidores.

Por outro lado, a torra do café também produz substâncias bioativas como a niancina (vitamina B3) e as melanoidinas, que atuam no metabolismo energético celular, na prevenção de doenças específicas e na reparação do DNA. Dessa forma, acredita-se que as substâncias benéficas à saúde presentes no café, mesmo após a torra, podem contrabalançar a possível formação de substâncias tóxicas e/ou cancerígenas.

Balancear possíveis efeitos desagradáveis do café também integra os esforços da tecnologia de alimentos pelo mundo, e hoje há uma demanda para cafés do tipo *stomach-friendly*, que sofrem tratamento térmico para diminuir a acidez e para retirar as ß*N*-alcanoil-5-hidroxitriptamidas, que podem causar irritação no estômago. Hoje, também, os reconhecidos »

Foto: Tomas May / Embrapa

O pesquisador Otniel Silva busca, nos seus estudos sobre torrefação, a manutenção dos aspectos funcionais do café, além da excelência no sabor

efeitos benéficos da cafeína estimulam até mesmo a criação de cafés com liberação controlada dessas substâncias por meio de microencapsulamento. Alimentos processados como farinha de café, bebidas à base de café cereja, picolés de café, café concentrado vendido em embalagem do tipo *squeeze* são algumas das tecnologias que provam que o café é uma matriz alimentar tão complexa, que não pode ficar restrito à xicara.

Em 2016, a Organização Mundial da Saúde (OMS) retirou oficialmente o café da lista de possíveis cancerígenos, dependendo da temperatura de ingestão da bebida. Seus efeitos benéficos para a saúde humana e suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, anticancerígenas, de proteção cardiovascular e diabetes do tipo 2, hoje, são amplamente conhecidos. Além disso, o ácido clorogênico e a trigonelina, encontrados principalmente em grãos de café verde, comprovadamente diminuem a absorção de glicose e possuem grande potencial para o controle do diabetes. No entanto, ainda há outras substâncias bioativas encontradas no grão que podem revelar um potencial ainda maior e levar o café finalmente ao status de bebida funcional.

As propriedades do café benéficas à saúde humana são hoje reconhecidas.

Foto: Thinkstock/ Embrapa

Foto: Daniel Medeiros/Embrapa

CAFÉ ARÁBICA E ROBUSTA

Os principais tipos de café cultivados no Brasil são das espécies *Coffea arabica* (arábica) e *Coffea canephora* (robusta). O café arábica é originário da Etiópia, sendo cultivado em regiões de maior altitude. No Brasil, é plantado principalmente nas regiões da Bahia, Minas Gerais, Paraná e São Paulo. Possui aroma e doçura intensos com muitas variações de acidez, corpo e sabor. Os cafés especiais e gourmet são 100% arábica e possuem, em média, 50% menos cafeína que o robusta.

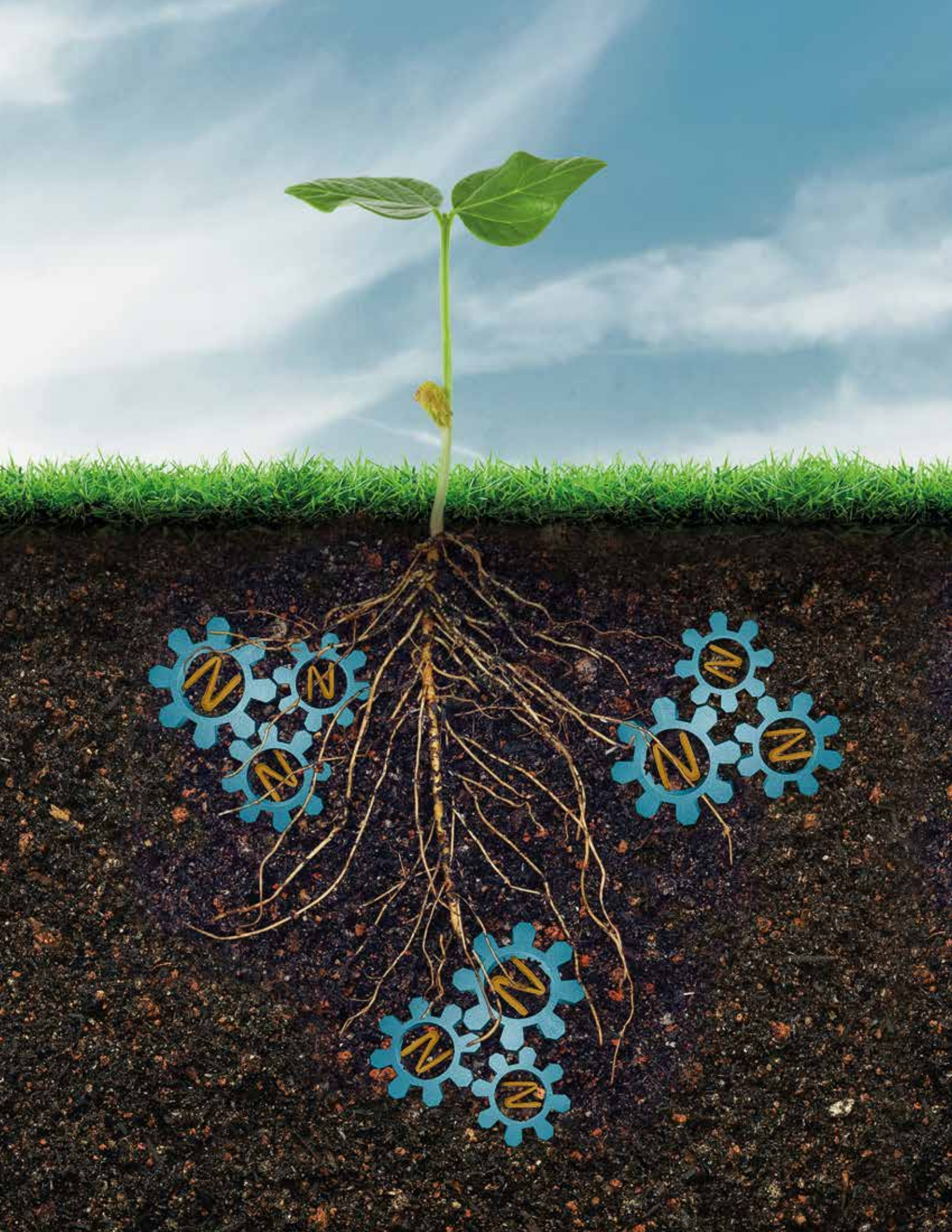
O café robusta (ou Conilon) é muito difundido na África, Ásia, Indonésia e Brasil, em altitudes próximas ao nível do mar. No Brasil, é cultivado nas regiões do Espírito Santo e Rondônia. É utilizado para dar mais sabor às variedades de bebidas.

A bebida café é produzida por meio das duas espécies de café, que possuem sabores distintos. A harmonização desses grãos é o que chamamos de blends.

Jeane Rosa conta também que novas pesquisas indicam a ação das $^{\beta}N$-alcanoil-5-hidroxitriptamidas encontradas no café na redução dos sintomas do mal de Parkinson. “A partir dessa constatação, é possível que essas sejam as substâncias mais negligenciadas nos estudos da composição química do café até o momento”, afirma. Será então que estas moléculas, que possuem um núcleo de serotonina, têm algum efeito antidepressivo? Estudos já provaram que, após a ingestão de café, os níveis de serotonina aumentam no cérebro. Será que a elevação da serotonina se deve somente à ação da cafeína? Será que a cafeína não é a única substância capaz de produzir uma sensação de bem-estar, afinal? Há muito ainda a ser investigado sobre o café. •

‹ navegue ›

Associação Brasileira da Indústria do Café (Abic)
http://bit.ly/2kmrLCV
Embrapa Café
http://bit.ly/2k0yhhE
Embrapa Agroindústria de Alimentos
http://bit.ly/2l1fYsC
Programa de TV sobre a produção de café gourmet
http://bit.ly/2ijCufJ


N
N
N
N
N
N
N
N
N

FIXAÇÃO BIOLÓGICA
DE NITROGÊNIO.
UMA PRODUÇÃO QUE
GERA MAIS LUCRO
COMEÇA POR UMA
TERRA MAIS RICA.
A Fixação Biológica de Nitrogênio é uma fábrica natural de adubo nitrogenado para sua plantação, em que as bactérias fazem o trabalho. Graças à pesquisa agropecuária, hoje todas as plantações de soja do Brasil adotam essa alternativa sustentável. A FBN, além de proteger lagos, rios e lençóis freáticos, ajuda a economizar US$ 7 bilhões por ano que seriam usados na adubação química. Ou seja: mais economia para o produtor e mais respeito ao ambiente.
Acesse www.embrapa.br e conheça esta e outras soluções de pesquisa científica que a Embrapa tem a oferecer.
EMBRAPA. CIÊNCIA QUE TRANSFORMA A VIDA.
Embrapa
MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

O Pantanal OBSERVADO DO CÉU

Imagens de satélite e sistemas de informações geográficas ajudam a preservar a planície brasileira

Por Nadir Rodrigues
Colaboração: Juliana Miura, Nicoli Dichoff, Graziella Galinari e Beatriz Guimarães
Ilustrações e arte: Luciana Fernandes

Do alto, é possível monitorar as planícies do centro da América do Sul, na bacia hidrográfica do Alto Paraguai, onde está localizado o Pantanal brasileiro. A aplicação das geotecnologias em pesquisas e estudos permite analisar de forma integrada essa área, uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta.

Com base em imagens de satélite, sistemas de informações geográficas, banco de dados georreferenciados e serviços de consulta e disponibilização de dados pela internet, o conhecimento sobre o Pantanal vai se ampliando. Com essas ferramentas, é possível acompanhar inundações e outros fenômenos naturais de grande abrangência, monitorar atividades e estruturas que causam impacto aos recursos hídricos, como mineração, hidrelétricas, indústrias, despejo de resíduos sólidos e poluição da água, além de controlar índices de biodiversidade e desmatamento.

"As geotecnologias são úteis para apoiar tanto o planejamento quanto a criação de diretrizes de conservação, pois permitem estudar grandes áreas e também ver os detalhes", explica o pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária João Vila, que desenvolve estudos e tecnologias para preservação do bioma há mais de vinte anos.

Usados para coleta, processamento, análise e oferta de dados geográficos, esses recursos tecnológicos têm sido empregados por vários estudiosos, uma vez que as ferramentas são transversais. Eles podem facilitar a observação tanto dos recursos naturais quanto das atividades produtivas, no sentido de orientar o uso e a ocupação de maneira sustentável. A implantação de boas práticas agropecuárias pelos produtores rurais, com economia de tempo e recursos financeiros, também pode ser favorecida.

MAIS ÁGIL QUE SATÉLITES

O uso dos drones, como são popularmente conhecidos, ou dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) para monitoramento agrícola e ambiental é uma das mais recentes novidades nas pesquisas desenvolvidas no Pantanal. Em processo de regulamentação para uso comercial no Brasil, esses equipamentos podem coletar e processar rapidamente diversas informações de grandes áreas ou de trechos específicos. »

LUCIANA FERNANDES

Satélite Cbers4

Foto: Gustavo Nunes

As aplicações são inúmeras e variadas, incluindo o monitoramento de culturas agrícolas, a identificação de áreas infestadas por pragas e doenças, a detecção de áreas inundadas ou com deficiência hídrica, apenas para citar alguns exemplos. Os dados obtidos também possibilitam acompanhar e medir o crescimento da vegetação natural e realizar estudos de impactos ambientais. Uma das principais vantagens é a obtenção mais rápida e detalhada de resultados, em comparação às imagens obtidas por satélite.

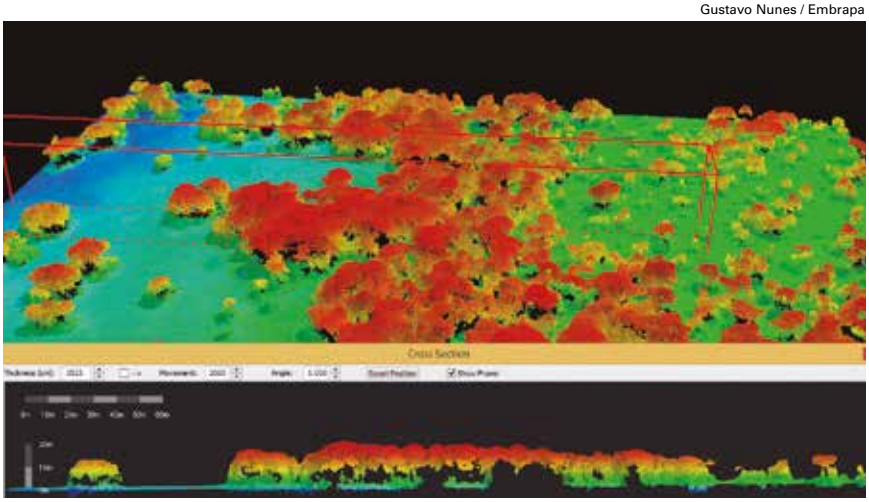
Com dados coletados por VANTs e sensores Radar, pesquisadores estão espacializando, em escala de detalhe, os macro-habitats e o avanço de espécies invasoras relacionadas com níveis de inundação em áreas úmidas em Poconé (MT), associando à modelagem tridimensional do terreno. A região norte do Pantanal possui elevada diversidade biológica e os resultados ali observados podem ser relacionados com outros existentes, que, integrados, são capazes de gerar informações para elaboração de políticas públicas de preservação e apoio à tomada de decisão para o manejo dessas áreas junto aos proprietários rurais, além de análises de órgãos ambientais.

O trabalho é coordenado pelo professor Gustavo Manzon Nunes, do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geotecnologias (LabSensoR), pertencente à Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Cuiabá. Já as pesquisas relativas ao mapeamento e à análise tridimensional de micro-habitats em áreas úmidas com o uso de VANTs são realizadas com apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas (Inau) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Fapemat).

Arquivo Inpe

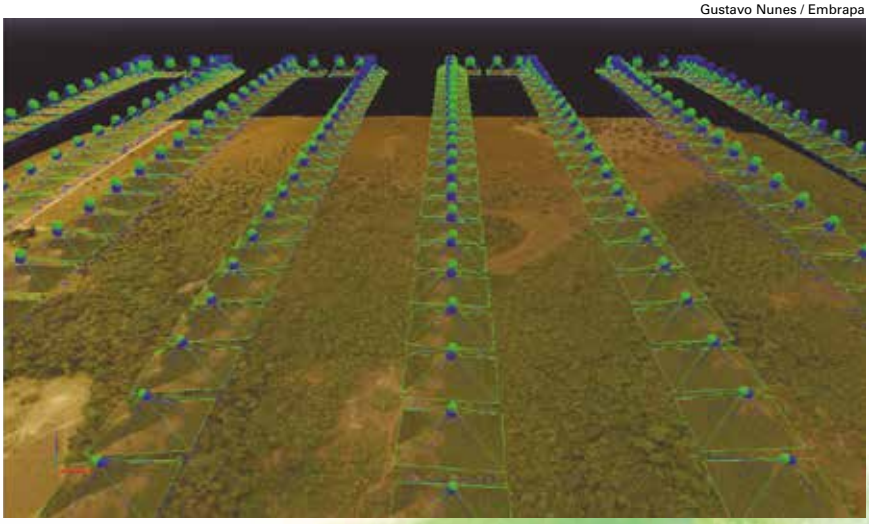
Satélite Cbers4

Gustavo Nunes / Embrapa



Modelo tridimensional gerado por VANT

Gustavo Nunes / Embrapa



Etapas de processamento de dados obtidos por VANT

GEOTECNOLOGIAS MONITORAM O BIOMA

Alertas sobre enchentes e outras análises são fundamentais para o trabalho de pecuaristas, ribeirinhos e pescadores afetados diretamente pelas cheias. Avaliações e monitoramento são funções exercidas pelo GeoHidro--Pantanal (MS), sistema que reúne informações hidrometeorológicas e outros dados sobre a bacia do Alto Paraguai – Pantanal. Os dados são gerados pela Embrapa Pantanal, instituições de pesquisa parceiras e fontes oficiais no Brasil e no exterior.

"O sistema apoia o manejo dos recursos hídricos e outros recursos naturais da região do Pantanal, monitorando as inundações com uma periodicidade bastante curta (de oito em oito dias). Aliado a análises de diversas variáveis, como as chuvas e o nível dos rios, ele compõe uma ferramenta que subsidia a tomada de decisão antecipada, principalmente no caso de eventos extremos", diz o pesquisador da Embrapa Pantanal Carlos Padovani. Ele completa: "As geotecnologias ajudam nas análises especializadas e na comunicação dessas avaliações com mapas interativos".

O avanço do conhecimento na área das geotecnologias ao longo das últimas décadas também favorece a informatização dos processos de licenciamento ambiental no País. Com as ferramentas de tecnologia de informação integradas aos estudos de georreferenciamento e sensoriamento remoto, os governos estaduais e federal podem modernizar as análises e o monitoramento das licenças. Esse é o serviço oferecido pelo Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (Sisla), desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária, em parceria com o Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (Imasul). Com acesso gratuito disponível pela internet, consultores e empreendedores podem elaborar seus pedidos de licença usando a tecnologia. »

Foto: Nicoli Dichoff

REFORÇO AMBIENTAL

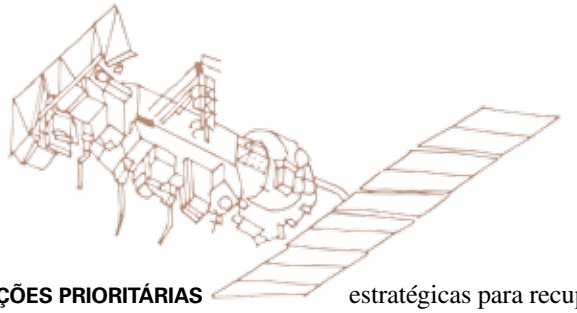
A intensificação dos processos erosivos é uma das maiores questões ambientais e socioeconômicas do Pantanal. O exemplo mais expressivo é o assoreamento do Rio Taquari, cujas margens são compostas por solos arenosos ocupados com pastagens degradadas. Para apoiar a solução desse problema, modelos matemáticos de predição de erosão e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) oferecem estudos de modelagem geoespacial capazes de estimar a perda de solo na bacia do alto Taquari (MT).

De acordo com o pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite Sergio Galdino, a pecuária bovina representa o uso predominante das terras na região. A maior parte das pastagens é cultivada sobre solos profundos com textura arenosa e pobres em minerais, e corresponde a 30,1% da área da bacia, sendo que cerca de dois terços dessas pastagens apresentam algum nível de degradação por erosão, com solos expostos e ocorrência de plantas invasoras. O estudo, desenvolvido pela Embrapa Pantanal em cooperação com a Embrapa Monitoramento por Satélite (SP) e a Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), ajustou modelos matemáticos às condições locais para calcular a taxa anual média de perda de solo.

Ainda que a taxa obtida esteja dentro do limite de tolerância, Galdino ressalta que o avançado estágio de degradação por assoreamento em parte da área da bacia indica a necessidade de uma pronta intervenção para que esse processo seja mitigado. Segundo ele, a identificação de áreas mais críticas pode orientar iniciativas voltadas à recuperação de pastagens e ao aumento da produtividade da pecuária, como o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC), do governo federal.

Com ferramentas de geotecnologias, o Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (Gite) da Embrapa Monitoramento por Satélite também realizou um trabalho de qualificação territorial da agropecuária e da socioeconomia pantaneira. O estudo reúne três grandes conjuntos de dados – agrários, agrícolas e socioeconômicos – para uma análise multifatorial do contexto da agropecuária na região, que pode resultar em programas para o desenvolvimento sustentável do bioma.

Outra geotecnologia desenvolvida pela Embrapa Informática Agropecu-



ária é o Sistema Interativo de Análise Geoespacial da Amazônia Legal (Siageo Amazônia), em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental (PA), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e governos estaduais. Ele contém uma base de informações com acesso interativo a mapas georreferenciados, documentos técnicos, marcos legais de zoneamento e informações tabulares e, assim, subsidia a elaboração de planos, programas e políticas para a região, incluindo a área do Pantanal em Mato Grosso.

Já o Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg), criado com a empresa Agroicone, permite a observação de séries temporais de índices de vegetação por meio de imagens de satélite, oferecendo apoio a atividades de monitoramento agrícola e ambiental em todo o território brasileiro. Com ele, pode-se acompanhar o ciclo de uma cultura agrícola e sua intensificação, os desflorestamentos e até a detecção de cheias em regiões pantaneiras.

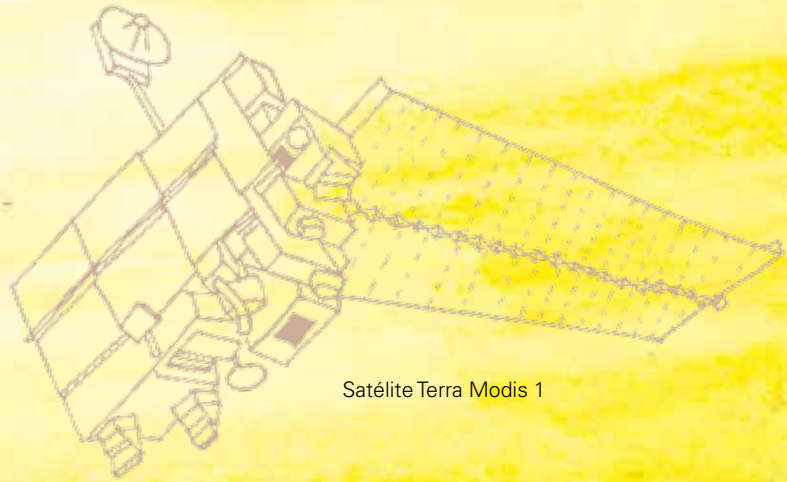
ÁREAS E AÇÕES PRIORITÁRIAS

O Pantanal não é apenas um. Estudos realizados pela Embrapa Pantanal identificam onze "Pantanais", cada um com características próprias de solo, vegetação e clima. São eles: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho. Portanto, um dos desafios oferecidos especificamente pelo bioma é o de percorrer grandes áreas alagadas e de difícil acesso. Devido à grande complexidade e muitas peculiaridades desse ecossistema, são necessários esforços diversificados, amplos e multidisciplinares que abrangem aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Na Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), um dos trabalhos feitos com parceria da Embrapa e coordenado pela professora Sandra Mara Alves da Silva Neves propõe a modelagem de indicadores ambientais para a definição de áreas prioritárias e estratégicas para recuperação de áreas degradadas no sudoeste mato-grossense. A pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fapemat, busca subsidiar ações preventivas e de restauração de ecossistemas sob um enfoque físico-geográfico, com representação cartográfica dos aspectos físicos do ambiente, que ainda proporcionam a percepção da espacialização e da integração dos dados ambientais.

Outro estudo, conduzido pela professora Edineia Aparecida Galvanin e financiado pela Fapemat, emprega imagens do satélite Landsat e técnicas de processamento de imagem e de classificação orientada a objeto para a análise temporal do uso da terra no Pantanal de Cáceres, em Mato Grosso, sub-região que apresenta uma das maiores extensões do bioma, representativa por sua composição estrutural, que favorece o desenvolvimento da pecuária, e sua grande importância econômica para o estado. O intuito »

Colhereiro - ave típica do Pantanal



Satélite Terra Modis 1

é investigar os cenários de mudança da paisagem natural, gerando como resultados a classificação do uso da terra no município e um mapeamento mais eficaz da área, o que permitirá verificar as intervenções humanas em locais onde houve a supressão da vegetação natural para a inserção de pastagens cultivadas.

Já a pesquisa para recuperação das nascentes e fragmentos de mata ciliar do córrego do Assentamento Laranjeiras, em Cáceres, propõe um diagnóstico ambiental dessas áreas por meio de geotecnologias como sensoriamento remoto, SIG e banco de dados geográficos. Com isso, a equipe, coordenada pela professora Solange Kimie Ikeda Castrilon e financiada pelo Ministério do Meio Ambiente, visa subsidiar ações de manejo e recuperação da região.

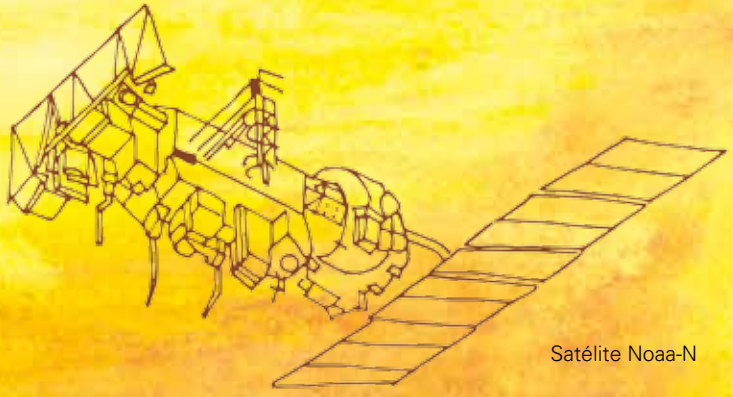
Em parceria com a Unemat, há estudos liderados pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) direcionando o enfoque aos povos que habitam a região pantaneira. Uma das pesquisas, conduzida pela professora Beatriz Lima de Paula e financiada pelo CNPq, identifica, analisa e mapeia áreas suscetíveis à inundação no Pantanal, observando situações de risco que atingem as comunidades ribeirinhas Paraguai-Mirim e Barra do São Lourenço do Pantanal sul-mato-grossense.

Na Barra do São Lourenço, o intuito das pesquisas é identificar, mapear e caracterizar a forma de convívio com a natureza característica dessa população para elaborar um diagnóstico socioambiental e um banco de dados para uso de órgãos públicos e entidades que atuam no local, ajudando na sustentabilidade da comunidade.

NA ERA DIGITAL

A variação hídrica também impacta a pecuária bovina do Pantanal de Mato Grosso do Sul, onde os rebanhos são deslocados para se adaptarem às inundações naturais da região. Essa dinâmica, no entanto, é prejudicada em períodos de cheias ou secas extremas, refletindo no aumento de custos de produção e até na morte de animais. Para investigar o fenômeno, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) observaram dados hidrometeorológicos e do trânsito mensal de bovinos, com coordenação do pesquisador Gilvan Sampaio de Oliveira.

Outro trabalho sobre a água no Pantanal é conduzido pelos pesquisadores Laercio Namikawa e Emiliano Castejon, também do Inpe. Por meio das imagens do satélite RapidEye, é possível criar um mapeamento dos corpos de água da região, resultando em informações úteis tanto para o gerenciamento dos recursos naturais como para a definição de Áreas de Preservação Permanente.



Satélite Noaa-N

Com o advento da era digital, a partir do ano 2000, o Inpe dedicou-se à evolução na forma de monitorar seus domínios tropicais. Atualmente, por meio de um projeto de pesquisa denominado de Panamazônia II, o Instituto coordena o mapeamento das alterações da cobertura vegetal em Cáceres (MT). O município foi selecionado em razão de suas coberturas vegetais diferenciadas e das alterações nelas ocorridas a partir de 1973, marco inicial do arquivo de imagens usadas no estudo. O amplo projeto de monitoramento da Floresta Amazônica, conhecido como Panamazônia, que nasceu ainda na Conferência Mundial sobre Meio Ambiente de 1992, gerou tabelas de desflorestamento do período entre 1980 e 1990 mediante o uso de imagens de satélite TM-Landsat.

Essas iniciativas demonstram a importância de se estabelecer geotecnologias voltadas especificamente ao Pantanal, que não só auxiliem o monitoramento de desmatamentos e inundações como gerem dados úteis para ações de preservação ambiental e tomadas de decisão de gestores, agências de financiamento e produtores rurais. Além disso, a aplicação e a disseminação dessas tecnologias enriquecem o conhecimento sobre a região pantaneira, impulsionando o compartilhamento de informações entre instituições, pesquisadores e estudantes, o aprimoramento das disciplinas acadêmicas e a formação de pessoas qualificadas para garantir a conservação do bioma. •

‹ navegue ›

Matéria do Sisla na Agência
www.ufmt.br/labsensor

LUCIANA FERNANDES

SISTEMAS ENGENHOSOS DO PATRIMÔNIO AGRÍCOLA MUNDIAL

Por Marcello Broggio e Patrícia Bustamante

Foto: arquivo pessoal

Marcello Broggio

Oficial de Programa da FAO no Brasil

Campos de Atuação: Agricultura sustentável Conservação local de agrobiodiversidade de povos e comunidades tradicionais

Foto: arquivo pessoal

Patrícia Bustamante

Pesquisadora da Embrapa

Campos de atuação: Conservação local de agrobiodiversidade de povos e comunidades tradicionais. Transferência de Tecnologia

Em todo o mundo, paisagens que reúnem fatores físicos, biológicos e culturais integram sistemas agrícolas excepcionais e únicos que têm sido criados, desenvolvidos e mantidos por gerações de agricultores e criadores, utilizando recursos naturais localmente disponíveis e um manejo adaptativo socialmente aceito e ambientalmente sustentável. Esses sistemas agrícolas engenhosos refletem a diversidade dos conhecimentos tradicionais aplicados às experiências locais e mostram a profunda relação desses agricultores com a natureza.

Dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) indicam que esses sistemas agrícolas "singulares" cobrem atualmente, em todo o mundo, uma área de cerca de 5 milhões de hectares e proporcionam um mix vital de serviços sociais, culturais, ecológicos e econômicos à humanidade. Tais sistemas, entretanto, estão sendo ameaçados, não só pela lógica de mercado, como também pela migração dos agricultores mais jovens e por estarem praticamente invisíveis aos formuladores de políticas públicas, em especial àquelas relacionadas ao desenvolvimento rural e à proteção do meio ambiente.

A FAO idealizou e lançou em 2002 o Programa que visa reconhecer internacionalmente tais sistemas – Sistemas Engenhosos do Patrimônio Agrícola Mundial (GIAHS da sigla em inglês), de forma paralela à Convenção Unesco de Patrimônio Cultural Intangível, em 2003.

Existem no mundo 91 GIAHS, entre os sistemas agrícolas já designados e os apontados como potenciais pela FAO. Nenhum deles no Brasil. No entanto, a rica biodiversidade brasileira associada à diversidade de ambientes e de povos tradicionais permite antever que existem diferentes formas tradicionais e engenhosas de cultivar a terra e de manejar e criar animais que poderiam ser reconhecidos como GIAHS.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), assim como o escritório da FAO no Brasil e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), estão reunindo esforços e competências para apresentar o Programa da FAO aos povos e comunidades tradicionais do Brasil e estimulá-los a organizar documentos que atestem seu modo de vida e de cultivar a terra para reconhecimento como GIAHS.

O apoio e o reconhecimento internacional dos sistemas agrícolas tradicionais por meio do GIAHS podem contribuir para a implementação de novas políticas orientadas para fortalecer a organização de agricultores e para a conservação dinâmica dos sistemas agrícolas praticados por povos e comunidades tradicionais no Brasil, reduzindo assim suas inúmeras ameaças.

Dentre os potenciais GIAHS no Brasil estão os sistemas agrícolas engenhosos praticados pelos povos que cultivam nas veredas, os veredeiros, e aqueles que cultivam nas margens do Rio São Francisco, os vazanteiros, e que têm o rio como território. Existem também os faxinalenses, com seu modo peculiar de criar animais, os coletores de sempre-vivas da Serra do Espinhaço, e os indígenas do Rio Negro (cujo modo de fazer agricultura é reconhecido como patrimônio cultural pelo Iphan), que têm relações sociais tão entrelaçadas com os recursos naturais e a agrobiodiversidade que os casamentos contribuem para ampliação da diversidade genética de plantas como a mandioca.

Ciência que transforma a vida

Foto: Ronaldo Rosa/Embrapa

Conheça as tecnologias que
ajudaram a transformar o Brasil:
www.embrapa.br

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Arte por: Andressa Assis Brasil

Conexão Ciência

Agricultura Familiar • Clonagem • Genômica • Avanços e Desafios da Agricultura Brasileira • Biomassa na produção de energia • Saúde que vem do Campo • Desertificação • Agroecologia • Integração Lavoura-Pecuária-Floresta • Transgênicos • Semiárido • Alimentos Biofortificados • Helicoverpa • Pecuária Sustentável • Produção do maracujá • Popularização da Ciência • Hortaliças Tradicionais • Segurança alimentar • Controle Biológico • Desafios da Aquicultura • Sanidade Vegetal • Cerrado • Programa Espacial Brasileiro • Aquecimento Global • Produção de caprinos e ovinos • Produção Científica no Brasil • Nanotecnologia • Produção de Café • Transferência de Tecnologia • Sanidade animal • Recursos Hídricos do Cerrado • Biocombustíveis • Agricultura Orgânica • Obesidade Infantil • Desenvolvimento da agricultura • Desenvolvimento da agricultura • Melhoramento Genético do Tomate • Microalgas • Recuperação de matas ciliares • Amazônia Sustentável • Conservação de material genético • Bioeconomia • Gestão da pesquisa • Aproveitamento energético de resíduos • Espécies de animais em extinção • Cavalo Pantaneiro • Matopiba • Carreira de pesquisado amá • Mudan spécies v a • Sistema de Inteligência Estratégica • O papel do Brasil no combate à fome • Desp tos • Gestão Alface tra tura de precisão • Genoma do eucalipto • Semioquímicos • Gestão de recursos hídric rrado • Altera os ciclos de Carbono ogênio • Terremotos no Brasil • Adaptabilidade Animal • Sequenciamento do café canéfora • Solos do Br rição: alime uso de suplemento sustentável da água • Macaúba como fonte para biocombustíveis • Doenças Raras • Feira de Ciências • S lhoramento Batata • Dend inga • Uso das geotecnologias na agricultura • Uso do Biodiesel no Brasil • Intensificação Sustentáv ão de órgã o e alerta ais • Produção de algodão no Brasil • Microbiomas de plantas • Gestão ambiental dos resíduos Soja no Cerrado • Ma rado de Pragas Programa Mulher e Ciência • Produção de Coco • Produção de sementes de hortaliças • Fonte gia elétrica • Drones n ura • Educação am ara sustentabilidade • Sistema Cultivance – soja transgênica • Microrganismos e Agroenergi idade urbana e novas t as • Patrimônio ag ndial • Acervos científicos • Pecuária Leiteira de Precisão • Mandioca: alimento do século XX Livre de Vírus • Cadeia a do caju • Manejo tas • Aplicativos na agricultura • Engenharia Biomédica • Ondas gravitacionais • Defesa Veg des Aegyp ção de mento Básico Rural • Castanha-do-Brasil • Grafeno • Biotecnologia no melhoramento de planta o de pas icos • Alim vel • Ciência e Amazônia • Sustentável • Intercâmbio de recursos genéticos • Técnica de edição de genoma • Biofísica molecular • Cooperação Científica Internacional • Carne Carbono Neutro • Bem-estar animal • Realidade aumentada • Evolução da agricultura mundial • Inovação da indústria brasileira • Padrões de envelhecimento em idosos longevos • Rumos da pesquisa agropecuária • Protótipo pode auxiliar em cirurgias no SUS • RNA Interferente • Terapia para depressão • Higroeletricidade • Bebidas de cereais com pró-bióticos • Melhoramento genético da batata-doce • Produção de embriões • Mundo Rural Brasileiro • Legado de Darwin na Agropecuária • Produção de Cacau • Alimentos Orgânicos • Física Quântica • Cultivo Protegido • Microorganismos e saúde humana • Fauna do Cerrado • Biossegurança • Mudanças Climáticas • Alimentos, Nutrição e Saúde • Quilombolas • Biofrito • Abelhas • Ciência e saberes tradicionais • Festas Populares • Medicina Complementar • Gestão Territorial • Depressão

155

temas sobre Ciência, Tecnologia e Inovação a um clique

www.youtube.com/user/ConexaoCiencia/videos

O Conexão Ciência vai ao ar todas as terças-feiras, às 19h30, na TV NBR

Embrapa

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

BRASIL GOVERNO FEDERAL