unespciência

dezembro de 2009/janeiro de 2010 • ano 1 • número 4 • R$ 7,00

BIOÉTICA AVANÇOS NAS PESQUISAS COM COBAIAS

DEMOCRACIA DESENCONTROS NA AMÉRICA LATINA

CAVERNAS IMPACTOS DO TURISMO NO PETAR

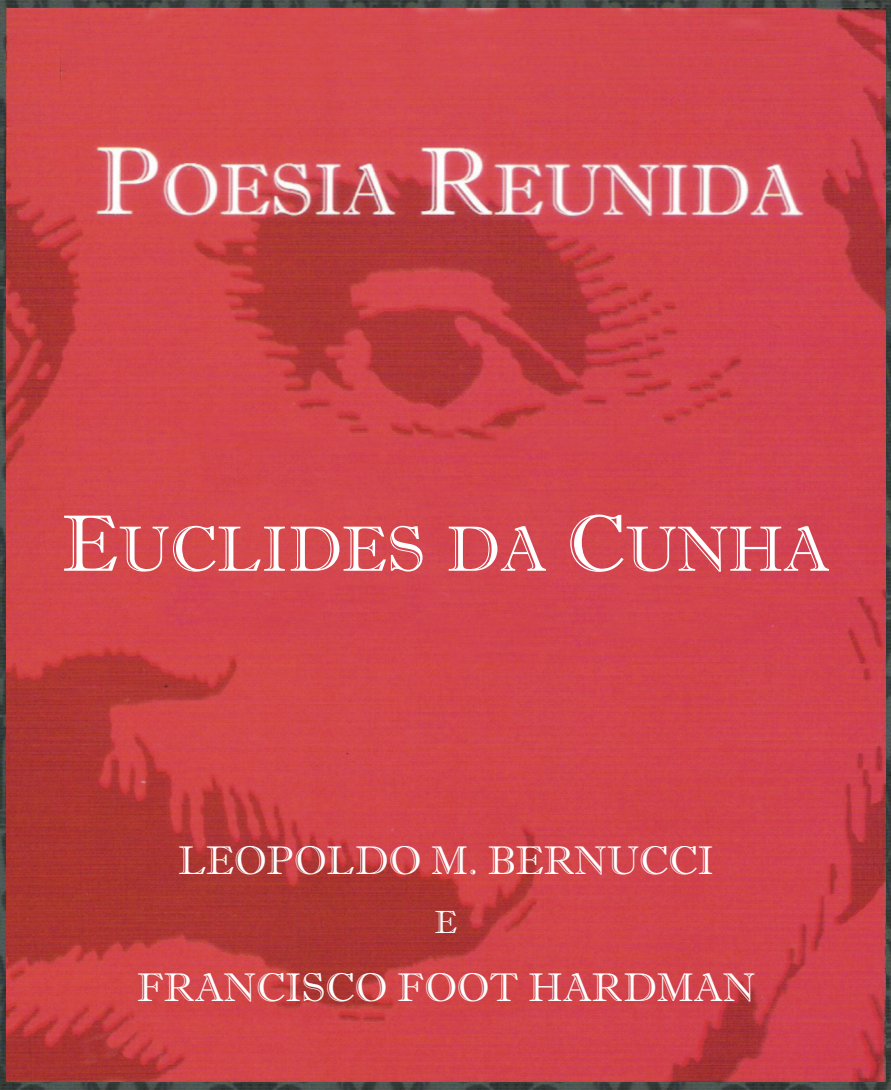
Rogério Soud

O peso da agropecuária no clima



De vilão do aquecimento global, setor pode passar a mocinho se vingarem os planos do governo de reduzir as emissões de gases-estufa de rebanhos e plantações

ISSN 2176-011X



No centenário da morte de Euclides da Cunha, o leitor tem pela primeira vez acesso ao conjunto integral de seu acervo poético. Quem já conhece a arte maior de sua prosa encontrará aqui o complemento ideal para a melhor compreensão da obra e do pensamento desse intelectual ímpar. Fruto de extensas pesquisas de Leopoldo Bernucci e Francisco Foot Hardman, *Poesia reunida - Euclides da Cunha* reúne também versos que permaneciam inéditos até este momento.

editora unesp

www.editoraunesp.com.br

Governador
José Serra
Secretário de Ensino Superior
Carlos Vogt

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Reitor
Herman Jacobus Cornelis Voorwald
Vice-reitor
Julio Cezar Durigan
Pró-reitor de Administração
Ricardo Samih Georges Abi Rached
Pró-reitora de Pós-Graduação
Marilza Vieira Cunha Rudge
Pró-reitora de Graduação
Sheila Zambello de Pinho
Pró-reitora de Extensão Universitária
Maria Amélia Máximo de Araújo
Pró-reitora de Pesquisa
Maria José Soares Mendes Giannini
Secretária-geral
Maria Dalva Silva Pagotto
Chefe de Gabinete
Carlos Antonio Gamero

editora unesp
fundação
Presidente do Conselho Curador
Herman Jacobus Cornelis Voorwald
Diretor-presidente
José Castilho Marques Neto
Editor-executivo
Jézio Hernani Bomfim Gutierre
Assessor editorial
Antonio Celso Ferreira
Superintendente administrativo e financeiro
William de Souza Agostinho

unespciência
Diretor editorial Maurício Tuffani
Editora-chefe Giovana Girardi
Editor de arte Ricardo Miura
Editores-assistentes
Luciana Christante e Pablo Nogueira
Colunista Oscar D'Ambrosio
Repórter Igor Zolnerkevic
Repórter fotográfico Daniel Patire
Colaboradores Felipe Modenese, Marcelo Leite e Sergio Adeodato (texto); Aline Grego, Daniel Loebmann, Eliana Assumpção, Guilherme Gomes e Luiz Machado (fotografia); Fernando Gonsales e Rogerio Soud (ilustração)
Projeto gráfico Buono Disegno
(Renata Buono e Luciana Sugino)
Produção Mara Regina Marcato
Apoio administrativo Thiago Henrique Lúcio
Endereço Rua Quirino de Andrade, 215, 4º andar, CEP 01049-010, São Paulo, SP. Tel. (11) 5627-0323.
www.unesp.br/revista unespciencia@unesp.br

imprensaoficial
Diretor-presidente Hubert Alquéres
Diretor industrial Teiji Tomioka
Diretor financeiro Clodoaldo Pelissioni
Diretora de gestão de negócios
Lucia Maria Dal Medico

Tiragem 25 mil exemplares
É proibida a reprodução total ou parcial de textos e imagens sem prévia autorização formal.

carta ao leitor

'Esfriamento' global

E chegou dezembro de 2009, o mês que vinha sendo aguardado por praticamente qualquer pessoa que acompanha de perto os rumos do clima do planeta. No final de 2007, quando se encerrou em Bali (Indonésia) a 13ª conferência do clima (COP) da ONU, foi feito um alerta para que quando os representantes de 191 países, mais a União Europeia, voltassem a se reunir na COP deste ano, em Copenhague, eles chegassem a um novo tratado, com metas rigorosas, para combater o aquecimento global.

Dois anos se passaram, mas a discussão não avançou como deveria para alcançar esse objetivo e, pelo andar da carruagem, especialistas já esperam que os países não vão atingir o tão necessário acordo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Sim, a discussão pode continuar no ano que vem, e o leitor pode se perguntar se apenas um ano de atraso fará tanta diferença assim. O problema é que um tratado internacional é só o primeiro passo para que os países comecem a agir. Em geral considera-se que 2009 é a data limite para os governos terem tempo suficiente para colocar um novo acordo em vigor a partir de 2013. No ano anterior, expira o primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto, que estabeleceu metas bem mais singelas de controle das emissões, e mesmo assim pode não ser cumprido.

Os danos provocados pelas mudanças climáticas, porém, se avizinham. Alguns já estão em andamento. Quando fechávamos esta edição, por exemplo, a ONU divulgou um relatório apontando que nos últimos 20 anos o número de desastres naturais dobrou e que 70% deles estavam, de alguma maneira, relacionados com o clima. Geleiras andinas estão rapidamente perdendo o gelo em seu topo, o que vai afetar o abastecimento de água das cidades que ficam ao seu pé. São as populações mais pobres sendo atingidas enquanto as nações mais ricas não resolvem seus impasses.

O Brasil fez um gesto de boa vontade. Anunciou um compromisso de redução das emissões para levar a Copenhague e aparentemente vai usá-lo para pressionar os principais países emissores a também atacarem o problema. Os presidentes Obama (EUA) e Hu (China) disseram primeiro que não ia ter jeito, para depois falarem que vão se esforçar. O planeta não vai pagar para ver. Seja como for, feliz 2010!

Em tempo, a partir de agora temos blog e twitter. Veja lá: www.unesp.br/revistablog e @unespciencia.

Giovana Girardi
editora-chefe

sumário



16 **O agronegócio e o clima**

Brasil descobre no setor uma grande oportunidade para cortar emissões de gases-estufa, em especial na pecuária, antes associada apenas com o desmatamento da Amazônia e com a piora do aquecimento global



24 **América Latina em crise**

Posicionamento de governantes sobre impasse político em Honduras expõe as diferentes visões sobre a democracia no continente



28 **Revolução das cobaias**

Aos 50 anos da publicação dos três mandamentos para a pesquisa com animais, Brasil começa a buscar formas de substituir os bichos, reduzir seu uso e refinar os procedimentos

6 **Perfil**
Maria Helena Neves: a linguista que trouxe reflexão para a gramática

10 **Como se faz**
O trabalho de cientistas que tentam melhorar a produção de cogumelos

14 **Estação de trabalho**
Mel, capacete e mil engenhocas na mesa de um físico experimental

36 **Estudo de campo**
Espeleólogos avaliam efeitos do turismo em cavernas do Petar

42 **Quem diria**
Pesquisador brasileiro está literalmente reinventando a roda

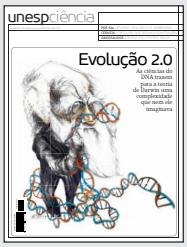
44 **Arte**
O encontro da literatura com as artes plásticas

46 **Livros**
Chomsky e a abordagem biolinguística

48 **Click!**
Lagarto é a prova da ligação entre Caatinga e Mata Atlântica

50 **Ponto crítico**
Notícias sobre desmatamento não mostram dano total

cartas



No ano Darwin 200, nem os antidarwinistas imaginavam: a **Unesp Ciência** abordou o status epistêmico da teoria da evolução de Darwin e apresentou visões antípodas e extremas da evolução.

O título e o subtítulo induziram o leitor ao detalhamento do grau de dificuldade que a complexidade encontrada nas ciências do DNA trouxe para a corroboração da teoria da evolução de Darwin num contexto de justificação teórica. As evidências contrárias foram quase "invisíveis" ao longo do texto. Serviram tão somente de "gancho" para desvelar as evidências a favor do fato da evolução.

O editorial celebrou a teoria de Darwin (omitiram Wallace) como "revolucionária" quando há precursores. A afirmação de Dobzhansky — "nada em biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução" — não veio acompanhada da "confissão de fé" dobzhanskyana feita naquele artigo: ele era teísta evolucionista. A obra de Darwin teve repercussão com rejeição. Os anos de 1859 a 1882 foram de controvérsia. A teoria entrou em eclipse em 1909. Hoje, o ensino da evolução é versão expandida e melhorada do pensamento darwiniano, mas é teoria morta desde 1980. O espectro de Lamarck ronda Darwin, mas a mudança conceitual mais importante não é o ambiente agindo no processo evolutivo: é a origem da informação complexa especificada e da complexidade irredutível de sistemas bióticos. A falta de explicações dos saltos evolutivos é objeção fatal à teoria de Darwin e fortalece a teoria do Design Inteligente. A revista está de parabéns pela abordagem, mas faltou "ouvir o outro lado"...

Enézio E. de Almeida Filho, Coordenador do Núcleo Brasileiro de Design Inteligente

Nota da redação: Convidamos o missivista a usar o espaço de nosso blog (www.unesp.br/revistablog) para ele e pesquisadores defensores do DI se manifestarem sobre o assunto.

Parabéns pela publicação! Gostei bastante do tom e da qualidade dos textos dos artigos. Sobretudo da matéria feita com o Borba [Francisco da Silva Borba – "A língua do Brasil, palavra por palavra, edição 1]. Eu sou professor de Linguística, mas sou jornalista de formação e gosto de ler um texto desengessado, aberto, isso é que é divulgação científica de qualidade!

Jean Cristtus Portela, professor de Linguística da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, câmpus de Bauru

Em virtude da reportagem publicada na revista número 2 ["Droga para o 3º mundo"], recebemos pelo nosso site centenas de mensagens de cidadãos nos parabenizando, bem como de cientistas brasileiros manifestando seu desejo de também participar de pesquisas abertas e voltadas para as necessidades de nossa população. Uma das coisas que mais nos impressionaram foi que a reportagem, além de ser replicada em inúmeros sites no Brasil e exterior, conseguiu mobilizar e trazer ao debate cidadãos comuns, o que é muito auspicioso, pois indica que a publicação transpôs a lacuna entre universidade e sociedade. Parabéns e obrigado pela oportunidade.

Iseu Nunes, diretor-geral da Farmabrasilis



Guilherme Gomes

Luciana Christante

Maria Helena de Moura Neves

Em defesa de uma gramática que funcione

Uma das principais linguistas do país, pesquisadora da Unesp de Araraquara critica o ensino atual e defende que a disciplina é fascinante

Para a maioria das pessoas alfabetizadas no Brasil, gramática é sinônimo de decoreba. Maria Helena de Moura Neves, 78, uma das mais respeitadas linguistas do país, concorda: "Isso que se ensina na escola é 'gramatiquisse'". Antes não houvesse, segundo ela, porque cria um bloqueio nos alunos e impede que se veja sua real beleza. Para a professora aposentada da Faculdade de Ciências e Letras da Unesp em Araraquara, gramática é algo fascinante, é a vida da língua. E nada tem de rígida como fazem parecer os manuais que quase ninguém abre. "Quando digo que esta é minha especialidade, sempre preciso fazer um parêntese para explicar que não fico o dia todo procurando sujeito, verbo e predicado", diz, bem-humorada.

Se gramática não é apenas um conjunto de regras tediosas que servem para classificar mecanicamente palavras, locuções e orações, o que é afinal? "É aquilo que arranja e arquiteta a produção de sentidos. É a língua no seu funcionamento. A maior parte do que se decora nas aulas de gramática não é verdade, porque não é assim que a linguagem funciona", afirma.

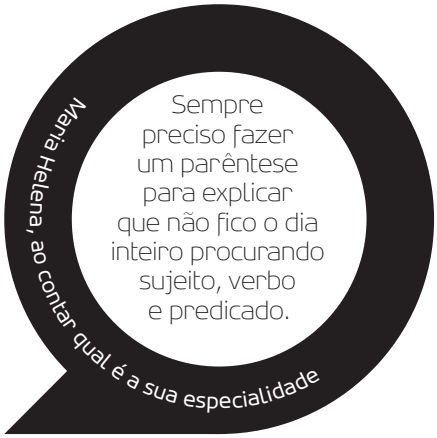
Maria Helena é uma gramática funcionalista – vertente na qual o que importa é a função, determinada pelo uso, das formas linguísticas. Em vez de se pautar pelo que prescrevem os manuais e julgar o que é certo ou errado, ela usa uma abordagem científica para analisar a gramática viva.

Boa parte de seu trabalho é baseado num *corpus*, uma base de dados informatizada que reúne diversos tipos de textos (jornalísticos, didáticos, ficcionais, oratórios etc.) publicados no Brasil desde o século 19. Um trabalho que foi desenvolvido por ela e seu colega Francisco da Silva Borba. Iniciado nos anos 1980 e atualizado periodicamente, o *corpus* é uma gigantesca amostra do português real – contém hoje cerca de 200 milhões de palavras (leia reportagem em **Unesp Ciência**, 1ª edição).

Contrastar regra e realidade é uma das principais linhas de trabalho da pesquisadora, o que rendeu dois livros: *Guia de uso do português* (Editora Unesp, 2000) e *Gramática de usos do português* (Editora Unesp, 2003) – dois catataus, um com 800 e o outro com mais de mil páginas. Para mostrar que a riqueza e o dinamismo da língua não cabem em manuais engessados, ela cita o caso do "mas".

Segundo a norma gramatical, "mas" é uma conjunção adversativa, ou seja, serve somente para ligar duas orações contrárias. Na prática, porém, ela aparece conectando também frases que vão na mesma direção. "Comprei esse livro, mas em São Paulo", exemplifica a autora em sua sala no câmpus de Araraquara. Outro exemplo, desta vez literário, vem do conto *O búfalo*, de Clarice Lispector, cuja primeira frase é "Mas era primavera.". "Ninguém pode dizer que Clarice não sabia gramática", ironiza.

É nesse terreno escorregadio da linguagem, em que as palavras deslizam para con-



O que dizem
sobre Maria Helena

Francisco da Silva Borba
prof. aposentado da Unesp em Araraquara

Além de ser muito inteligente, ela tem uma determinação e uma disciplina incríveis. A agilidade mental dela é invejável. Vive o trabalho com muita intensidade e está sempre disposta a aprender com seus alunos. Escreve com clareza e simplicidade. É a pesquisadora mais produtiva que conheço. É dela a melhor gramática que existe atualmente, pois reflete exatamente como a língua funciona. Sua contribuição para a Linguística brasileira é inegável.

José Luiz Fiorin
professor aposentado da USP

Sua obra apresenta não apenas extensão máxima como uma qualidade de mais alto grau. Profunda conhecedora da tradição gramatical, ela tem plena noção do preceituário normativista dos nossos compêndios gramaticais. Conhece muito bem, por sua minuciosa pesquisa, como estão sendo distribuídas as diferentes formas no uso vivo da língua. Sua carreira é de uma notável coerência. Conhecê-la e ser seu amigo foi um dos maiores privilégios que a vida acadêmica me ofereceu.

Marize Mattos Dall'Aglio Hattnher
professora da Unesp em S. José do Rio Preto

Ser orientada por ela é ter a experiência de aprender com a clareza de seu raciocínio; é encontrar o encantamento a cada nova pergunta que deriva de uma pesquisa; é aprender a pensar com autonomia; é ter a certeza de uma companhia atenta, de uma instrução segura.



Arquivo Pessoal

A linguista autografando sua *Gramática de usos do português* em Salvador em 2000

ferir ao texto diferentes efeitos de sentido, que a linguista transita com desenvoltura e gostaria de ver os alunos mergulhados. Esse é o caminho, segundo ela, para reconhecer as características objetivas, persuasivas ou poéticas de um texto, o que é muito mais importante do que saber se o sujeito é composto ou oculto. "Desse modo, o aluno cria gatilhos mentais, de forma que quando quer falar ou escrever para produzir tal sentido, ele aciona esse processamento." Em vez de ficar tateando a superfície das palavras, o aluno deveria ser levado a penetrar no texto, defende.

As críticas ao ensino formal de gramática partem de alguém que conhece bem a realidade da educação brasileira. Antes de concluir a graduação em Letras, aos 39 anos, Maria Helena foi professora de português em escola pública, no ensino fundamental e médio, durante quase duas décadas. Essa bagagem a levou, vários anos mais tarde, a investigar os descaminhos do ensino básico da disciplina. Em *A gramática – história, teoria e análise, ensino* (Editora Unesp, 2001), Maria Helena traça um diagnóstico desanimador: "100% dos professores entrevistados afirmam ensinar gramática. Uma conclusão muito grave que se tira dos resultados da pesquisa, porém, é que os professores confessam que seu trabalho (...) 'não serve para nada'".

Mudar isso é função da universidade, avalia. "O ponto crítico é a formação dos professores", diz. "Eles têm de sair da faculdade com a noção de que a linguagem é operacionalizável no uso, que ela é nosso instrumento de reflexão. É curioso que, justamente na aula que trabalha a linguagem, não exista espaço para reflexão." Essa é a mensagem que ela passa quando participa de cursos dirigidos a educadores e nas palestras que dá pelo Brasil, quase sempre diante de auditórios lotados.

Mas diagnosticar o problema e apontar caminhos para mudança não é o suficiente para a pesquisadora. Seu trabalho ajuda a entender também as raízes históricas que explicam o anacronismo do ensino contemporâneo da disciplina.

Raízes gregas

A gramática, como estudo da língua, surgiu na Grécia Antiga, com caráter explicitamente normativo (o termo grego *grammatiké* significa "a arte de ler e escrever"). O primeiro manual conhecido data do século 1º a.C. e foi produzido na biblioteca de Alexandria. Por essa época, a civilização grega já estava ruindo, como resultado de um longo período de invasões bárbaras. Assim, a normatização foi uma resposta à necessidade de preservar a língua e a cultura. "Naquelas circunstâncias, fazia todo

sentido fazer uma gramática normativa, mas hoje não. Por inércia e falta de compreensão, continuamos reproduzindo esse modelo", afirma a pesquisadora.

Foi por causa da Grécia Antiga que Maria Helena entrou para a academia. Em 1967, a então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara (depois encampada pela Unesp) criou a graduação em Letras Português-Grego. Com os três filhos já praticamente criados, ela não resistiu e prestou o vestibular. Depois de duas especializações (em Linguística e Grego), também em Araraquara, partiu direto para o doutorado em Filosofia na USP, que cursou com a licenciatura em Alemão na Unesp – para poder ler a literatura da área, na época majoritariamente germânica.

A tese deu origem ao livro *A vertente grega da gramática,* de 1987 (reeditado pela Editora Unesp em 2004). "É uma obra notável em que ela faz um estudo muito aprofundado da filosofia grega para desvelar as bases teóricas e o contexto que cercam o aparecimento da gramática", afirma José Luiz Fiorin, professor aposentado de Linguística da USP e colega de Maria Helena dos tempos de especialização.

Aposentada desde 1987, mas sem nunca ter deixado de trabalhar, a rotina atual da pesquisadora deixaria muitos jovens com olheiras profundas. Dormindo cerca de quatro horas por dia, ela dá aula nos cursos de pós-graduação da Unesp em Araraquara e da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo. É coordenadora do grupo de pesquisa em gramática de usos do CNPq e assessora do órgão na concessão de bolsas na área de Linguística. Autora de mais de 20 livros, está prestes a começar a trabalhar num novo dicionário de usos do português, coordenado por Francisco da Silva Borba, com quem já produziu três outras obras semelhantes.

"Ao conhecê-la na seleção para a especialização em Linguística, em 1975, descobri o que era ser o segundo da classe", recorda Fiorin. Ele destaca ainda que Maria Helena é a primeira mulher autora de uma gramática no Brasil. Ser a primeira, aliás, é algo a que ela está acostumada desde cedo. A vaga de professora na rede pública, que assumiu com 18 anos, foi um prêmio recebido por ter sido a melhor aluna de sua turma de Magistério. Seu fascínio pela gramática, porém, é anterior. Ainda menina, costumava abrir sobre a mesa três edições de *Os lusíadas* para compará-las.

Com uma legião de fãs no país, a pesquisadora protagonizou um evento atípico em agosto de 2008, em Araraquara. Seus ex-orientandos e colegas organizaram um congresso para homenageá-la. Foram três dias de programação com a fina nata da Linguística brasileira apresentando e debatendo diversas vertentes da pesquisa em gramática, não só a funcionalista. "Queríamos demonstrar nossa admiração por suas inestimáveis contribuições à Linguística, pela sua atuação generosa e exemplar na formação de novos pesquisadores, pela afetividade que partilha com todos que dela se acercam", diz a organizadora do evento, Marize Mattos Dall'Aglio Hattnher, ex-aluna e hoje professora da Unesp em São José do Rio Preto. Sua obra é reconhecida inclusive por colegas de universidades portuguesas, que frequentemente a convidam para participar em eventos além-mar.

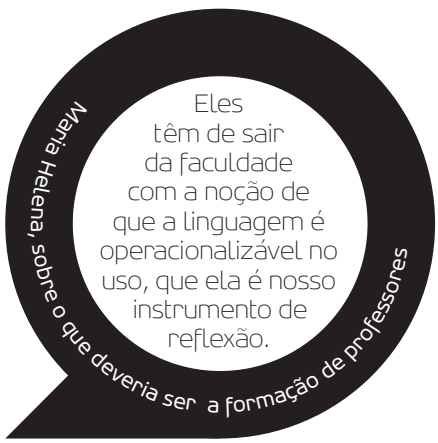
Maria Helena confessa que é do tipo de orientadora que "pega no colo", mas exige dedicação. Alunos de iniciação científica ela só aceita se puderem passar quatro horas diárias na sua casa. "Quando eles terminam o trabalho, já estão com o projeto de mestrado pronto", orgulha-se. Os orientandos de mestrado e doutorado sempre somam dez, "que é o máximo permitido pela Capes", justifica. Nesse ritmo, ela já formou cerca de meia centena de pesquisadores e não pretende parar tão cedo.

Modismos e acordo ortográfico

Para alguém que entende a língua como um sistema dinâmico e indeterminado, fenômenos atuais como o excesso de estrangeirismos e gerundismos não são exatamente um problema, ainda que muitos os vejam como atentados ao bom português. Sobre a invasão de palavras de origem inglesa no vocabulário, Maria Helena relativiza lembrando que, quando o francês ditava a moda, condenavam-se os galicismos. Já em relação ao gerundismo, a pesquisadora vê o fenômeno como resultado do surgimento dos *call centers*. "Construindo a frase com gerúndio você minimiza uma ordem, dilui a ação no tempo. Fica mais polido. O problema é que acabou criando um calo, mas também não precisa abolir."

A língua tem mecanismos de defesa, segundo ela. Como exemplo, cita os estrangeirismos usados como estratégia de marketing que a população geralmente ignora. Apesar do que ditam algumas vitrines, ninguém diz "Eu vou a uma *sale*" ou "Comprei esta blusa com 50% *off*". "Não adianta fazer lei, quem vai dizer o que fica é o povo." Ela também não teme pela extinção da literatura diante da avalanche de livros de autoajuda que, para ela, não valem como leitura. "A literatura coloca o leitor numa situação de interlocução. Ele vai imaginar, sentir, se enlevar, se elevar. A autoajuda tem outra função, que é resolver problemas." Para a linguista, a boa literatura nunca vai acabar.

Outro tema candente para o qual a pesquisadora vem sendo muito requisitada é o acordo ortográfico, que ela julga necessário, embora critique a forma como foi implementado. "Vivemos num mundo globalizado, então é importante que Brasil e Portugal escrevam da mesma forma." Por outro lado, diz, houve uma série de equívocos de interpretação do acordo, que acarretaram diversos problemas ao *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, o Volp, elaborado pela Academia Brasileira de Letras. Segundo ela, é por isso que o acordo tem gerado tanta confusão, principalmente no caso da hifenização. "Vão ter de consertar o Volp", decreta.



Felipe Modenese

Fungo de comer e de curar

Pesquisadores de Botucatu investigam formas de melhorar o cultivo de cogumelos comestíveis e medicinais para elevar a produção brasileira a um padrão internacional

O micologista americano Paul Stamets vem fazendo fama pelo mundo como o homem que pretende salvar o planeta com fungos e cogumelos. Ele propõe que esses organismos podem auxiliar a humanidade na luta contra as mudanças climáticas, além de servirem para os mais diversos fins de base para novos medicamentos a instrumentos de microrremediação de solos contaminados. Visionário ou lunático, Stamets não está sozinho na percepção de que o papel dos cogumelos vai muito além dos toques à gastronomia ou das viagens alucinógenas.

Com expectativas bem mais modestas, mas não menos importantes, pesquisadores do Módulo de Cogumelos, da Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, câmpus de Botucatu, têm mostrado que uma série de espécies de fungos (eles já avaliaram mais de 200, fora os tradicionais champignon, shimeji e shiitake) podem trazer benefícios à saúde e ao ambiente, além de serem uma fonte orgânica de baixa caloria e muito nutritiva de alimento. A equipe já descobriu, por exemplo, que alguns cogumelos podem estimular o sistema imunológico, tendo apresentado resultados na contenção do avanço de tumores.

Seu cultivo, no entanto, não é fácil. Sensíveis às condições ambientais, os cogumelos só aparecem quando ocorre algum estresse ambiental. Os cientistas investigam qual é a melhor forma de induzir isso, atingindo a maior quantidade do produto sem perder a qualidade de seus nutrientes e substâncias com poder medicinal.

Fungos são micro-organismos decompositores. Usando suas próprias enzimas, eles quebram moléculas complexas, como a celulose, para absorver os nutrientes. Assim, suas células se multiplicam originando um aglomerado de filamentos chamado micélio. Quando ocorre carência de alimento, variação de temperatura e umidade, algumas espécies desenvolvem uma estrutura para a reprodução sexuada, chamada corpo de frutificação – o cogumelo propriamente dito.

A estrutura tem função semelhante aos frutos, ou seja, produção, proteção e dispersão dos esporos, equivalentes às sementes. Na natureza, surge após grandes chuvas e quando a temperatura é favorável, desaparecendo rapidamente. Alguns fatores são definitivos para o desenvolvimento dos cogumelos, como temperatura, umidade, ventilação, quantidade de gás carbônico – os chamados fatores abióticos –, e higienização e competição – fatores bióticos.

É preciso tecnologia para prover as condições ambientais ideais, controlar os micro-organismos que competem pelo alimento, definir o substrato (composto onde o cogumelo vai crescer) mais indicado para uma determinada espécie. Tudo isso permite a criação de um fluxo produtivo contínuo, sem sazonalidade. Assim, quanto maior o conhecimento e a tecnologia, maiores as chances de prosperar no mercado.

É justamente para aumentar a produtividade que os pesquisadores do Módulo de Cogumelos vêm trabalhando. Eles desenvolvem métodos para melhorar as condições de cultivo e atingir maior qualidade dos cogumelos comestíveis no Brasil. "Uma das saídas encontradas foi aproveitar resíduos agrícolas e agroindustriais, como palhas, bagaços e gramíneas, no plantio", explica a professora Marli Teixeira de Almeida Minhoni, coordenadora do grupo.

Os materiais orgânicos são analisados para que se conheçam suas características físicas, químicas e biológicas e, a partir



Fotos: Aline Grego



FASE INICIAL
Filamentos surgem em composto de palha de trigo com bagaço de cana



ESTRESSE PROGRAMADO
Dentro de condições específicas, shimeji 'floresce' no laboratório

disso, possam ser selecionados como os melhores componentes do substrato. Os pesquisadores estão testando os resíduos mais comuns no Brasil e buscam novas possibilidades para os produtores de cada região. A vantagem é que os materiais, ricos em carbono e energia, que seriam abandonados ou queimados, passam a ser úteis para a produção de alimentos.

As pesquisas incluem um minucioso processo de cultivo. É fundamental, por exemplo, eliminar organismos que possam competir por matéria orgânica com os fungos. Por isso, ao lado da sala das geladeiras tomadas por amostras de fungos no laboratório do módulo, ficam as autoclaves, duas enormes "panelas de pressão", de três e cinco metros de comprimento, para esterilizar materiais. "Condições severas de higiene em todas as fases do cultivo são fundamentais para diminuir a incidência de pragas e contaminantes", afirma Marli.

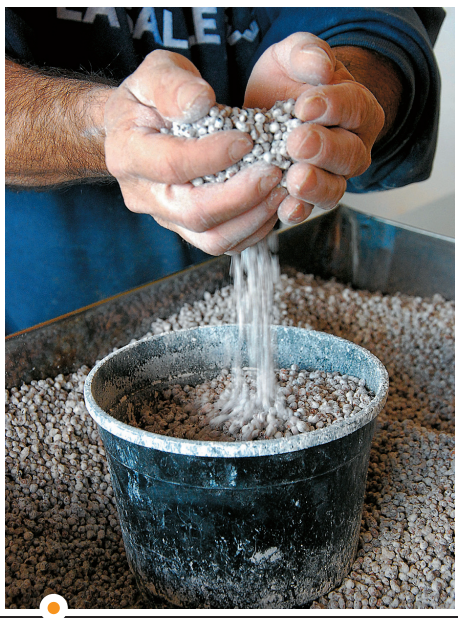
Para preparar as "sementes" de cogumelos, os funcionários colocam nas autoclaves sacos fechados de grãos ou serragem preparados para servir de alimento inicial aos fungos. O aparelho é lacrado para que, por 4 horas, vapores a 120°C acabem com os intrusos. Depois, o fungo é depositado em material estéril. Os pacotes, novamente lacrados, seguem, então, para uma sala de incubação por 20 dias. Logo estarão prontas as "sementes".

Enquanto isso, a equipe prepara o substrato, em um processo chamado compostagem. "Para qualquer tipo de cogumelo cultivado existem ingredientes certos para atender as suas necessidades nutricionais", explica Marli. A lista inclui palha, farelo, bagaço de cana-de-açúcar, serragem e esterco. Com isso, os pesquisadores podem estudar o cultivo das espécies de maior interesse: *Agaricus blazei* (cogumelo medicinal cuja foto abre esta reportagem), *Agaricus bisporus* (champignon), *Lentinula edodes* (shiitake) e *Pleurotus ostreatus* (shimeji).

No caso do *A. blazei*, os pesquisadores notaram que havia uma perda de substâncias com potencial medicamentoso da versão natural para a cultivada. "Quando coletávamos na natureza, o cogumelo tinha bastante betaglucano [um polissacarídeo]; quando o isolávamos, isso diminuía. Passamos a investigar o que poderia haver na natureza e que não havia no laboratório, de forma a melhorar as condições de



ELIMINAÇÃO DE INTRUSOS
Sacos de grãos que vão alimentar os fungos são esterilizados nas autoclaves



PRODUÇÃO DE 'SEMENTES'
O fungo é colocado no material estéril e segue para a fase de incubação



HORA DA COLHEITA
Fabrício Vieira colhe "cachos" de shimeji dos mais diversos blocos de substrato

cultivo", conta Diego Cunha Zied, que faz doutorado no módulo, com um período "sanduíche" na Universidad de Castilla-La Mancha, na Espanha, onde ele está agora.

Uma das possíveis explicações para isso, afirma ele, é que, na natureza os fungos passam 90% de sua vida na forma de micélio. Só de vez em quando eles "brotam" como cogumelos. Só que, para fins comerciais ou de pesquisa de substâncias promissoras, isso é muito pouco, então tenta-se garantir que os corpos de frutificação fiquem o máximo de tempo expostos. "Hoje já se consegue frutificação em 40% do tempo , mas quanto mais prolongamos isso, mais perdemos os polissacarídeos."



TESTE DE SUBSTRATO *Agaricus blazei* é cultivado em variados tipos de substrato; objetivo é testar em qual deles se obtém maior quantidade de substâncias com propriedades medicinais

Condições ideais

Diante desse dilema, Zied e equipe começaram a testar os mais diferentes substratos (bagaço de cana, palha de braquiária e aveia) e linhagens para ver em quais havia maior produção do betaglucano a fim de potencializar as características medicinais. Estudos anteriores do próprio grupo já haviam apontado que a substância contribui para o aumento da produção das células imunológicas NK (*natural killers*), que combatem a formação de tumores.

Outro aspecto importante, segundo Zied, é a cobertura de solo que fica sobre o micélio. Estão sendo testadas terra com carvão vegetal, casca de pinus, fibra de coco, turfa – "ela é muito mais cara, mas em compensação dá duas vezes mais betaglucano que a terra com carvão". A melhor combinação de fatores será divulgada até o final do ano que vem, quando ele deve apresentar sua tese de doutorado. O objetivo é estabelecer um protocolo de cultivo. "Quem quiser cultivar saberá qual é a melhor linhagem, em qual substrato, com qual cobertura, que tipo de estufa deve ser usada e quantos fluxos de frutificação podem ocorrer", explica.

O mesmo vem sendo investigado para cogumelos comestíveis. A principal linha de pesquisa do módulo tenta definir quais combinações de capins e resíduos agroindustriais propiciam melhores substratos. "A ideia é fundamentar a fungicultura nacional", explica Fabrício Rocha Vieira, aluno de mestrado do grupo.

A produção de cogumelos no Brasil começou na década de 1950 com imigrantes italianos, japoneses e chineses. As espécies cultivadas comercialmente no país não são nativas, com exceção do *A. blazei*, proveniente das regiões serranas da Mata Atlântica paulista. De acordo com Marli, o cultivo aqui ainda é em pequena escala e feito pela agricultura familiar, caracterizada por baixa tecnologia. "Há muitos erros de manejo em todo o sistema de produção. Há problemas na formulação dos substratos, no uso de sementes e transtornos com a persistência de pragas e contaminantes", explica. Mesmo o champignon, natural da França, o cogumelo mais consumido no Brasil, apresenta baixa produtividade em relação a países exportadores.

Para a produção das espécies mais tradicionais, os pesquisadores do módulo já observaram que todo o processo, em geral, realiza-se de maneira ótima a 24°C e 85% de umidade, ao longo de 20 dias.

Objetivo dos pesquisadores é estabelecer novos padrões de cultivo a fim de oferecer fundamentos para os produtores nacionais, que, em sua maioria, ainda são ligados à agricultura familiar e não contam com tecnologia

Depois desse crescimento, chamado corrida de micélio, a unidade de cultivo está no ponto para gerar cogumelos. "Nessa fase, diminuímos a temperatura do ambiente, em um choque que provoca o estresse necessário à frutificação", explica Augusto Ferreira da Eira, fungicultor e ex-coordenador do Módulo de Cogumelos.

Para controlar as condições ambientais, a unidade dispõe de alta tecnologia: câmaras climatizadas holandesas do modelo Dalsem Mushroom. São três contêineres com isolamento térmico total e que permitem regular algumas variáveis, como umidade relativa do ar, temperatura, luminosidade e concentração de gás carbônico e oxigênio, ao longo de todo o ciclo dos cogumelos. Por esse método, os pesquisadores conseguiram obter cogumelos que serviram de base para um dos estudos mais importantes do grupo, publicado recentemente no *International Journal of Medicinal Mushrooms*.

O trabalho, que fez parte de um projeto temático da Fapesp, tinha como objetivo investigar as propriedades medicinais do *A. blazei*. Os cientistas verificaram que os efeitos benéficos são obtidos com o extrato concentrado do fungo e não com comprimidos e chás. Concluíram também que essa forma de consumo estimula o sistema imunológico, melhora o apetite, diminui os efeitos colaterais de medicamentos antivirais, fadiga e dores musculares, além de auxiliar no tratamento de hepatite C e ser fonte de proteínas e vitaminas.

Carlos Eduardo Amorim

"Só não há espaço para sentar", avisa o professor do Departamento de Física da Faculdade de Engenharia, câmpus de Guaratinguetá, ao convidar para uma visita a sua sala – um mundo de cacarecos empoeirados e engenhocas. São impressoras e monitores desmontados, montanhas de relatórios de pesquisa, uma infinidade de pilhas e até uma torradeira. "Tudo é importantíssimo para a Física experimental", defende. A imagem que vem à mente é a do professor Pardal, fama que ele rejeita. Ele prefere outro personagem, Ludovico Von Pato (tio do Pato Donald). "Pardal era um amador, Von Pato, um cientista profissional."



MOTOR SEM EXPLOSÃO

Peças de bombril, madeira e latas compõem um "motor de Stirling", que Amorim constrói para fazer experimentos em sala de aula. Outro modelo foi construído com bolinha de gude e bexigas. Inventada em 1816, a máquina substituiu caldeiras para mover indústrias sem risco de explosões





MEL CASEIRO

Nas horas vagas, Amorim é apicultor. Ele costuma levar para casa sacos plásticos e restos de embalagens para alimentar o forno que vai derreter a cera das abelhas que cria no fundo do quintal



Eliana Assumpção



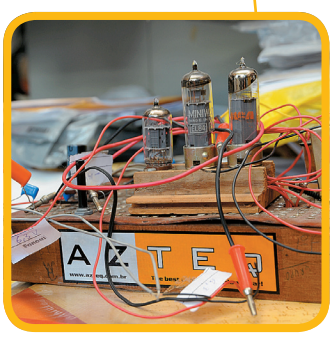
MOTOQUEIRO

O físico encontra um espacinho para guardar o capacete que usa para ir à universidade. Além da moto, como bom colecionador, ele mantém um velho Passat 77



PEDRA ARTIFICIAL

Pedra-sabão produzida em laboratório foi a solução encontrada pelo físico para reciclar resíduos das fábricas de panelas e outros artefatos típicos de Ouro Preto, em Minas Gerais



AMPLIFICADOR A VÁLVULA

Aposentadas pelos circuitos eletrônicos atuais, essas válvulas foram o segredo dos velhos aviões russos: "Usadas em amplificadores, elas proporcionam som de melhor qualidade que os aparelhos modernos"



Brasil busca uma nova

A conferência do clima se encaminha para um fracasso preocupante, mas o país faz a lição de casa e descobre uma grande oportunidade para cortar emissões de gases-estufa no agronegócio, em especial em áreas da pecuária, antes associadas apenas com o desmatamento da Amazônia e com a piora do aquecimento global

O escritor Antônio Callado, autor do magistral e meio esquecido romance *Quarup*, escreveu nos idos de 1970 que as riquezas da Amazônia repousavam num cofre fechado e que a chave para chegar a elas era a ciência. Quatro décadas depois, o cofre se encontra aberto – ou meio arrombado. Neste mês em que se realiza a conferência do clima de Copenhague, não está claro ainda se da arca escancarada sairá um exemplo para o mundo – uma economia no rumo de se provar sustentável – ou a repetição do destino trágico dado à Mata Atlântica. A chave ainda é a ciência, mas ela também pode dar a partida no trator da agropecuária.

Só agora, após o anúncio das metas que o governo federal leva a Copenhague (*leia quadro na pág. 19*), começa a se tornar evidente o papel central do setor agrícola na contribuição da economia brasileira para o aquecimento global. Quase um quarto das emissões nacionais de gases do efeito estufa (GEE) provém do campo. Isso em termos diretos, porque indiretamente a demanda da agropecuária por terras também impulsiona a maior bomba no hemisfério sul de gases que aquecem a atmosfera globalmente, o desmatamento, que responde por 52% dos GEE produzidos no território nacional.

A geração de energia é importante, até porque é o setor que mais aumenta a emissão (44% entre 1994 e 2005). A estimativa foi feita por Carlos Clemente Cerri, da USP em Piracicaba. Mas o setor agropecuário também avança em ritmo acelerado, de 27%, acima da média nacional de 17% naquele período.

Tirando o desmate da conta e deixando só setores mais produtivos da economia, por assim dizer, como indústria, energia e transportes, as emissões brasileiras avançaram à taxa de 41,3% em 11 anos. É um indicador bem menor que o de países em desenvolvimento como China (88,8%) e Índia (62,1%), mas bem acima da média mundial de 28,1%. Com a redução drástica do desmatamento nos últimos quatro anos – 2009 teve a menor área destruída em duas décadas, 7.000 km² –, logo o Brasil terá de iniciar um esforço para conter suas outras emissões. E aí terá de prestar muita atenção ao setor agrícola.

cara



VELHO MODELO ECONÔMICO
Vista aérea de região devastada no município de Vila Rica, norte do Mato Grosso, em maio de 2005

Ayrton Vignola / Folha Imagem



Alexandre Costa Cruscioli

PLANTIO DIRETO Nesta técnica de cultivo, as sementes são plantadas sem retirada da palha. Resultado: mais húmus e menos emissões. Na foto, trabalho em fazenda experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Boa parte das pessoas associa desmatamento com a ação de madeireiros, e de fato são eles que se apropriam da renda inicialmente gerada com a derrubada da floresta. Ao lado dos garimpeiros, são as cigarras – ou melhor, os gafanhotos – da exploração da Amazônia: chegam com alarido, gastam pequenas fortunas com bebidas e prostíbulos, ajudando a fundar vilas sem futuro. Depois vão em frente, para esgotar outro pedaço de floresta.

As formigas, verdadeiras saúvas, são os pecuaristas de todos os portes, de assentados da reforma agrária a latifundiários. Transformam a mata derrubada em pastagens e ganham a vida com a atividade mais rentável do campo amazônico hoje. Não é por menos que o rebanho bovino da região Norte é o que mais cresce no país, 81,4% no período entre 1996 e 2006 (119,6% no Pará), segundo o Censo Agropecuário 2006 do IBGE. São hoje 56,7 milhões de cabeças em Estados da Amazônia Legal, um terço do efetivo nacional de 171,6 milhões de bois.

Há também alguma incompreensão quanto às substâncias envolvidas no efeito estufa. Assim como se associa aquecimento global com destruição de florestas, no Brasil, sempre se aponta o dióxido de carbono (CO_2) como principal culpado. De fato, esse gás produzido pela queima de combustíveis fósseis e de biomassa é um dos que mais contribui para reter na atmosfera radiação originalmente vinda do Sol. Absorvida na superfície do planeta, parte dela se converte em radiação infravermelha (calor) e se dissiparia de volta ao espaço – não fosse pelos GEE presentes na atmosfera, que funcionam como uma manta. O efeito estufa é um fenômeno natural, mas pode se tornar um pesadelo pela ação do homem.

As atividades humanas não produzem só CO_2, porém. Dois outros gases se destacam pela alta capacidade de retenção de calor na atmosfera, ou o que especialistas chamam de potencial de aquecimento global (GWP, na abreviação mais comum, em inglês): o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). O metano é 21 a 25 vezes mais danoso que o CO_2; o óxido nitroso, ainda pior, 292 a 310 vezes. Para facilitar as contas e a comparação de emissões de GEE, todas elas são convertidas numa quantidade equiparável ao potencial do CO_2 (medida conhecida como CO_2-equivalente, ou CO_2-eq).

Na medida CO_2-eq, metano e óxido nitroso respondem por mais de um quarto das emissões brasileiras de GEE. E o maior responsável por sua produção não é o desmatamento, nem a energia ou os transportes, mas a agropecuária.

Os dois principais gases emitidos pela agropecuária, o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), têm um potencial muito maior de reter o calor na atmosfera que o dióxido de carbono (CO_2). O primeiro é até 25 vezes mais danoso, e o segundo, até 310 vezes pior

Gases bovinos

O metano é gerado sobretudo pela digestão anaeróbica (sem presença de oxigênio) de matéria orgânica, por exemplo, pela ação de bactérias na decomposição de restos vegetais submersos. É o caso de reservatórios de usinas hidrelétricas que alagam florestas, ou de campos de arroz irrigados por inundação. Mas 93% do CH_4 emitido no Brasil vêm de uma fonte sobre a qual se costumam fazer mais piadas do que análises, embora seja assunto sério para valer: fermentação entérica.

Pense bem antes de rir quando ouvir falar em flatulência e arrotos do gado. Mais da

metade das emissões de GEE da agricultura brasileira brotam na forma de metano do rúmen ou dos intestinos dos animais de criação, sobretudo bovinos (mas também caprinos e ovinos). Micro-organismos que vivem no trato digestivo de ruminantes degradam a celulose da matéria vegetal para extrair energia química nela fixada por meio da fotossíntese. Um dos subprodutos é o gás metano. Quanto mais massa vegetal e menos proteína houver na dieta do gado, mais CH_4 ele produzirá, contribuindo para o aquecimento global. Em média, cada boi no pasto produz por ano até 55 kg de metano, ou mais de uma tonelada de CO_2-eq.

Para reduzir a quantidade de metano emitido, é preciso melhorar a qualidade dos pastos. O grupo de pesquisa de Telma Teresinha Berchielli, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp em Jaboticabal, verificou que o enriquecimento da dieta pode reduzir em 9% o CH_4 bovino, com manejo de pastagens. O capim mais jovem e com mais folhas diminui a produção de ácido acético no rúmen e aumenta a de ácido propiônico, a condição necessária para conter a produção de metano. Esses dados experimentais foram obtidos com cangas especiais, que empregam a metodologia de gases traçadores (como hexafluoreto de enxofre) para medir o metano expelido pelo animal nas condições reais do pasto.

A maior parte do óxido nitroso – 95% – também se origina das atividades agropecuárias, em geral reunidas sob a rubrica "solos agrícolas". De novo, está na pecuária a maior fonte desse gás centenas de vezes mais potente que o CO_2, pois o grosso do N_2O escapa do estrume diretamente depositado sobre o solo, sendo o gado bovino de corte de longe o maior contribuinte. Se acrescentado o óxido nitroso na dívida *per capita* bovina com o clima global, ela salta para uma tonelada e meia de CO_2-eq por animal.

O emprego de fertilizantes sintéticos nitrogenados é a segunda fonte mais importante. Em compensação, a técnica agronômica da fixação biológica de nitrogênio – em que bactérias do gênero *Rhizobium* associadas a plantas leguminosas retiram

Algo de podre sairá do reino da Dinamarca

Representantes de 191 países-membros – mais a União Europeia – da Convenção da ONU sobre Mudança do Clima se reúnem a partir do dia 7 deste mês em Copenhague (Dinamarca). Deveriam sair dali com um novo tratado de combate à ameaça do aquecimento global, para expandir e intensificar as metas do Protocolo de Kyoto, de 1997, considerado um fracasso. Mas Copenhague segue no mesmo rumo, antes mesmo de começar.

O novo acordo deveria criar as condições para que o aumento projetado da temperatura média global não ultrapassasse 2°C neste século. Para isso, calcula-se que os países mais desenvolvidos teriam de cortar até 40% de suas emissões na próxima década, comparadas com o nível de 1990. Poucas nações fizeram algum progresso nessa direção, como a Alemanha, que até 2007 havia reduzido 21,3% de seu carbono.

Só os países do Anexo 1 têm metas obrigatórias por Kyoto, cujo primeiro período (2008-2012) previa diminuição média de 5,2%. Estão em 3,9%, e mesmo assim só porque uma hecatombe econômica varreu os países do Leste Europeu após a queda do Muro de Berlim. Os Estados Unidos, por exemplo, estão 16,8% acima do que emitiam em 1990.

Não é de estranhar, assim, que os EUA estejam bloqueando o caminho de Copenhague. O democrata Barack Obama elegeu-se com a promessa de reverter a política anti-Kyoto do republicano George W. Bush, mas a polarização sobre a questão climática no Congresso americano barra a aprovação da lei que criaria metas internas de redução de gases-estufa.

Sem essa legislação, Obama chega à capital dinamarquesa de mãos vazias. E um acordo sobre o clima sem os EUA, maior emissor mundial ao lado da China, não funciona, como prova Kyoto. Sem os americanos, China e Índia – gigantes que partiram de Kyoto sem metas obrigatórias – ganham o pretexto perfeito para não sair do lugar.

O Brasil até que tentou assumir uma posição de liderança que o credenciasse a destravar Copenhague. Menos de um mês antes da reunião, surpreendeu com um compromisso voluntário de reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões de carbono até 2020 – não sobre os níveis de 1990, como são formuladas as metas das nações ricas, mas um desvio da trajetória provável na próxima década.

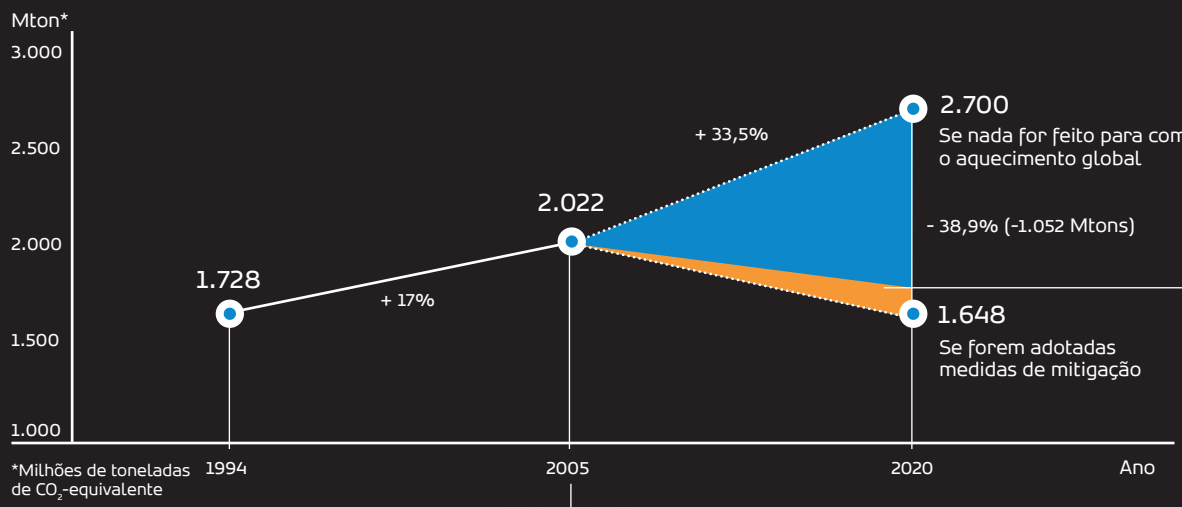
O compromisso brasileiro foi bem além do que o presidente Lula havia prometido meses antes, na Assembleia Geral da ONU: reduzir o desmatamento em 80% até 2020, o que garantiria 20% de corte, metade da redução máxima agora adotada. A nova proposta projeta diminuições em todos os setores econômicos, da geração de energia à indústria e dos transportes à agropecuária, mesmo com a economia crescendo a taxas entre 4% e 6% ao ano.

O anúncio aconteceu numa sexta-feira, 13 de novembro. Os supersticiosos dirão que não foi uma boa escolha de data. Fato é que, dois dias depois, em Cingapura, Obama e o primeiro-ministro dinamarquês Lars Rasmussen – anfitrião em Copenhague – anunciaram que as novas metas ficarão para outra conferência, provavelmente a do México em dezembro de 2010, e que algo muito pobre sairá do reino da Dinamarca.

Plantar e colher

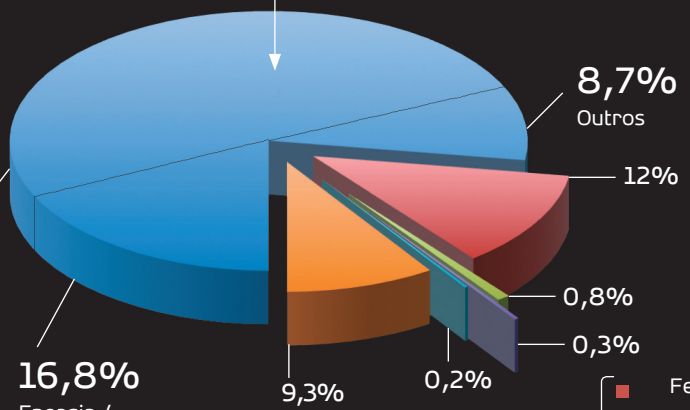
Como a agropecuária brasileira pode contribuir para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e combater o aquecimento global

Evolução das emissões nacionais



Situação atual

Parcela de atividades da economia brasileira nas emissões de gases de efeito estufa



Fontes: Inventário nacional de 1994, Carlos Cerri, USP de Piracicaba, e Rede Clima

nitrogênio do ar – economiza emissões pelo uso do solo em agricultura, na medida em que diminui a quantidade de fertilizantes utilizada pelos produtores.

No caso da fixação biológica de nitrogênio, a agricultura pode ajudar a combater o aquecimento global, e não piorá-lo. E essa não é a única modalidade potencial de mitigação, como se diz no jargão da mudança do clima, da agricultura. Longe disso. O mais falado é a produção de biocombustíveis, como etanol de cana-de-açúcar e biodiesel de oleaginosas: durante seu crescimento a cada safra, as plantas retiram do ar para fotossíntese o CO_2 que será depois emitido na queima do combustível, sendo por isso considerados uma fonte renovável de energia, como a energia hidrelétrica, eólica ou solar.

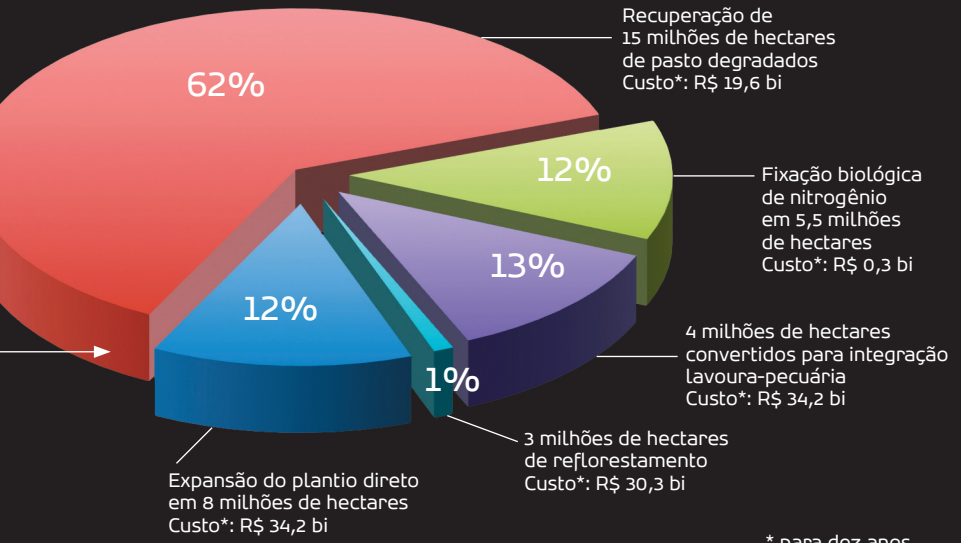
Agricultura acuada

Demorou, porém, para o Ministério da Agricultura dar-se conta da chance de dar ao setor o papel de herói – e não de vilão – no combate ao aquecimento global. Até há poucas semanas, era mais comum ver o ministro Reinhold Stephanes na defensiva, tentando livrar o agronegócio da pecha de destruidor da Amazônia e grande responsável pelas emissões brasileiras. Isso só ocorreu de verdade com o debate sobre metas de redução de GEE que o país poderia levar a Copenhague, depois que especialistas das universidades e da Embrapa entraram em campo carregados de números.

"Nós estamos manejando mal as nossas pastagens", alerta Ricardo Andrade Reis, zootecnista da Unesp de Jaboticabal que trabalha com Telma. "Por isso a pecuária aparece como vilão [do aquecimento global]." Isso apesar de países tropicais

Potencial de mitigação da agropecuária

Do total de gases que podem deixar de ser emitidos até 2020 (1,052 bilhão de toneladas), 16% virão de modificações no modelo de produção agrícola. Dessa fatia:



* para dez anos

como o Brasil disporem de uma grande vantagem comparativa sobre nações agrícolas temperadas: sem inverno rigoroso, a pastagem faz fotossíntese o ano todo, retirando CO_2 da atmosfera e acumulando matéria orgânica no solo. "A agropecuária bem praticada tem potencial significativo de redução de emissões [de GEE]", complementa o engenheiro agrônomo Carlos Alexandre Costa Crusciol, da Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, câmpus de Botucatu.

Um dos pioneiros na tentativa de quantificar os benefícios da agropecuária mais produtiva para o clima global foi Carlos Cerri. Associado desde 1993 ao Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, na sigla em inglês), tem larga experiência no cálculo de grandes números envolvidos nas emissões do setor agrícola.

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), encarregado de compor o mapa dos GEE no Brasil, não publicou ainda o novo inventário nacional, de modo que os dados oficiais são os de 15 anos atrás. Cerri e seus colegas da Esalq-USP foram à luta e, empregando a metodologia do IPCC, revelaram para o país que desde 1994 as emissões brasileiras progrediram 17%. Seu inventário extraoficial se encontra no último número (novembro/dezembro) do periódico especializado *Scientia Agricola*.

No final do artigo, Cerri indica uma série de opções agronômicas para reduzir as emissões nacionais, coisa que agora trabalha freneticamente para pôr em números detalhados. Ele quer produzir dados mais confiáveis, lastreados em experimentos de campo – como os da Unesp de Jaboticabal – para medir emissões reais e que levem em conta as diversas condições existentes. "O Brasil é um país tecnicamente avançado, temos de regionalizar esses fatores."

Exercício similar com os números de emissões foi realizado pela Rede Clima. Trata-se de um esforço temático financiado pelo MCT com R$ 10 milhões, além de R$ 7,2 milhões para montar um Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre mudanças climáticas. Outros R$ 52 milhões – R$ 35 milhões do MCT e R$ 17 milhões da Fapesp – foram reservados para a aquisição de um supercomputador, imprescindível para triturar as massas de dados envolvidas na simulação do clima. A pedido do governo federal, a Rede Clima produziu os números anunciados em 13 de novembro pela ministra Dilma Rousseff (Casa Civil), que chefiará a delegação em Copenhague (*veja quadro na pág. 19*).

As contas da Rede Clima para a agricultura ficaram a cargo de Eduardo Assad, engenheiro agrícola e climatologista da Embrapa em Campinas. "Começamos a construir uma proposta com o Ministério da Agricultura", conta Assad. "O ministro ficou convencido de que seria possível apresentar cinco propostas: recuperação de pastos, integração lavoura-pecuária, plantio direto, fixação biológica de nitrogênio e reflorestamento."

O mau manejo do pasto, com produtividade de menos de uma cabeça por hectare, contribuiu para a elevação das emissões da pecuária no país. Mas setor pode melhorar sua situação principalmente com a recuperação dessas áreas degradadas

Boi gordo no pasto

A pecuária aparece com grande destaque na proposta de mitigação aprovada pelo governo Lula (*veja quadro acima*). Nada menos que três quartos do esforço de redução de GEE emitidos pelo setor agrícola viriam da criação animal. Só com a recuperação de pastagens degradadas projeta-se uma economia anual de 104,5 milhões de toneladas de CO_2-eq, que deixariam de contribuir para agravar o efeito estufa. Ao recuperar um pasto exaurido pelo uso contínuo, pelas intempéries e pelo pisoteio do gado, o pecuarista aumenta a quantidade de matéria orgânica no solo, um saldo positivo de carbono fixado na forma de biomassa.

Além disso, um pasto mais rico permite ter mais bois – ou bois que engordam mais rápido porque o capim é melhor – por unidade de área, ou seja, aumentar a produtividade. Ela é muito baixa no Brasil, menos de uma cabeça por hectare. "Se sair de 0,4 para 1 está ótimo", afirma Assad. Animais que engordam mais rápido alcançam mais cedo o peso de abate, explica Cerri: "Eles ficam menos tempo emitindo [metano e óxido nitroso]". Reis concorda: "Temos tecnologia hoje para



Ronaldo Trecenti

INTEGRAÇÃO NO CAMPO
Criar sistema que une pecuária e lavoura é uma forma de mitigar emissões. É possível ainda incluir florestas, como nesta fazenda da Votorantim Metais

dobrar essa ocupação, sem derrubar uma árvore da Floresta Amazônica".

Essa modernização da pecuária extensiva, na realidade, já está acontecendo. O último Censo Agropecuário do IBGE revela que a área dedicada a pastagens nas propriedades diminuiu 10,7% em uma década, enquanto o rebanho bovino aumentava 12,1%. O benefício para mitigar a mudança do clima, assim, é duplo: os animais emitem menos GEE e a terra não mais usada para pasto é liberada para o aumento da produção agrícola, por exemplo para plantio de soja ou cana-de-açúcar. Diminui, dessa maneira, a pressão por abertura de novas áreas por meio de desmatamento – ainda o grande vilão das emissões.

A integração lavoura-pecuária vai na mesma direção. Outros 22 milhões de toneladas de CO_2-eq podem ser poupados se 4 milhões de hectares de pastagens pouco produtivas forem convertidos para esse sistema, estimam os pesquisadores da Embrapa. Ele consiste em fazer uma rotação, plantando de tempos em tempos culturas de soja, arroz ou milho, por exemplo, para ajudar a recuperar pastos cansados, reforçando com isso a dieta do gado e a qualidade do solo. Mas é bem mais cara (cerca de R$ 10 mil/ha) do que a recuperação simples (R$ 1.310/ha). Ambas as opções de mitigação, somadas, exigiriam investimento de quase R$ 54 bilhões ao longo de uma década.

Crusciol defende acrescentar a silvicultura nessa equação, transformando-a em integração lavoura-pecuária-floresta. Árvores como eucalipto e teca são plantadas em linhas, com dez metros de espaçamento. A área degradada recebe primeiro o plantio de capim, para acumular matéria orgânica. Depois são plantados e colhidos arroz e soja, sucessivamente. No terceiro ano entra de novo o pasto, que fica por sete a dez anos, quando o eucalipto já pode ser colhido – para produzir carvão, madeira para construção civil e movelaria etc. O solo fica o tempo todo coberto, protegido contra a erosão e a perda de nutrientes.

Peso similar ao da integração lavoura-pecuária, na meta de redução de GEE assumida pelo Brasil, têm o plantio direto na palha (20,2 milhões de toneladas de CO_2-eq) e a fixação biológica de nitrogênio (20 milhões de toneladas de CO_2-eq). Nos dois casos o custo por hectare (respectivamente R$ 300 e R$ 56) é bem menor que as medidas relacionadas com a pecuária, mas as possibilidades de aplicação também são reduzidas. No plantio direto, em lugar de gradar a terra com emprego de tratores, o agricultor prepara o campo para semeadura dessecando-o com herbicida. As sementes são plantadas sem retirada da palha restante, que recobre o solo e mantém sua umidade. Ao mesmo tempo, menos oxigênio penetra na terra não revolvida, o que diminui a ação de micro-organismos capazes de decompor a matéria orgânica. Resultado: mais húmus disponível para a safra seguinte e menos emissões de GEE (decomposição menor significa menos carbono devolvido à atmosfera na forma de CO_2).

Benefício da modernização da pecuária é duplo: animais emitem menos gases-estufa e a terra é liberada para o aumento da produção agrícola. Isso diminui a pressão por abertura de novas terras por desmatamento, ainda o grande vilão das emissões

Arca de surpresas

A proposta inicial da Rede Clima era bem mais modesta do que as metas anunciadas por Dilma Rousseff em meados de novembro. Em vez de 15 milhões de hectares de pastos recuperados, previam-se 11 milhões. A integração lavoura-pecuária alcançaria 2 milhões de hectares, não os 4 milhões agora em mira. Um acréscimo significativo no objetivo de redução também foi decidido em poucos dias para o plantio direto (de 3 milhões para 8 milhões de hectares). Poderia ter ido ainda mais longe, se na conta fossem incluídos biodigestores para tratamento de resíduos da suinocultura (*veja quadro ao lado*). "Estamos tendo surpresas muito agradáveis", comenta Assad. "Nossa felicidade é que esse discurso foi bem aceito pelo Ministério da Agricultura."

Trata-se, enfim, de fazer a coisa certa – para combater a ameaça do aquecimento global, aumentar a produtividade e manter a competitividade da agropecuária nacional. Surge a perspectiva de o Brasil transformar-se numa potência verde, com recurso inteligente ao cofre da natureza de que falava Callado. Sem o esforço de pesquisa agrícola e climática que produziu os dados na base dessa reviravolta, o agronegócio ficaria para sempre acorrentado ao fantasma do desmatamento.

Potencial da suinocultura ficou fora das contas

Em 1972-3, os ministros da ditadura militar João Paulo dos Reis Veloso (Planejamento) e Jarbas Passarinho (Educação) tiveram uma visão típica daquele período de clímax do "Milagre Brasileiro": plantar na selva amazônica uma cidade-laboratório, Humboldt. Gleba de 8.000 km² – mais de cinco vezes a superfície do município de São Paulo –, foi escolhida junto ao território dos índios cintas-largas e ao salto de Dardanelos (MT), hoje ameaçado por uma hidrelétrica (Belo Monte).

Humboldt não vingou, mas ali se encontra agora a cidade de Aripuanã. Foi também o berço de outra ideia que não frutificou na época, a de usar biodigestores para tratar dejetos suínos e obter energia. Dela se origina a ligação da Unesp com essa tecnologia, na pessoa do meteorologista e físico Mario Benincasa.

A cidade-laboratório, iniciada pela então recém-fundada Universidade Federal de Mato Grosso, passou em 1975 para o CNPq sob a coordenação de Benincasa. "Não tinha sentido viabilizar uma granja de porcos lá e produzir excrementos na selva", conta o professor aposentado da Unesp de Rio Claro. "Também não tinha sentido levar diesel nem carvão [para produzir eletricidade]."

O pesquisador foi então buscar na Índia a experiência acumulada com produção de biogás a partir de esterco bovino. Instalou em Aripuanã um dos primeiros biodigestores do Brasil para gerar energia. Já na Unesp, orientou a primeira tese de doutorado sobre o assunto, defendida pelo engenheiro agrônomo Jorge de Lucas Junior em 1987, na Unesp em Botucatu. Ele comparou o desempenho dos modelos indiano e chinês, construídos em alvenaria.

O interesse no assunto se reacendeu depois do Protocolo de Kyoto (1997) e da entrada em operação do chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permite certificar e vender créditos de carbono obtidos com redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) obtidas em países emergentes, como o Brasil.

A partir de 2003 ocorreu uma explosão de biodigestores no país, construídos agora com mantas plásticas de PVC, a um custo menor que os de alvenaria. São valas de até 60 m de comprimento por 7 m de profundidade, para digestão anaeróbica dos excrementos em meio líquido (*veja foto ao lado*). A manta elástica que recobre o reservatório mantém mais ou menos constante a pressão do biogás, dispensando o gasômetro ("tampa") de metal que encarece o modelo indiano. O gás pode ser usado para produzir eletricidade em geradores, ou queimado em aquecedores e fogões. O resíduo final vira biofertilizante.

Lucas Junior afirma que uma criação de 6.000 a 10.000 porcos pode gerar com biogás toda a eletricidade necessária para seu funcionamento (inclusive irrigação e fábrica de ração), além de cortar pela metade a compra de fertilizantes. Economizam-se emissões de GEE tanto pela conversão de metano em CO_2 quanto no consumo de eletricidade da rede pública, parcialmente gerada por usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis.

De todos os créditos de carbono MDL do Brasil, 16% provêm da suinocultura, segundo Lucas Junior. São 36,4 milhões de toneladas de CO_2-equivalente em dez anos. Em funcionamento se encontram cerca de 1.500 biodigestores, em 406 propriedades. Mas menos de 2 milhões de animais estão envolvidos, quando no país existem 36 milhões de porcos. Uma conta simplificada indica potencial para reduzir até 65,5 milhões de toneladas de CO_2-eq por ano.

Um programa que realizasse a terça parte desse potencial poria biodigestores da suinocultura em pé de igualdade com os GEE que serão economizados no setor agrícola com integração lavoura-pecuária, plantio direto ou fixação biológica de nitrogênio, se vingar o plano do governo federal. Apesar disso, os porcos não entraram no cálculo oficial, segundo Eduardo Assad, da Embrapa, por não terem escala comparável às emissões bovinas.

Lucas Junior reconhece que não é fácil envolver a suinocultura no esforço de mitigação, pois predominam nela pequenos e médios produtores. Como um projeto MDL consome de US$ 80 mil a US$ 150 mil em preparação de documentos, auditorias e monitoração, eles não têm fôlego para fazer o investimento. "Mas o problema poderia ser contornado com a organização dos produtores", ressalva o pesquisador, por exemplo, reunindo várias propriedades e biodigestores numa só proposta, para certificação conjunta.



Jorge de Lucas Junior

As veias entupidas da



Governantes da região declaram preocupação com democracia em Honduras. Mas, para especialistas, crise revela profundas divergências sobre o que é esse regime e como consolidá-lo

"A batalha atual pelo controle político de Honduras não é apenas sobre esse pequeno país." Foi com esse veredicto que o americano Otto Reich iniciou no Congresso dos Estados Unidos seu depoimento ao comitê de relações exteriores, em julho passado. Ex-secretário assistente de Estado dos EUA para a América Latina e funcionário das administrações Reagan e Bush, Reich foi convocado para ajudar os congressistas a entenderem os acontecimentos que se iniciaram em 28 de junho. No meio daquela noite, uma junta militar retirou da cama o presidente hondurenho Manuel Zelaya, expulsou-o do país ainda vestido de pijama e abriu caminho para que o presidente do congresso, Roberto Micheletti, fosse empossado como novo presidente. Era o início de uma crise que extrapolou as fronteiras hondurenhas e vem mostrando quão conturbada ainda é a democracia na América Latina.

O golpe foi condenado por ONU, OEA (Organização dos Estados Americanos), Mercosul, Unasul (União de Nações Sul-Americanas) e pelos governos nacionais associados a estas entidades. A firme crítica de Brasília foi um dos fatores que levaram Zelaya a refugiar-se na embaixada brasileira em Tegucigalpa quando retornou inesperadamente ao país em 21 de setembro. Fora das chancelarias, porém, a repulsa esteve longe de ser unânime. Por todo o continente americano, líderes políticos e veículos de imprensa se posicionaram junto a um ou outro lado. A crise repercutiu até na política doméstica dos EUA, onde os republicanos elogiaram os golpistas como "defensores da liberdade". E paralisaram a nomeação do novo embaixador americano no Brasil para pressionar o governo Obama, contrário ao golpe, a rever seu posicionamento.

O envolvimento brasileiro na crise fez com que por aqui o tema ganhasse destaque. Na internet, os fóruns dos principais sites de notícias do Brasil se tornaram grandes tribunas democráticas, onde milhares de pessoas debateram os rumos da América Latina. Alguns jornais enviaram repórteres para a embaixada acompanhar o cotidiano de Zelaya. Já uma grande revista semanal brasileira preferiu entrevistar Micheletti com o intuito de mostrar que não houve golpe, e sim o recurso a um mecanismo legítimo de preservação da ordem constitucional. Segundo esta versão, quando Zelaya propôs a realização de um plebiscito para o país decidir sobre a criação de uma assembleia constituinte, temeu-se que ele estivesse tentando instituir a possibilidade de reeleição. Isso contrariaria uma cláusula pétrea da atual carta magna hondurenha, que prescreve a interrupção da função pública de qualquer um que proponha alterar esse tópico. Para Micheletti, Zelaya teria sido enquadrado neste artigo e, por isso, perdido automaticamente seus poderes.



América Latina

Nova ordem americana

Especialistas ouvidos por **Unesp Ciência** avaliam que há muito mais em jogo nesta crise. Luis Fernando Ayerbe, coordenador do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais da Unesp, explica que um dos fatores a serem considerados é a relação histórica entre EUA e Honduras. Durante a Guerra Fria,militares americanos usaram instalações em solo hondurenho para treinar os guerrilheiros que nas décadas de 1950, 1960 e 1980 atacaram Guatemala, Cuba e Nicarágua. Por duas vezes a nação hondurenha enviou soldados para apoiar as invasões ao Iraque. Por isso, quando, ao longo de seu mandato, Zelaya procurou se aproximar de Hugo Chávez, chegando inclusive a inserir seu país na Alternativa Bolivariana das Américas (Alba), bloco liderado pela Venezuela, gerou forte oposição nos setores conservadores dos EUA.

"Antes do golpe, Otto Reich, que é assessor de grandes empresas na região, já atacava Zelaya, acusando-o de corrupção", afirma Ayerbe. O governo Obama, no entanto, condenou a quartelada e defende a restituição do presidente, apesar de não ter feito muita pressão para derrubar o governo Micheletti. Essa abordagem tem sido motivo de críticas dos republicanos. "A oposição está se aproveitando para ocupar espaços e atacar os democratas. Quando em 2002 um golpe tentou derrubar Chávez, a administração de Bush imediatamente reconheceu o novo governo. Já Obama negocia, recorre à OEA, busca outra estratégia para defender os interesses americanos na região. Para além da defesa da democracia, o desfecho da disputa política em Honduras será um indicador de tendências na influência regional de Estados Unidos e Venezuela", avalia o historiador e professor da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara.

Para o cientista político Tullo Vigevani, coordenador do programa San Tiago Dan-



Brasil busca uma nova

A conferência do clima se encaminha para um fracasso preocupante, mas o país faz a lição de casa e descobre uma grande oportunidade para cortar emissões de gases-estufa no agronegócio, em especial em áreas da pecuária, antes associadas apenas com o desmatamento da Amazônia e com a piora do aquecimento global

O escritor Antônio Callado, autor do magistral e meio esquecido romance *Quarup*, escreveu nos idos de 1970 que as riquezas da Amazônia repousavam num cofre fechado e que a chave para chegar a elas era a ciência. Quatro décadas depois, o cofre se encontra aberto – ou meio arrombado. Neste mês em que se realiza a conferência do clima de Copenhague, não está claro ainda se da arca escancarada sairá um exemplo para o mundo – uma economia no rumo de se provar sustentável – ou a repetição do destino trágico dado à Mata Atlântica. A chave ainda é a ciência, mas ela também pode dar a partida no trator da agropecuária.

Só agora, após o anúncio das metas que o governo federal leva a Copenhague (*leia quadro na pág. 19*), começa a se tornar evidente o papel central do setor agrícola na contribuição da economia brasileira para o aquecimento global. Quase um quarto das emissões nacionais de gases do efeito estufa (GEE) provém do campo. Isso em termos diretos, porque indiretamente a demanda da agropecuária por terras também impulsiona a maior bomba no hemisfério sul de gases que aquecem a atmosfera globalmente, o desmatamento, que responde por 52% dos GEE produzidos no território nacional.

A geração de energia é importante, até porque é o setor que mais aumenta a emissão (44% entre 1994 e 2005). A estimativa foi feita por Carlos Clemente Cerri, da USP em Piracicaba. Mas o setor agropecuário também avança em ritmo acelerado, de 27%, acima da média nacional de 17% naquele período.

Tirando o desmate da conta e deixando só setores mais produtivos da economia, por assim dizer, como indústria, energia e transportes, as emissões brasileiras avançaram à taxa de 41,3% em 11 anos. É um indicador bem menor que o de países em desenvolvimento como China (88,8%) e Índia (62,1%), mas bem acima da média mundial de 28,1%. Com a redução drástica do desmatamento nos últimos quatro anos – 2009 teve a menor área destruída em duas décadas, 7.000 km² –, logo o Brasil terá de iniciar um esforço para conter suas outras emissões. E aí terá de prestar muita atenção ao setor agrícola.

"Do ponto de vista dele", complementa o pesquisador, "Honduras estava a caminho de se tornar mais democrática e não menos. A Alba é uma proposta de exportação da revolução bolivariana para os demais países da América". Ocorre, porém, que o preço do petróleo desabou, e Chávez não possui mais os vastos recursos financeiros que usou para criar seu movimento bolivariano. Em novembro, aderiu ao Mercosul. Será o triunfo de uma proposta de integração sobre a outra? "É cedo para dizer. Mas a expectativa do governo Lula é essa. E que essa adesão leve Chávez a moderar sua retórica e a comprometer-se com as cláusulas democráticas do bloco", diz.

Enquanto a América do Sul discute seu modelo de integração, os americanos, que após o 11 de setembro passaram a dar uma prioridade maior a outras regiões do planeta, continuam zelando por seus interesses. Ayerbe analisa os investimentos feitos pelo Departamento de Estado na região, que em 2008 ultrapassaram os US$ 2 bilhões. Os dados mostram que nos países mais próximos, como a Colômbia, a maior parte do dinheiro vai para programas de cooperação militar e combate às drogas. Já na Bolívia e na Venezuela, a verba destina-se a financiar organizações e setores que possam ajudar a construir regimes mais democráticos – na visão do Departamento de Estado sobre o termo, claro, como explica Ayerbe: "Em países considerados não alinhados com seus valores e interesses, os EUA continuam interferindo nos seus sistemas políticos, agindo de forma paralela e independente de governos legitimados constitucionalmente".

Com tantos interesses e projetos políticos competindo por espaço, não causa espanto que a região abrigue hoje alguns focos de preocupação (*veja quadro abaixo*). Mas a boa notícia é que a estabilidade política que foi construída no continente não parece ameaçada a curto prazo. "É possível que radicalizações possam acontecer no futuro, mas não estamos vendo sinais disso. Minha impressão é que haverá uma continuidade dos elementos democráticos", afirma Vigevani. "Tópicos como o tráfico de drogas ou o crescimento da criminalidade nos países centro-americanos são vistos pelo Departamento de Estado americano como ameaças maiores do que o governo Chávez", complementa Ayerbe. "Ele só causaria problemas mesmo se interrompesse a venda de petróleo."

Já Oliveira acredita que a crise em Honduras pode conter pistas para o futuro. "Até agora, os setores conservadores falharam em despertar simpatias para sua visão da crise junto à opinião pública do continente, e isso é bom. Se Lula e Chávez fizeram algo de positivo foi inserir a temática social na política dos seus respectivos estados. O Brasil e a América Latina vivem um momento ímpar de sua história."



mais algumas nações caribenhas, se estruturou em torno da liderança de Chávez, que dispunha dos recursos oriundos da venda de petróleo. Mas os preços do barril de óleo caíram de US$ 147, em julho de 2008, para US$ 47, em dezembro de 2008. Com a recuperação da economia, o preço já estava em US$ 78 em novembro deste ano, mas o presidente da Venezuela sentiu o golpe, sob a forma de diminuição de recursos.

5) Fronteira Colômbia-Venezuela
Após vários incidentes na região, a morte de dez colombianos na fronteira em outubro deste ano deu origem a mais uma crise entre os dois países, que resultou na paralisação das relações comerciais. Chávez disse que se tratava de agentes infiltrados e aumentou a segurança na fronteira. O Brasil tentou acalmar os ânimos sugerindo que os países assinem um tratado de não agressão.

6) Quarta frota
Em 2008 os americanos voltaram a colocar navios patrulhando o Atlântico Sul sem que houvesse uma ameaça clara que demandasse presença militar. A iniciativa ecoa a Guerra Fria, quando os EUA mantinham frotas em todos os mares do planeta. Lula se mostrou apreensivo: "Os americanos dizem que é por motivos humanitários. Mas nós não pedimos isso, ninguém pediu. O Brasil tem que se preparar".

Igor Zolnerkevic



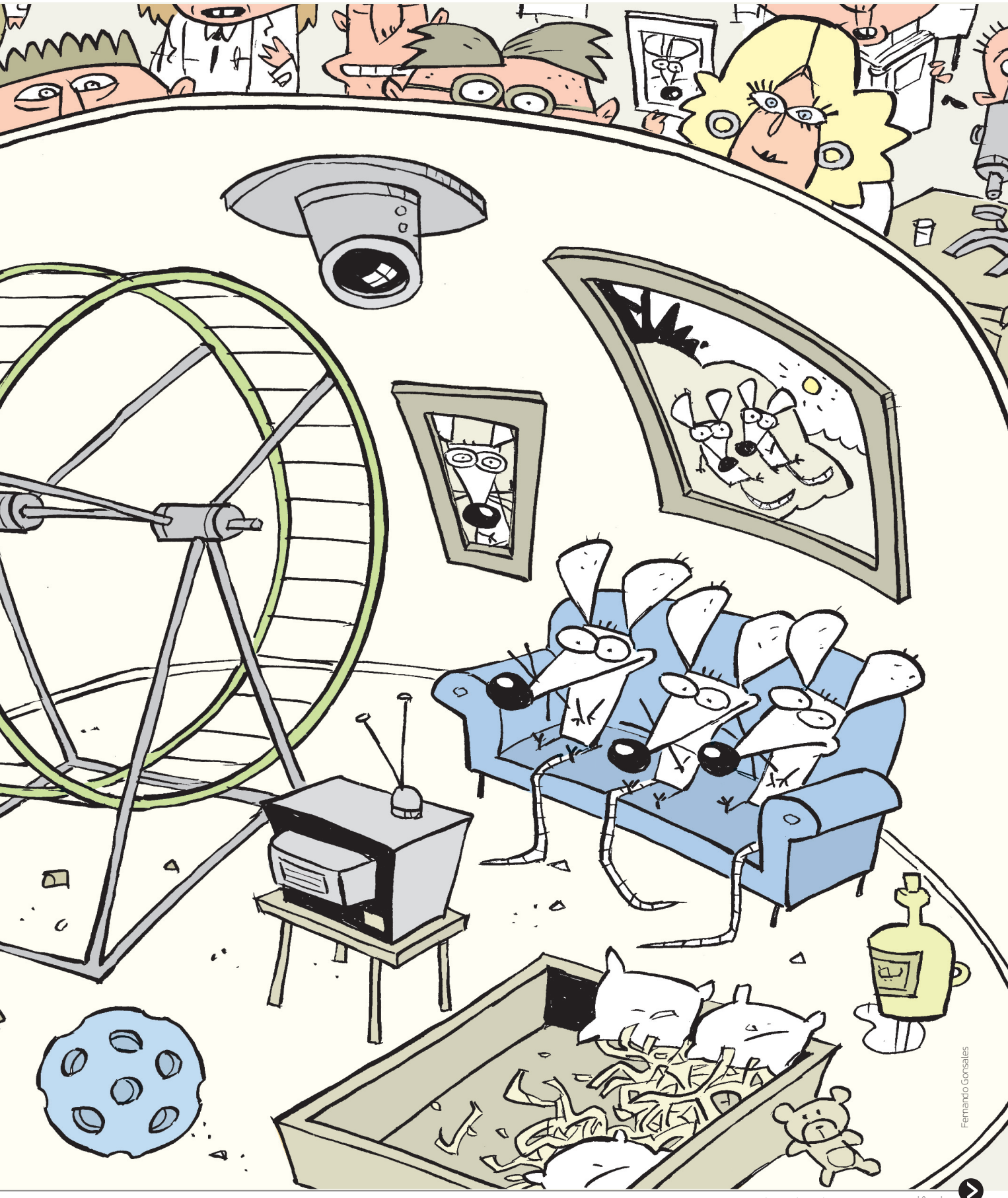
A revolução dos bichos

A Lei Arouca, que regulamenta o uso de animais de laboratório, projeta para o Brasil uma nova realidade para a experimentação com cobaias

Num mundo ideal de respeito aos direitos dos animais, as experimentações científicas não mais usariam técnicas invasivas. Como em um *Show de Truman* animal, cobaias viveriam em uma espécie de bolha, alheias ao trabalho de pesquisadores que estariam analisando-as permanentemente.

O cenário ao lado não é "viagem" do cartunista, biólogo e veterinário Fernando Gonsales, mais conhecido pelos quadrinhos do rato Níquel Náusea, que ele publica no jornal *Folha de S. Paulo*. É, na verdade, o ponto máximo a que a ciência talvez possa chegar um dia se forem seguidos três princípios básicos propostos há meio século – mas que, apesar do tempo, ainda não estão bem estabelecidos.

Em 1959, os biólogos britânicos Rex Burch (1926-1996) e William Russell (1925-2006) publicavam seu *The principles of humane experimental technique* (Princípios da técnica experimental humanitária), que sugeria caminhos para a pesquisa com



Fernando Gonsales

cobaias: substituir, reduzir e refinar – conhecidos em inglês como "3Rs" (*replace, reduce, refine*).

"O livro ficou na geladeira e só nos anos 1970 se tornou popular", conta Marcel Frajblat, embriologista da Universidade do Vale do Itajaí e presidente da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório. No Brasil, a discussão começou a tomar corpo somente nos anos 1990. E ainda se passariam quase 20 anos até que o país começasse a adotar essa diretriz.

Aprovada em outubro de 2008, após 13 anos parada no Congresso, a Lei Arouca, que regulamenta o uso de animais na pesquisa, entrou em vigor em julho deste ano. Inspirada na legislação canadense, a lei federal 11.794/08, de autoria do pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz e deputado federal Sérgio Arouca (1941-2003), reflete os 3Rs.

Ao longo desses 50 anos, os cuidados com as cobaias evoluíram para uma complexa disciplina científica. "Na farmacologia o foco é o fármaco, na neurologia, o cérebro; nosso foco é o animal de laboratório, como deve ser criado, cuidado e utilizado", explica Frajblat.

O lema são os 3Rs. Segundo esses mandamentos, os cientistas devem, em primeiro lugar, buscar alternativas ao uso de cobaias (*replace*). Se elas não existirem, um número mínimo de animais deve ser usado (*reduce*), com a preocupação de se evitar a dor e o sofrimento dos bichos. Para isso, o pesquisador deve aprimorar seu método experimental (*refine*).

"Todos os biólogos e biomédicos precisam se informar sobre os 3Rs", recomenda Roberto Sogayar, professor aposentado do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu, onde criou a primeira comissão de ética no uso de animais do país, em 1996.

Para ajudar a disseminar esse conhecimento, mostramos nas próximas páginas as últimas tendências na busca por alternativas, pela redução e pelo aprimoramento no uso de animais na atividade científica, bem como as mudanças trazidas pela Lei Arouca à rotina dos cientistas. As ilustrações de Gonsales ao longo da reportagem brincam com os 3 Rs e mostram um mundo ideal dos ratos.

Em busca de alternativas

A expectativa de muitos cientistas é que um dia bancos de dados sobre genes, proteínas e vias metabólicas, simulações por computador e técnicas *in vitro* substituam por completo o uso de cobaias na pesquisa ou nos testes dos mais diversos produtos. Mas o caminho até lá ainda é longo.

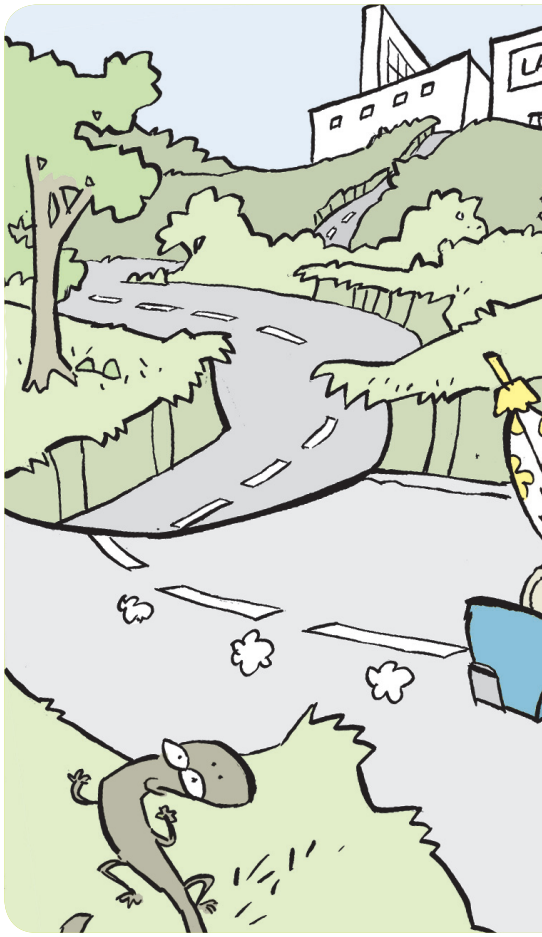
Atualmente, o método alternativo mais comum envolve o cultivo em laboratório de células humanas para a produção de tecidos semelhantes aos de órgãos, como pele e pulmões, onde os cientistas testam diversas substâncias. Se essas células sofrerem lesões ou passarem a secretar compostos típicos de inflamações, é sinal de que o produto é tóxico ou irritante.

A pele artificial vem sendo usada principalmente pela indústria cosmética – a que mais sofre pressão dos consumidores. "Nossa geração está vivendo isso, precisamos correr para desenvolver culturas de células humanas se quisermos ter trabalho no futuro", diz Bruna Chiari, mestranda da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Unesp de Araraquara, que desenvolve um teste *in vitro* para cosméticos.

Esses tecidos, porém, nem sempre são suficientes para prever os danos que um produto ou droga podem causar ao organismo como um todo. Os animais servem de modelos do corpo humano, para investigar como ele responderia à evolução de doenças e a possíveis tratamentos. "Você precisa de um sistema imunológico, de um organismo completo para produzir vacinas e testar remédios", afirma Sogayar.

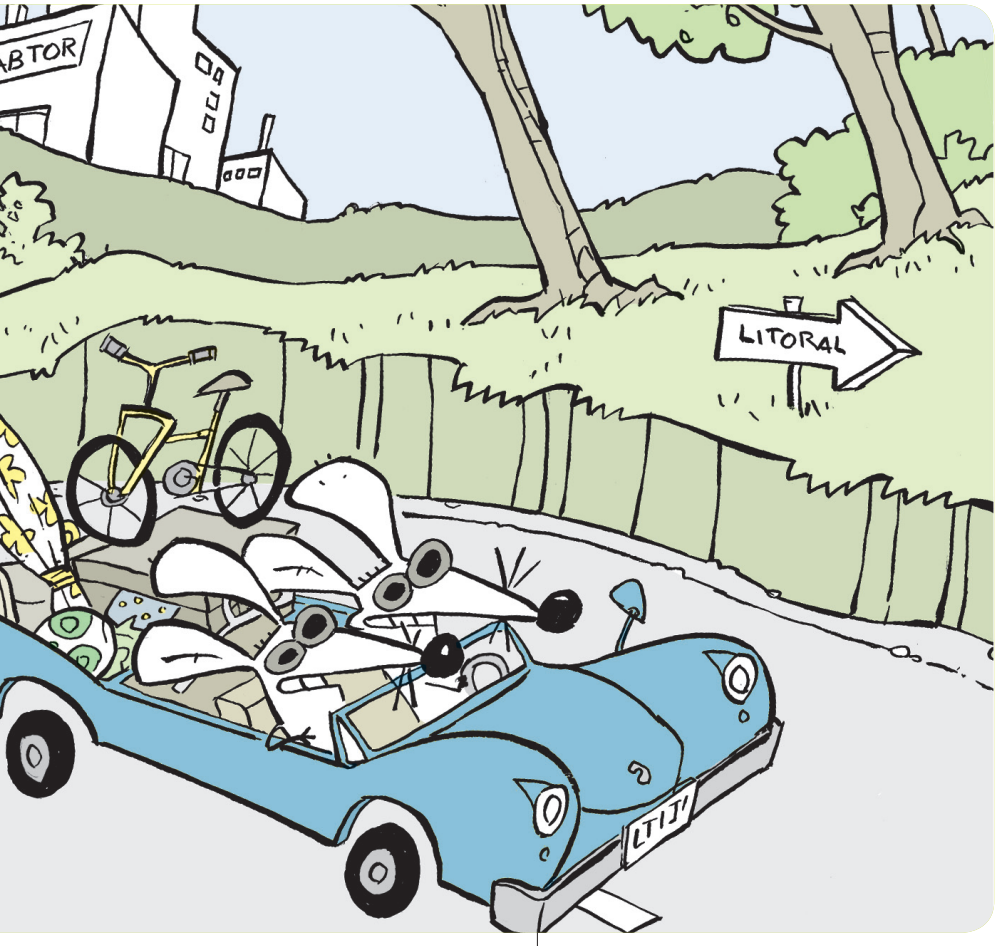
Embora predominante, a opinião de que o animal de laboratório é insubstituível em certos tipos de pesquisa é questionável, segundo Thales Tréz, professor da Universidade Federal de Alfenas e ativista do movimento de libertação animal. Segundo ele, a redação da Lei Arouca acabou privilegiando essa visão, dando mais ênfase ao aprimoramento do que às alternativas. "A pesquisa é preguiçosa para pensar em possibilidades", diz. Tanto ele como Sogayar concordam, entretanto, que para substituir os animais é preciso antes entender e questionar por que eles são usados.

Ninguém sabe, por exemplo, quantos animais são usados na pesquisa brasileira,



fato que deve mudar com a implementação da Lei Arouca. "Todos os laboratórios que usam animais terão de ser cadastrados", explica Frajblat. Espera-se que o Brasil compile estatísticas como as do relatório publicado em 2007 pela Comissão da União Europeia, segundo o qual 12 milhões de cobaias foram usadas no continente em 2005. A maioria (64%) foi empregada em pesquisa básica nas áreas de biologia e biomedicina. Produção, controle de qualidade e teste de remédios, vacinas e outros tratamentos consumiram 26% dos animais. Cerca de 8% foram usados em testes de segurança e toxicidade de alimentos, pesticidas, cosméticos e outros produtos químicos. Os animais mais usados foram ratos e camundongos (72%).

O camundongo é preferido por ser pequeno, fácil de transportar, relativamente barato e ter um ciclo de vida curto (nove semanas). Além disso, quanto mais se tra-



Fernando Gonsales

SUBSTITUIÇÃO
O primeiro dos 3Rs (*replace*) propõe que num mundo ideal da pesquisa científica, os animais seriam dispensados para sempre da lida no laboratório, substituídos por bancos de dados de genes e proteínas, simulações por computador e técnicas *in vitro*

balha com camundongos, mais informações se acumulam sobre a espécie, o que facilita a vida do cientista.

Humanos e camundongos têm características fisiológicas parecidas, resultado da semelhança de até 90% entre seus genomas. Diversas mutações genéticas, inclusive, provocam doenças com evolução parecida nas duas espécies. "Eu, que sou embriologista, não consigo ver diferença entre um embrião de três dias de camundongo e de humano", compara Frajblat.

"Claro que existem diferenças, mas elas também são interessantes", acrescenta. O camundongo, por exemplo, não desenvolve distrofia muscular da mesma forma que os seres humanos. "Ele manca, mas não chega à paralisia completa. A gente precisa descobrir o que impede o desenvolvimento da doença." Isso poderia dar uma dica de como tratar o problema nas pessoas.

Outra saída é trocar camundongos e ratos por invertebrados, como insetos, vermes e micro-organismos. Leveduras, por exemplo, servem para modelar a interação de genes, proteínas e outras substâncias no interior da célula humana. No desenvolvimento das moscas-da-fruta e dos vermes nematoides, os pesquisadores observam versões simplificadas de como as células de um embrião se multiplicam, diferenciam e organizam para formar um ser humano. O uso de vertebrados só é indispensável para estudar genes ligados a sistemas mais complexos, como o imunológico.

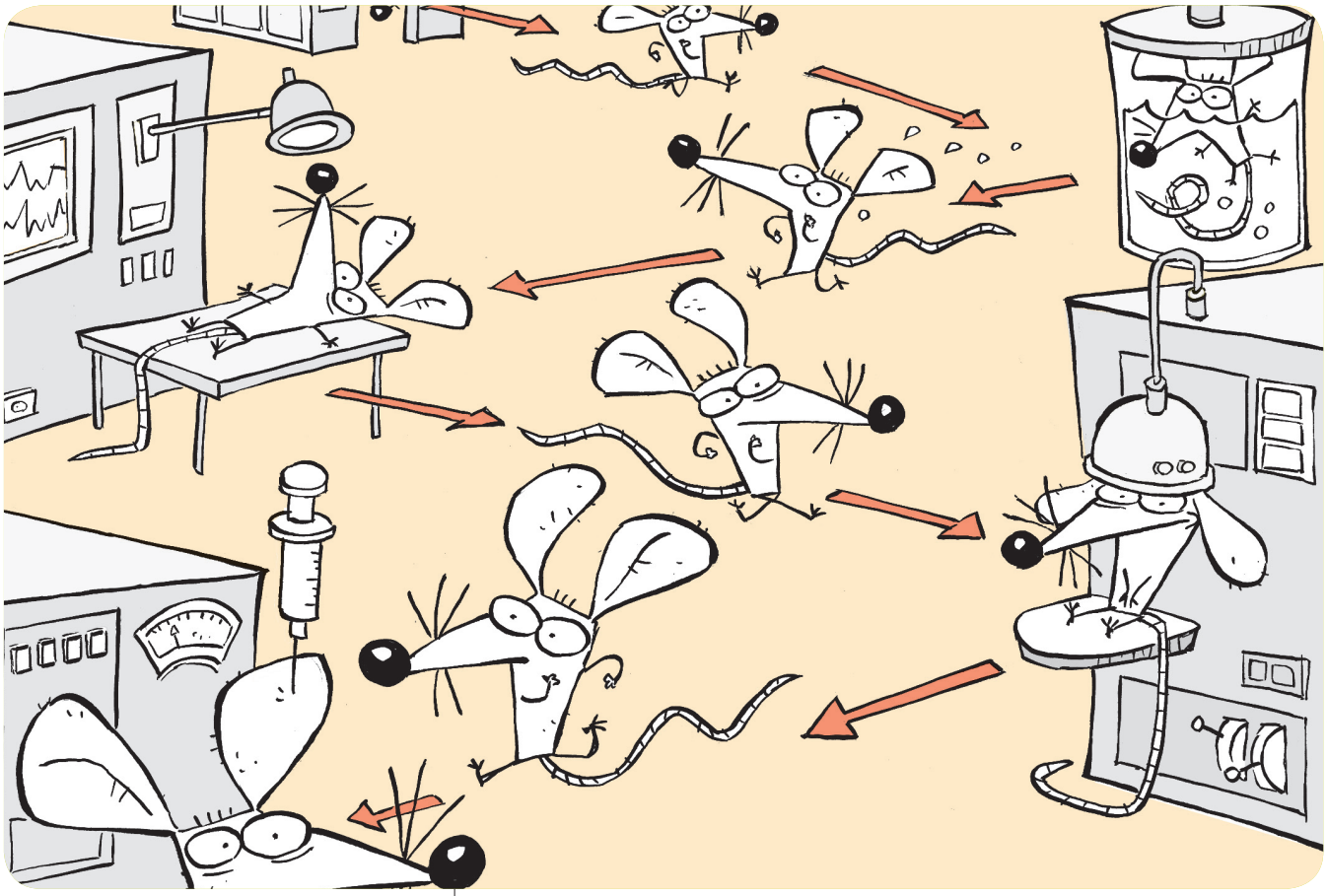
Para esses métodos alternativos serem aceitos, sua eficácia precisa ser comparada com a dos métodos tradicionais, por meio de um processo de validação. Pelo menos 15 grupos brasileiros estão trabalhando nesta área, segundo Octavio Presgrave, do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fiocruz, no Rio de Janeiro. "Alguns trabalham em técnicas pioneiras, outros adaptam para a realidade brasileira métodos usados no exterior." O que falta aqui é um centro de validação de alternativas que coordene esses esforços, como existe na Europa, nos EUA e no Japão, explica o pesquisador, que lidera um movimento para sua criação.

Quanto menos, melhor

Se não é possível abrir mão dos animais nos experimentos, parte-se então para o segundo R: restringir ao máximo a quantidade utilizada. O que também traz economia. O primeiro passo nesta direção é usar animais puros. "A qualidade do animal é tudo em uma experiência biomédica, assim como a pureza de um reagente em um experimento de química", compara Sogayar. A doença em uma cobaia age como um "ruído" no experimento, que obriga os pesquisadores a refazê-lo mais vezes para "escutar melhor" os sinais que procuram.

Os animais criados nos melhores biotérios do mundo saem com os chamados certificados SPF (livres de patógenos específicos, na sigla em inglês). Para evitar contaminações, esses locais possuem barreiras sanitárias – corredores esterilizados e salas onde a pressão do ar é maior que a do exterior. No Brasil ainda são poucos os biotérios que cumprem essas exigências.

A diferença genética entre os animais é outro fator que pode atrapalhar um experimento. Quanto mais parecidos os seus genomas, mais fácil comparar os resultados das experiências. O ideal é usar as linhagens de camundongos chamadas de isogênicas, ainda pouco comuns no país. Elas são obtidas por meio de cruzamentos



Fernando Gonsales

sucessivos de parentes próximos, por mais de 20 gerações, o que praticamente acaba com as diferenças entre os indivíduos.

Planejar o experimento, incluindo um cuidadoso cálculo amostral, também ajuda a diminuir o número de animais, explica Sogayar. "Antes, a norma era buscar a assessoria de um estatístico depois de fazer o experimento." Se tivesse usado cobaias de menos, o resultado seria fraco e o sacrifício dos animais, em vão. Na situação contrária, haveria desperdício de recursos. Em todo caso, seria tarde demais para evitar um problema que não ocorreria se o experimento tivesse sido bem planejado.

O bom planejamento deve incluir ainda extensa pesquisa na literatura científica. Quando não substituem completamente o uso de animais, bases de dados sobre substâncias e suas interações ajudam a reduzir o número deles. "Primeiro se compara a substância em estudo com outras em bancos de dados. Por analogia se tem uma ideia do seu efeito", diz Presgrave. "Depois, parte-se para testes *in vitro* e, por último, se precisar, entram os animais."

O ideal ao usar animais é aproveitá-los ao máximo, principalmente se for preciso sacrificá-los, como faz o Núcleo de Procriação de Macacos-prego da Unesp em Araçatuba. O sacrifício de um macaco-prego é um evento que reúne toda a comunidade científica que estuda primatas para que seja possível aproveitar o animal inteiro.

Classius de Oliveira, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, da Unesp em São José do Rio Preto, faz algo parecido. Quando tem de sacrificar um anfíbio, reúne alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica para trabalhar em vários órgãos do indivíduo. "Assim diminuo pela metade o número de animais", conta.

REDUÇÃO

O segundo dos 3Rs (*reduce*) aponta que um animal bem tratado pode ser útil várias vezes, reduzindo a demanda dos biotérios. Se for preciso sacrificá-lo, o ideal é reunir colaboradores para aproveitar seu corpo ao máximo em vários estudos

Aprimorar é preciso

O último R da cartilha (*refine*) traduz-se no aprimoramento das técnicas para criar e manusear os animais, a partir de suas necessidades, a fim de proporcionar-lhes bem-estar – o que também favorece o sucesso do experimento. Sogayar cita o exemplo do serpentário do Instituto Butantan, que passou a extrair mais veneno das serpentes após a adoção da anestesia com gás carbônico durante o procedimento.

Só recentemente começou a haver uma preocupação em enriquecer o cativeiro

de cobaias com brinquedos e decoração que permitam ao animal exercitar o comportamento apropriado de sua espécie. "É como colocar cadeiras estofadas e ar condicionado em uma sala de espera para aumentar o bem-estar das pessoas", compara Frajblat. Cada animal tem demandas específicas. O camundongo, por exemplo, sente necessidade de formar um ninho, precisa de uma roda para se exercitar e de um túnel para se esconder quando houver muita luz no ambiente.

Se o bem-estar é fundamental, a dor é inaceitável, na opinião do veterinário Stelio Luna, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Unesp em Botucatu. O pesquisador se queixa da falta de treinamento da maioria de seus colegas em perceber que o animal está sentindo dor e em aplicar os analgésicos ou anestésicos corretamente.

Alguns cientistas temem que a aplicação de analgésicos possa mascarar os resultados, quando na verdade é a dor do animal que pode interferir no experimento, defende. "A dor após uma cirurgia causa cicatrização lenta e depressão imunológica", diz Luna. "A mortalidade que se pensa ser devida a uma variável do experimento vem da intervenção causada pela dor."

Treinamentos específicos ensinam a reconhecer sinais de dor dos animais. Instrumentos colocados cirurgicamente podem monitorar as frequências cardíaca e respiratória, que podem indicar se o animal está sofrendo, embora a própria implantação da peça cause um certo estresse. A melhor forma de perceber a dor do animal, segundo Luna, é acompanhando seu comportamento, de preferência por meio de câmera de vídeo, a fim de que ele não perceba que está sendo observado.

Como têm muitos predadores na natureza, os roedores ficam paralisados quando percebem que estão sob a mira de outro animal. Uma vez sozinho, entretanto, um camundongo recém-operado e com dor começa a esticar as patas e a olhar para o abdome. A tendência, aliás, é tentar adotar experimentos cada vez menos invasivos, como monitoramento remoto por câmeras, ressonância magnética e marcadores radioativos.

Às vezes, um pequeno detalhe já faz toda a diferença, como mostrou a farmacologista Hérida Salgado, da Unesp de Araraquara. Ela substituiu um método usado desde 1957 para testar o potencial diarreico de uma substância, e que envolve o sacrifício de camundongos, por outro bem mais simples, no qual os animais podem ser reutilizados depois de uma semana.

No procedimento original, os animais tinham de ficar em jejum por até 24 horas, antes de ingerir o composto estudado. Em seguida eles tinham de engolir um pedaço de carvão. Duas horas mais tarde, eles eram mortos e seus intestinos, abertos, para se verificar onde estava o pedaço de carvão. O objetivo é checar se a velocidade com que o carvão percorre o intestino é afetada pela substância.

Mas se o comprimento do intestino de cada camundongo é mais ou menos o mesmo, por que, em vez de matá-los, não esperar que eles evacuem o carvão e então medir o tempo que o processo demora? Foi o que Hérida e sua aluna de iniciação científica Maria Lucchesi fizeram em 2003. O novo método, além de evitar o sacrifício das cobaias, reduziu a duração do jejum prévio ao experimento.

Agora é lei

A rotina dos cientistas que usam animais em pesquisas deve mudar a partir de 2010. Eles passarão a ter de justificar, diante das comissões de ética no uso de animais (Ceuas) de suas unidades, a quantidade de cobaias que pretendem usar. O número poderá ser contestado por colegas da academia e representantes da sociedade. Suas atividades poderão ser fiscalizadas e, no caso de abuso, eles estão sujeitos a penalidades que variam de advertências verbais até o fechamento do laboratório, passando por multas de até R$ 20 mil.

Na prática, as Ceuas já existem desde meados dos anos 1990 na maioria das instituições de pesquisa, mas com a Lei Arouca elas passam a ser obrigatórias e têm funções a cumprir. A principal é se reportar ao Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea), presidido pelo ministro da Ciência e Tecnologia. Os demais membros, definidos

No ensino, animais são dispensáveis

Enquanto a maioria dos cientistas concorda ser impossível abrir mão dos animais em experimentos científicos, um número crescente acredita que eles são completamente dispensáveis no ensino superior. Nos EUA, muitas universidades aboliram o uso de cobaias nas atividades didáticas. Na União Europeia, menos de 2% dos animais de laboratório são usados no ensino. As alternativas incluem o uso de cadáveres conservados em resina, réplicas artificiais, modelos computacionais e vídeos.

No Brasil, a prática ainda persiste por comodismo, na opinião de Stelio Luna, professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, de Botucatu. "No ensino, é inadmissível", decreta. Roberto Sogayar, professor aposentando do Instituto de Biociências, também em Botucatu, critica a inércia de seus colegas. "Alguns professores reclamam das instruções das simulações estarem em inglês", comenta o pesquisador, indignado.

Informações sobre alternativas para o ensino superior estão disponíveis em sites de organizações como a Interniche (www.interniche.org) e seu braço brasileiro (1rnet.org), e a European Resource Center for Alternatives in Higher Education (EURCA) (www.eurca.org).

em portaria publicada no *Diário Oficial da União* no dia 29 de outubro, são 6 representantes de órgãos de governo, 5 de instituições acadêmico-científicas, 1 da indústria farmacêutica e 2 de sociedades protetoras de animais.

Fiscalizar a produção dos animais e cadastrar todos os biotérios do país serão papéis fundamentais do Concea. As Ceuas, por sua vez, devem colaborar na redução do uso de animais, no aprimoramento dos métodos e na fiscalização de abusos.

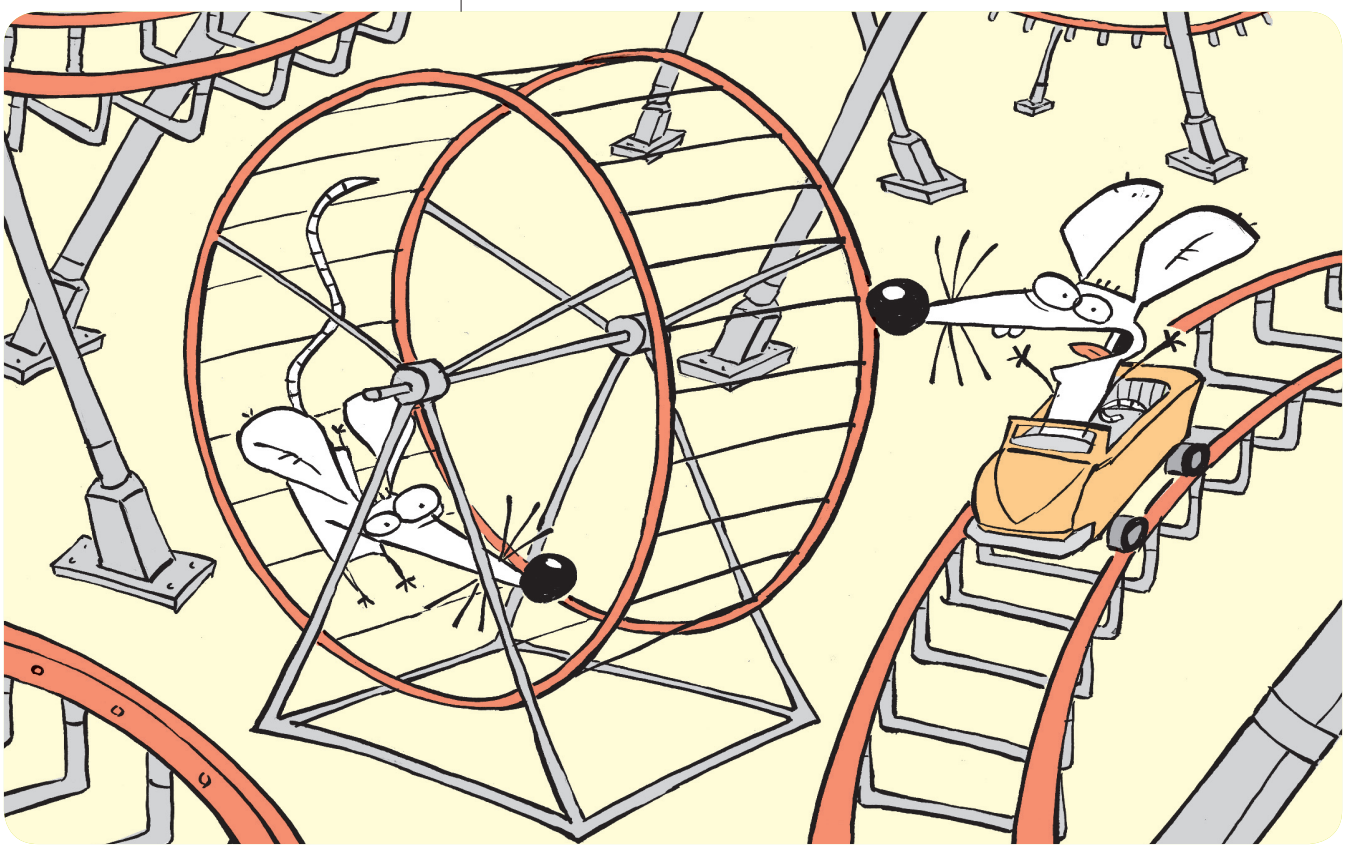
"O problema das comissões de ética [atuais] é que, com raríssimas exceções, não há fiscalização", afirma Luna, que, durante seu doutorado no Reino Unido, recebia visitas de fiscais do governo em seu laboratório. "Os pesquisadores brasileiros têm postura pouco receptiva à fiscalização", diz. O pesquisador critica ainda o fato de as Ceuas serem muito brandas com pesquisas de "delineamento experimental questionável", envolvendo aplicação de choques elétricos, por exemplo.

Com a Lei Arouca, as Ceuas são obrigadas a incluir um representante de uma sociedade protetora de animais, o que Luna considera pouco. Para ele, um número maior deles seria benéfico não só para os cientistas, mas para a sociedade em geral. "Isso poderia esclarecer e desmistificar aquela ideia de que o cientista é um torturador de animais", justifica.

Tão importante quando a fiscalização e a transparência é o preparo dos alunos de graduação e pós-graduação para lidar com animais de laboratório. Frajblat faz campanha para que os cursos das áreas biológicas tenham disciplinas específicas baseadas nos "3Rs". Sogayar recorda um caso que ocorreu enquanto ele estava na faculdade para ilustrar a importância desse tipo de formação. "Era meu primeiro camundongo. Peguei-o pelo rabo, ele se assustou e eu também." Num ato reflexo, o então estudante arremessou para o alto o pequeno roedor, que morreu espatifado na bancada do laboratório do Departamento de Fisiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, em 1969. "Matei aquele primeiro camundongo porque não tinha preparo algum. Na Europa e nos EUA, um estudante tem de fazer um curso de quatro meses antes de pôr a mão num bicho."

Como escreveu o especialista em bioética William Hossne, da Faculdade de Medicina da Unesp em Botucatu, em um artigo na revista *Ciência e Cultura* em 2008, à clássica recomendação dos 3Rs, "se considera fundamental acrescentar mais um R, que foi esquecido, R de respeito".

APRIMORAMENTO
O terceiro dos 3Rs (*refine*) lembra que ninguém merece viver numa gaiola fria e vazia. Enriquecer o ambiente com brinquedos e decoração deixa os bichos mais animados, o que ainda melhora os resultados da pesquisa



Fernando Gonsales

A teoria e a prática da luta contra o especismo

O uso de cobaias em pesquisa é apenas uma das frentes de batalha do movimento pela libertação animal. Ao lado da ciência estão a indústria alimentícia, particularmente os setores pecuarista, aviário e pesqueiro; negócios de entretenimento como rodeios, touradas e circos; a caça esportiva e o segmento têxtil que usa peles de animais. Seja qual for a trincheira, porém, a motivação dos militantes é a mesma: a rejeição ao especismo, isto é, a discriminação praticada por humanos contra outras espécies.

O termo especismo foi cunhado em 1970 pelo psicólogo britânico Richard Ryder, um dos pioneiros do movimento. "Especismo e racismo ignoram ou subestimam as semelhanças entre o discriminador e aqueles contra quem ele discrimina (...) O especismo nega a lógica da evolução", escreveu Ryder. Sua militância teve impacto considerável na reformulação, em 1986, da lei britânica sobre o uso de animais de laboratório.

A causa dos direitos dos animais vem ganhando força no mundo todo desde os anos 1960, a reboque de movimentos sociais que "passaram a questionar a hegemonia da racionalidade científica e a buscar uma nova ética", afirma a socióloga Leila Marrach Basto de Albuquerque, do Instituto de Biociências da Unesp em Rio Claro. O desfecho nuclear da Segunda Guerra, explica, chamou a atenção da sociedade para o uso militar e político da ciência e suas consequências sociais e ambientais, deflagrando a busca de novos modelos nos quais o homem é parte da natureza e não pode manipulá-la como quiser.

É nesse contexto de contracultura que surge, em 1975, o livro *Libertação animal*, espécie de bíblia do movimento, do filósofo australiano Peter Singer, hoje professor da Universidade de Princeton (EUA). Singer é o intelectual mais citado quando o assunto é defesa dos direitos animais, embora algumas de suas posições desagradem boa parte dos ativistas.

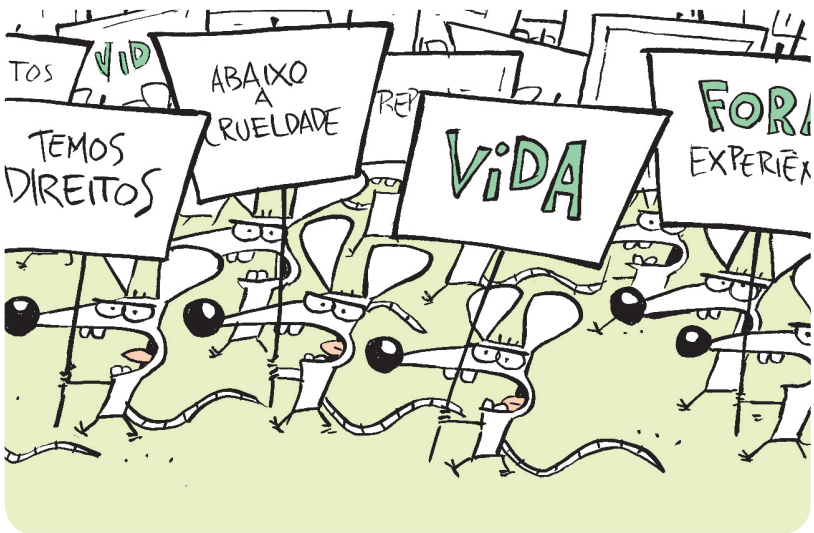
Nada justifica submeter qualquer animal ao sofrimento, segundo Singer. Estão fora desta premissa os seres aparentemente incapazes de sentir dor, bem como todo procedimento comprovadamente indolor – daí sua posição favorável ao abate humanitário e ao aborto. Crítico da inércia dos cientistas em buscar alternativas para o uso de cobaias, o filósofo tolera a prática desde que os animais sejam a única opção para estudos com potencial de prevenir o sofrimento de um grande número de pessoas.

O principal opositor das ideias de Singer é o americano Gary Francione, professor de direito da Universidade Rutgers (EUA) e pai da chamada abordagem abolicionista para a defesa dos direitos dos animais (www.abolitionistapproach.com). Para ele, todos os seres sencientes, humanos ou não, têm o direito básico de não serem tratados como propriedade. Assim, tal como a escravidão humana, a posse de animais deve ser abolida e não meramente regulada. A única forma de atingir esse objetivo, segundo ele, é por meio do veganismo, ou seja, do boicote ao consumo de qualquer produto obtido com base na exploração animal.

Munido de argumentos éticos, o ativismo em prol da libertação animal tem mirado cada vez mais a ciência e suas cobaias. No Brasil não é diferente, e o ano passado foi particularmente rico em manifestações, em virtude das discussões sobre a Lei Arouca, publicada em outubro. Na reunião da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), em Campinas, membros da Organização Protetora dos Animais empunhavam uma faixa onde se lia: "Auschwitz ainda existe para milhões de animais".

Embora o movimento antiespecista seja predominantemente pacífico, incidentes acontecem. Ainda na SBPC de 2008, o grupo Vegan Staff agrediu com tinta vermelha a pesquisadora Regina Pekelmann Markus, coordenadora de um grupo de trabalho sobre o tema, para simbolizar "a ciência suja de sangue dos inocentes". Em novembro do mesmo ano, a Frente de Libertação Animal invadiu e depredou um laboratório do Instituto de Ciências Biomédicas da USP. Deixaram recados pichados nas paredes: "Busquem alternativas" e "Nós voltaremos".

(Luciana Christante)



Fernando Gonsales

Cientistas das profundezas

Pesquisadores de Rio Claro se embrenham nas cavernas do Alto Ribeira para investigar o impacto do turismo sobre o microclima desses delicados sistemas

Pablo Nogueira



SALÃO DOS DISCOS Área da caverna Santana é um dos locais fechados à visitação e que são monitorados na pesquisa



Em meio à penumbra, Heros Augusto Santos Lobo, 32, caminhava rapidamente, olhando para o pequeno aparelho que tinha nas mãos. Concentrado, não reparou na enorme coluna de pedra calcária que descia do teto, bem no seu caminho, e acertou-a com uma poderosa cabeçada. O choque da rocha com o plástico endurecido do seu capacete gerou um ruído surdo, além de risadas nas pessoas que estavam ao seu lado. Afinal, em cinco minutos, aquela era a quarta vez que o capacete colidia com a gigantesca estalactite. Heros também riu, antes de explicar que cabeçadas em rochas são acontecimentos cotidianos para quem trabalha na área da espeleologia, o estudo científico das cavernas.

Turismólogo de formação, Lobo atualmente cursa o doutorado no Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. Desde setembro de 2008, ele viaja quinzenalmente ao Petar (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira), na região de Iporanga (SP), a fim de monitorar sistematicamente os efeitos causados pela visitação turística a uma das maiores cavidades naturais da região, a caverna Santana. No começo de novembro, a equipe de **Unesp Ciência** o acompanhou em uma de suas excursões a campo.

A pesquisa, financiada pela Capes, visa mostrar que, ao contrário do que possa parecer para os leigos, o meio ambiente encontrado no interior das cavernas é delicado, como nos explicou posteriormente



José Antonio Scaleante

TRÁFEGO LENTO
Em anos de pico, a Santana chegou a receber 1.200 visitantes num único dia



PREPARATIVOS
Heros, observado pelo repórter, testa os equipamentos que serão instalados durante a excursão à caverna

o orientador do trabalho, o geólogo José Alexandre de Jesus Perinotto. "O simples pisoteio nas galerias já causa impacto. E estruturas como estalactites e estalagmites [formações rochosas sedimentares originadas, respectivamente, no teto e no chão de uma gruta] são muito frágeis. A presença humana pode causar danos irreversíveis."

Era por volta das 10h quando entramos na Santana. Logo percebemos que a aventura é parte indissociável desse tipo de pesquisa. A caverna tem formato labiríntico, e os corredores possuem trechos de estrangulamento, onde só uma pessoa pode passar de cada vez – às vezes agachada. À medida que se avança na trilha, surgem várias pequenas subidas, e no ponto mais extremo do circuito turístico o visitante terá subido mais de 50 metros em relação ao local de entrada.

A umidade elevada faz com que a rocha fique perpetuamente molhada e escorregadia – a ponto de até um pesquisador experiente como José Antônio Scaleante, ou apenas Scala, colaborador de Lobo, não escapar de um escorregão. A luz das lanternas dos capacetes atrai grandes quantidades de mosquitos para as proximidades do rosto, e volta e meia alguém engole um inseto e começa a tossir. Os impactos da cabeça no teto e nas paredes acontecem o tempo todo. "No começo as pessoas se perguntam se realmente têm que usar capacete, mas logo já estão muito felizes de o terem trazido", conta Scala, divertindo-se, enquanto tentamos desviar de uma ponta e outra.



OBRA DAS ÁGUAS
Rios pré-históricos criaram as monumentais paisagens do Petar, como a entrada da caverna do Morro Preto

Falta de manejo

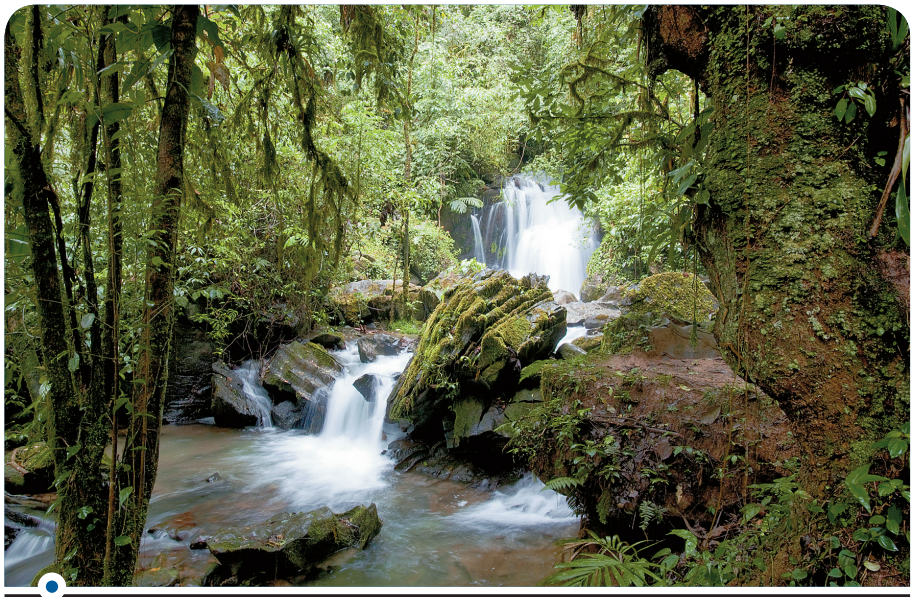
No passado, a região onde hoje se localiza o Petar esteve no fundo do mar, o que resultou na formação de grandes quantidades de rocha de base carbonática. A combinação dessa rocha com água abundante e a grande variação de relevo que existe na região resultou no surgimento de um sem-número de cavernas. Cerca de 500 já foram identificadas, das quais pouco mais da metade fica na área do parque. O Petar foi criado em 1958, mas só começou a ser explorado sistematicamente por espeleólogos a partir dos anos 1970.

A década seguinte viu a chegada dos primeiros turistas, atraídos também pela exuberante vegetação de Mata Atlântica preservada e por sua localização, não muito distante da capital paulista. Em pouco





MEDIDOR DE CO_2
Aparelho avalia se respiração humana contribui na dissolução de minerais



BELEZA SUPRATERRÂNEA
Além das cavernas, o Petar é conhecido como uma das últimas áreas de Mata Atlântica que sobreviveram ao desmatamento gerado pela colonização e pela agricultura

Fotos: Guilherme Gomes

tempo, os municípios do entorno se tornaram destino de ônibus de excursões, muitas delas organizadas por escolas e universidades. "Algumas escolas enviam seus alunos para cá todo ano há mais de duas décadas", conta Scala, que possui uma pousada na região.

A média anual de visitantes no parque alcançou um pico de 60 mil em 2004, antes de se estabilizar num patamar entre 35 mil e 40 mil. Com o crescimento vieram os problemas. Em 2003 um turista embriagado morreu afogado num rio, o que levou ao fechamento do camping que funcionava dentro do parque e à obrigatoriedade do uso de guias para visitar as cavernas. Em 2005 uma jovem despencou de um paredão enquanto praticava rapel.

Desde 2001 o Ministério Público cobrava do governo do Estado, sem sucesso, a elaboração de um plano de manejo do parque que determinasse regras de visitação, exploração e conservação das áreas. O plano, porém, não foi elaborado. Em fevereiro de 2008, atendendo ao Ministério Público, o Ibama multou o parque e interditou a visitação a cerca de 30 cavernas. A interdição só foi parcialmente suspensa depois que a direção do parque se comprometeu a elaborar um plano de manejo geral para a unidade de conservação, e outros, específicos, para as principais cavernas. Os três meses em que as cavernas ficaram fechadas fizeram com que o número de visitantes chegasse a zero, o que abalou a economia da região. Restaurantes e pousadas tiveram de demitir seus funcionários. Dos cerca de 200 moradores que trabalhavam como guias, cerca da metade abandonou a profissão.

Desde 2002 Lobo se ocupava da questão do manejo das cavernas na região, tendo inclusive feito um estudo prévio que estimou em 120 o total de pessoas que poderiam entrar na Santana a cada dia. Por isso, quando houve a interdição no ano passado, as autoridades públicas o convidaram a participar da vistoria que, após três meses, liberou novamente a visitação. Também exortaram a direção do parque a aproveitar a metodologia que o espeleólogo está desenvolvendo em sua pesquisa, a fim de que se possam obter diagnósticos semelhantes nas demais cavernas.

Em 2008 o MP solicitou a interdição das cavernas. A direção do Petar assumiu o compromisso de elaborar planos de manejo que especificam a quantidade de pessoas que podem visitá-las a cada dia. Para estabelecer esses parâmetros, a pesquisa é essencial

De acordo com Lobo, a maior parte dos estudos das condições climáticas em cavernas no Brasil é realizada de forma pontual. Em geral, um pesquisador vai ao local de tempos em tempos para medir parâmetros considerados chave, como temperatura e umidade do ar. Com o desenvolvimento tecnológico, porém, é possível usar aparelhos que registram as variações periodicamente, a cada meia hora, ou menos. Ao visitar o local, o pesquisador recolhe as informações armazenadas nos medidores ao longo de semanas. Isso permite um acompanhamento quase em tempo real das mudanças que ocorreram no ambiente naquele período. Pesquisas semelhantes foram feitas poucas vezes por aqui, como na gruta de Ubajara, no Ceará, que foi objeto de pesquisa por seis meses, e nas grutas de Nossa Senhora Aparecida e Lago Azul, na região de Bonito, no Mato Grosso do Sul, monitoradas por um ano. Estas últimas foram coordenadas por Paulo César Boggiani, do Instituto de Geociências da USP, que é também co-orientador de Lobo. A pesquisa do doutorando da Unesp começou em março deste ano e deve se estender até junho do ano que vem.



PESQUISA EM RITMO DE AVENTURA
Trajetos dentro da caverna podem levar o pesquisador a cruzar lagos andando e a se equilibrar na rocha escorregadia

À prova d'água, mas não de umidade

Na expedição que acompanhamos, Lobo posicionou termo-higrômetros em 11 pontos da caverna. Esses dispositivos mensuram variações de umidade e de temperatura no ar. Um dos aparelhos foi colocado para monitorar também as variações de temperatura na água, e um outro na superfície de uma rocha, num dos salões mais internos. Só a instalação e operação destes dispositivos já é uma aventura tecnológica à parte. "A umidade no interior da caverna é de 99,9%, e não existem aparelhos comerciais desenvolvidos para funcionar nessas condições", explica. O espeleólogo conta que no começo dos testes, ao conectar um termo-higrômetro ao seu laptop para recuperar os dados registrados, descobriu que ele estava cheio de água. "Como o fabricante dizia que o aparelho era capaz de operar sem vazamentos a 1m de profundidade, enviei o produto para a assistência técnica." A peça foi mandada ao fabricante, que a devolveu com um aviso. "Ele dizia que podia garantir o bom uso debaixo d'água, mas não dentro de uma caverna úmida", lembra Lobo, rindo.

A fim de contornar os transtornos, ele está recorrendo aos serviços da Solbet, empresa nacional que se especializou em fabricar aparelhos sob medida para as diferentes necessidades de pesquisadores brasileiros da área ambiental. Na visita, Lobo levou uma bateria para aumentar a autonomia de um medidor de CO_2, um termo-higrômetro e um contador de pessoas desenvolvidos pela empresa brasileira especialmente para operarem nas condições de elevada umidade das cavernas. Outra vantagem da tecnologia nacional é o custo. O contador de pessoas feito aqui saiu por R$ 1.200, metade do preço de um produto similar importado e muitas vezes inadequado para as condições ambientais das cavernas.

Não é qualquer equipamento que consegue operar satisfatoriamente num ambiente onde a umidade do ar chega a 99,9%. Mas já estão surgindo aparelhos de tecnologia nacional concebidos para uso na pesquisa espeleológica

Com 5 km de seus caminhos já mapeados, e uma extensão total que pode passar dos 9 km, a Santana ocupa um lugar de destaque na pesquisa espeleológica brasileira. Trata-se da caverna mais bem estudada do país – atualmente abriga pelo menos outras três pesquisas de diferentes instituições. Uma mede a concentração de radônio, um gás potencialmente nocivo à saúde, em certas partes da área acessível aos turistas. Outra se dedica a registrar as variações paleoclimáticas da América do Sul nos últimos milhares de anos. Uma terceira, coordenada por Scala, procura avaliar o tempo médio que os grupos de visitantes precisam para percorrer os 490 m do trajeto destinado à visitação.

Aliás, um estudo feito por Scala na Santana afetou o turismo de caverna em todo o Brasil. Nos anos de 2002 e 2003, ele pesquisou o impacto causado pelas lanternas carbureteiras usadas pelos turistas. O equipamento gera luz a partir da reação química entre água e carbureto, gerando gás acetileno. Esse gás é queimado e gera uma chama brilhante e clara, que resulta num facho de luz que alcança 15 m. Antes da interdição, a Santana chegou a receber 1.200 visitantes por dia, sofrendo o impacto de 11 carbureteiras em ação ao mesmo tempo. A pesquisa mostrou que os resíduos gerados se depositavam sobre as paredes e estruturas da caverna, provocando sujeira e desgaste. O resultado foi a proibição de seu uso por turistas nas cavernas de São Paulo, o que aos poucos vem sendo seguido em todo o Brasil – proibição condicionada, porém, ao plano de manejo de cada caverna.

Lobo leva cerca de três horas no percurso turístico, parando nos medidores para coletar os dados. Na vez em que o acompanhamos, porém, muito tempo foi gasto tentando fazer com que o novo aparelho que registra a presença de CO_2 funcionasse, por conta das condições adversas de umidade. Por isso, ele não chegou a coletar os dados do termo-higrômetro localizado no salão São Paulo. Este salão fica na região restrita da caverna, e a caminhada até lá leva uma hora para ir e outra para voltar.

Um dos detectores de CO_2 trazidos nesta visita e colocado num dos salões mais visitados pelos turistas pode ajudar a esclarecer um dos principais pontos do estudo. Além da alta umidade do ar, próxima dos 100%, outra característica do microclima encontrado no interior das cavernas é uma certa estabilidade térmica, que não registra grandes oscilações. Na região do Petar, a média de temperatura varia em torno dos 18°C. O ar possui também uma abundância maior de CO_2. Na Santana, a concentração do gás num dos salões interiores chega a uma faixa de 1.100 ppm (partes por milhão) – 150% maior do que a medida no ambiente externo.

Mineral extinto

Os cientistas já sabem que a combinação de variação de temperatura e aumento da concentração de gás carbônico pode resultar em uma ação do gás sobre espeleotemas. Essas estruturas características de calcário que se encontram no interior da caverna são dissolvidas em um mecanismo conhecido como corrosão por condensação. Uma vez que a presença humana gera alterações na temperatura da caverna, e nossa respiração provoca picos de CO_2 no ambiente, os cientistas se questionam se a visitação humana pode representar perigo para as estalactites e estalagmites. "Essa é uma das hipóteses centrais da tese. Quero ver o quanto a presença humana está alterando um mecanismo natural", explica o pesquisador. Mas há bons motivos para pensar que isso realmente esteja acontecendo. Um exemplo citado pelos exploradores é o da caverna Cristal, situada na região. Ela era conhecida por abrigar um raro mineral da classe dos evaporitos, o "cabelo de anjo", encontrado em poucos lugares do mundo. A caverna foi aberta à visitação pública no fim dos anos 1990. Quando em 2003 um grupo de pesquisadores foi mapear a Cristal, não encontrou mais o mineral.

Tão importante quanto os dados que a pesquisa vai gerar, porém, é a maneira como ela vai ser feita. Lobo está tentando desenvolver uma metodologia que, além de eficaz, possa ser reproduzida em outras cavernas e que tenha baixo custo. Tais características poderiam permitir sua replicação em larga escala, em território nacional. Para Fábio Leonardo Tomaz, diretor do Petar, a pesquisa pode ajudar a padronizar os critérios usados na regulação de visitas a cavernas. "Atualmente, o procedimento mais comum é basear-se em informações como o uso histórico e a duração do passeio para calcular a quantidade de pessoas que podem passar por lá diariamente. Essa abordagem é limitada, porque não revela qual é a verdadeira capacidade de carga daquela cave", diz ele.

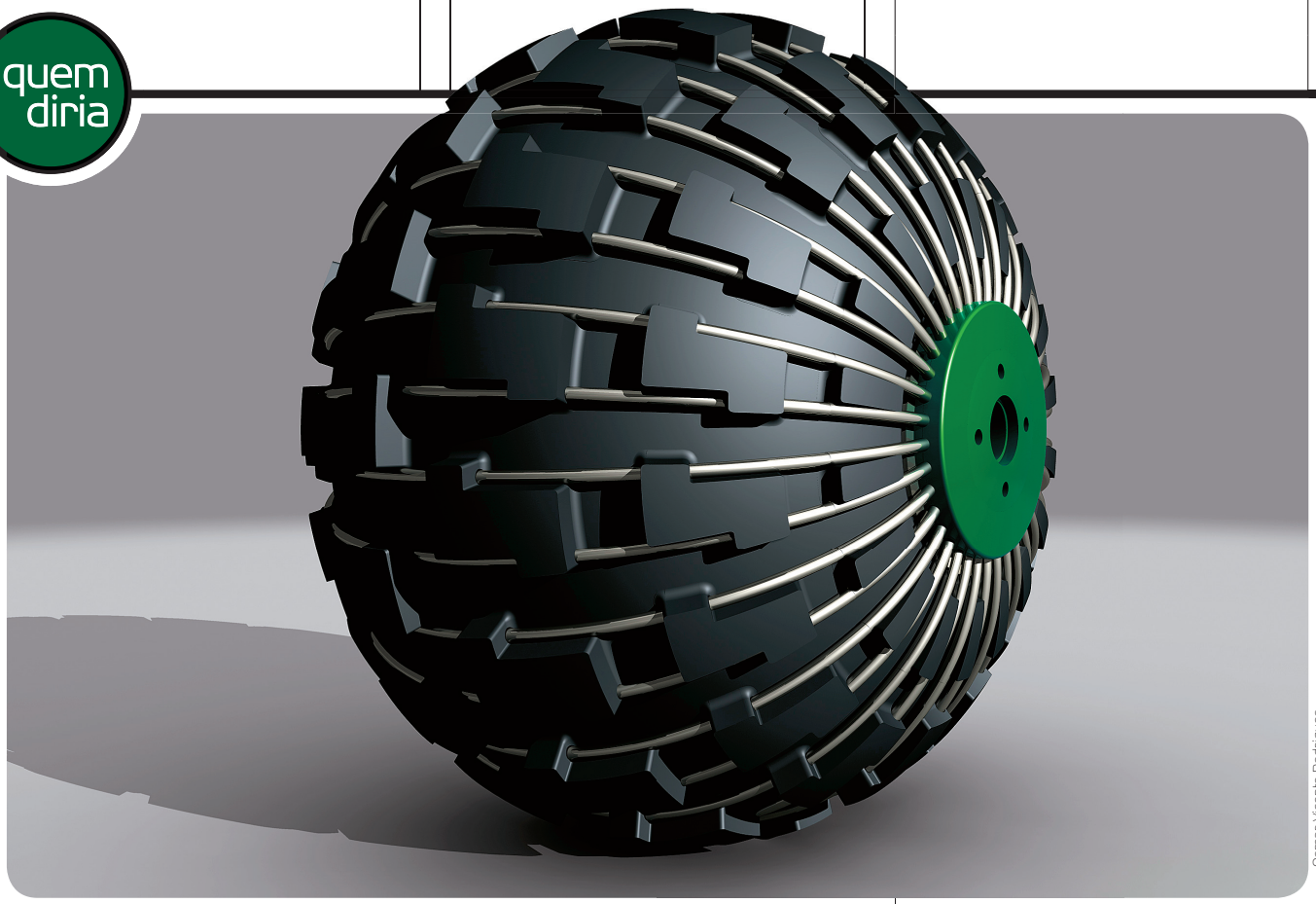
Com informações precisas sobre parâmetros, como a quantidade de calor trazida para o ambiente pelos visitantes, será possível avaliar o impacto sobre os espeleotemas e, assim, definir, caso a caso, a quantidade ótima de visitantes. O desenvolvimento dessa metodologia é ainda mais importante agora. A direção do parque estima que o número de turistas chegue a 100 mil por ano nos próximos anos. Todos atraídos pelas cavernas. "Como unidade de conservação, nosso objetivo é assegurar que a visitação ocorra com o mínimo de impacto possível. Por isso essa pesquisa é tão interessante para nós", afirma Tomaz.







ALTA SENSIBILIDADE
Heros e Scala instalam aparelhos para medir temperatura na superfície da pedra e contar número de visitantes nas trilhas



Osmar Vicente Rodrigues

A reinvenção da roda

Peça desenvolvida por pesquisador de Bauru é capaz de se expandir ou se comprimir para superar as adversidades do terreno que tem pela frente, dando mais flexibilidade a veículos *off-road*

Luciana Christante

Imagine um veículo capaz de passar pelos terrenos mais difíceis, superando lama, areia, pedras, buracos, alagamentos. Que, faça chuva ou faça sol, seja na subida ou na descida, ele não atole nem derrape. O sonho dos pilotos de *rally*, e de muitos produtores rurais que perdem tempo e dinheiro com estradas precárias interior adentro, ainda não existe, mas sua peça mais importante, uma super-roda adaptável a qualquer superfície, está a caminho. A expectativa é que se torne realidade em três anos, segundo Osmar Vicente Rodrigues, professor de desenho industrial da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Unesp em Bauru.

Rodrigues já ficou conhecido por colegas do Brasil e do exterior como o homem que está literalmente reinventando a roda. Esse foi o objetivo de seu projeto de doutorado, desenvolvido entre 2004 e 2008 no Royal College of Art (RCA), de Londres, um dos mais renomados centros de pesquisa em design do mundo. A *pumplon wheel*, como a batizaram os britânicos, foi selecionada pela instituição como o melhor trabalho de inovação em 2006 na categoria arquitetura e ambiente.

O termo *pumplon*, fusão das palavras *pumpkin* (abóbora, do tipo moranga) e *melon* (melão), já dá uma ideia geral do funcionamento do invento. "São as duas formas extremas que a roda pode assumir", explica Rodrigues. Com diâmetro máximo e largura mínima, temos a moranga; na situação inversa, eis o melão. Em português, o pesquisador prefere chamá-la de "roda fora de estrada".

A reinvenção da roda foi inspirada por

problemas que afetam o transporte coletivo rural, particularmente de cortadores de cana do interior paulista, caso avaliado pelo pesquisador para desenvolver os primeiros modelos. Além das chuvas, que de um dia para o outro podem interditar uma via de acesso ao canavial, outro inconveniente é a compactação do solo, decorrente do tráfego de veículos pesados dentro da plantação, como tratores e colheitadeiras. "Como essas máquinas são cada vez maiores e mais potentes, a compactação do solo tem sido um grande problema", diz Rodrigues. "As perdas na produção podem chegar a 20%."

Por incrível que pareça, o transporte terrestre é bem mais complexo que o aéreo e o marítimo em termos do número de variáveis que determinam o deslocamento do veículo: são mais de 30. As duas mais importantes são área de contato e pressão de contato na superfície, que são inversamente proporcionais. A possibilidade de controlá-las é o que diferencia a *pumplon wheel* de todas as rodas usadas nos últimos 3.500 anos, desde que os mesopotâmicos tiveram a brilhante sacada que mudou os rumos da humanidade.

O segredo da super-roda, já devidamente patenteado, está num eixo de aço capaz de se expandir e se retrair, por meio de um mecanismo rotativo, pneumático ou hidráulico. A ele estão conectados aros cuja deformação torna a roda mais larga ou mais estreita. "Esses aros foram um grande desafio e, sem dúvida, o item mais testado", afirma o pai da criança. "Inicialmente eles eram de aço, mas devemos substituir por um material termoplástico, que é mais fácil de produzir, mais leve e barato, além de ser reciclável." O revestimento externo é de borracha vulcanizada, parecida com a usada nos pneus convencionais, mas mais flexível para permitir as alterações de dimensão.

A possibilidade de controlar área e pressão de contato na superfície é o que diferencia essa roda de todas as outras usadas nos últimos 3.500 anos, desde que os mesopotâmicos tiveram a brilhante sacada que mudou os rumos da humanidade

Lama não é tudo igual

O acionamento da roda será feito pelo próprio motorista, de dentro do veículo, dependendo das características do terreno. Se for lama, é importante saber que "lama não é tudo igual", ensina Rodrigues. "Se ela estiver muito úmida, precisamos que a roda funcione como uma faca, ou seja, precisa ser bem estreita para que a pressão de contato seja maior." Já se o lamaçal for mais seco, a roda deve ser mais larga para permitir a flutuação. O mesmo raciocínio vale para a areia, segundo o pesquisador. Em caso de inundação, a solução é deixar as rodas com largura máxima, o que resultará num carro-anfíbio. O motorista poderá ainda acionar as rodas individualmente, "se apenas uma delas estiver atolada ou presa num buraco", exemplifica.

Até agora a pesquisa da nova roda gerou três gerações de modelos, todos desenvolvidos no Royal College of Art, nos quais foram testados mecanismos e materiais. De volta a Bauru desde o ano passado, o pesquisador agora busca financiamento para a construção de dois protótipos. O primeiro vai servir de base para que se faça, além dos testes em laboratório, a modelagem matemática e a simulação por computador do veículo nas suas dimensões reais. Isso vai resultar em alterações e aprimoramentos a serem aplicados ao segundo protótipo, que finalmente será testado no campo.

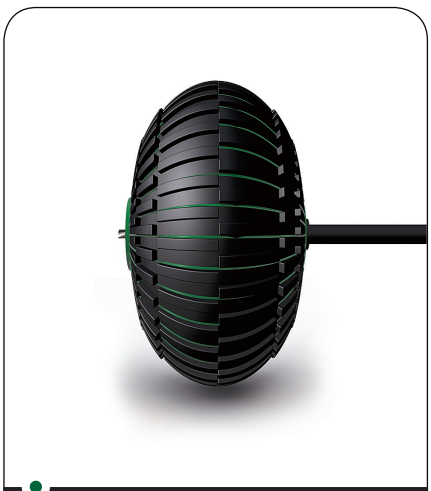
Reinventar a roda não sai barato. Para levar o projeto a cabo serão necessários R$ 2,5 milhões. "Mas se o investidor já tiver um parque fabril, o custo pode cair para R$ 1,7 milhão", acrescenta o pesquisador. A ideia é captar a maior parte dos recursos na iniciativa privada, que terá participação nos royalties da patente, e o restante com agências de fomento. Rodrigues espera começar a trabalhar no primeiro protótipo em 2010. Segundo ele, já existe um "namoro" com algumas empresas.



FORMA DE MELÃO
Ideal para rodar na areia fofa e, em caso de enchente, flutuar na água



FORMA INTERMEDIÁRIA
O motorista poderá acionar, de dentro do veículo, cada roda individualmente



FORMA DE MORANGA
Em terrenos lamacentos, a roda estreita funciona como faca



Quando as artes plásticas viram literatura

Oscar D'Ambrosio

O escultor, pintor e desenhista Sergio Romagnolo, professor do Instituto de Artes, câmpus de São Paulo, está se embrenhando em uma nova atividade, a literatura, com a produção do romance *A feiticeira e as máquinas*. O que pode parecer estranho ao artista plástico num primeiro momento, soa bastante lógico sob um olhar mais abrangente de sua obra. Já pelo título é possível perceber que ela vai lidar com questões caras ao artista: as ambiguidades, os relacionamentos humanos e o universo tecnológico em que vivemos.

No livro, Romagnolo propõe discussões sobre a importância dos meios de comunicação de massa, o papel dos produtos de consumo e a futilidade nas relações humanas, cristalizada muitas vezes nos seriados de televisão, uma de suas matrizes criadoras.

Em seu ateliê na Vila Sônia, na capital paulista, ele guarda desenhos dos anos 1980 nos quais essa crítica ocorria de maneira mais direta, sem a sutileza que o trabalho foi ganhando. Ainda naquela década, ele começou a colocar super-heróis nas telas, com o uso da tinta acrílica, em situações cotidianas.

O artista sempre mostrou apreço por uma visão bem-humorada dos seriados de televisão. Desde aquela época, fotografava imagens e as projetava sobre a tela para pintá-las. Era a manifestação da vontade de interferir sobre aquilo que assistia quando era criança.

No final dos anos 1980, Romagnolo realizou as obras em plástico modelado que lhe deram maior notoriedade. São feitas com um maçarico de gás propano, que amolece placas de plástico encostadas sobre modelos de argila úmida daquilo que se deseja deformar: réplicas de santos, profetas de Aleijadinho, fuscas ou instrumentos musicais.

Romagnolo considera o escultor mineiro "o maior artista das Américas". Ele decidiu trabalhar sobre as obras dele após conviver com réplicas dos profetas na Faap, onde se licenciou em Artes Plásticas. Depois, maravilhou-se ao ir para Congonhas do Campo (MG), onde estão as peças do escultor mineiro.

A discussão que se instaura é sobre a aparente imperfeição do resultado final, que parece mal-acabado e contraria a lógica dos modelos originais. Coloca-se





Luiz Machado

em questão a própria noção de belo e, acima de tudo, enxerga-se, por meio do plástico, uma civilização que lida com o cotidiano num tom derrisório, de ausência de referenciais.

As esculturas do artista, ocas, discutem ainda a sensação da falta de recheio. Elas são apenas um simulacro, uma representação. Sua essência foi perdida em nome de uma progressiva diluição, de uma carência de sentido e de uma plastificação que, por um lado, geram imagens falsas, mas, por outro, encantam pelo desequilíbrio e fascinação que instauram.

Os trabalhos mais recentes em pintura são sobre o seriado *A feiticeira*. Os personagens Samantha e seu marido James aparecem nas mais variadas situações, mas sempre desfocados, como se a televisão tivesse algum problema. As imagens são sobrepostas, numa alusão ao poder que esse veículo de comunicação de massa tem de criar mitos que vencem o tempo pela sua onipresença.

Nessa linha de raciocínio, Romagnolo, nascido em 1957, mestre e doutor em Artes pela USP, respectivamente com as pesquisas *Esculturas: rugas e alegorias* e *O vazio e o oco na escultura*, com mais de 30 anos de carreira artística, já realizou numerosas exposições individuais e coletivas, com um trabalho permeado pela autobiografia.

A nostalgia se faz presente, por exemplo, na lembrança dos cenários bem iluminados e bonitos de séries como *A feiticeira*. Ao escolher o tema, realiza pinturas com sobreposições de imagens a partir de *frames* da televisão com segundos de diferença. A pintura se dá então pela sobreposição desses momentos.

> Sergio Romagnolo coloca em seu primeiro romance elementos tradicionais de sua arte crítica ao universo ficcional

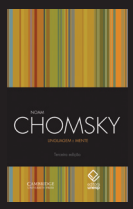
Romagnolo tem uma trajetória caracterizada por uma visão do mundo que considera o cotidiano como elemento fundamental. Ele é a matéria-prima a ser desmontada, deformada e reapresentada de uma nova maneira, provocando o observador a olhar o próprio entorno de maneira renovada.

Os santos desmaterializados, aparentemente derretidos, as telas que aludem a embalagens de produtos de consumo e as imagens de meninas que parecem líquidas são formas de estabelecer um visual que se distingue pelo não conformismo e pela falta de certezas em nome de um indagar constante sobre os caminhos da civilização.

O romance, assim, cuja narrativa tem como mote uma mulher misteriosa e seu elo com um universo ficcional de diversas máquinas, encontra paralelo no trabalho plástico mais recente do artista, realizado a partir de pequenas peças mecânicas que compõem um mundo que ele deseja expor em breve.

Ao sair das telas de dimensões maiores e das esculturas de grande porte, Romagnolo revela um mergulho no intimismo que a literatura propicia. Abraçando a palavra, certamente também vai mergulhar no poder que ela tem de gerar imagens que, de diversas formas, vão, certamente, enriquecer o seu mundo plástico.

Resenhas do mês



Linguagem e mente

Noam Chomsky; Editora Unesp; 342 págs. R$ 49

Chomsky e a abordagem biolinguística

Maurício Tuffani

Nessa perspectiva, os sistemas cognitivos, inclusive a faculdade da linguagem, são compreendidos como órgãos do corpo

Nove entre cada dez artigos de divulgação sobre o linguista norte-americano Noam Chomsky o apontam como um dos expoentes da chamada revolução cognitiva – o movimento intelectual entre os anos 1950 e 1960 que deu origem a uma nova concepção da mente por meio da convergência de estudos nas áreas da psicologia, antropologia, linguística, filosofia, inteligência artificial e neurociência. No entanto, esse professor de linguística e filosofia da linguagem do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), em Cambridge (EUA), não concorda muito com a ideia do caráter revolucionário dessa mudança de perspectiva.

Nascido em Filadélfia em 1928, Chomsky, afirma que esse movimento pode ser considerado, com mais propriedade, uma renovação e um desenvolvimento ulterior da revolução cognitiva do século 17. "A partir da década de 50, muitas questões tradicionais foram revividas – lamentavelmente sem o reconhecimento da tradição, que fora amplamente esquecida ou descaracterizada", diz o pesquisador no prefácio de sua terceira e mais recente edição do livro *Linguagem e mente*, de 2006, lançado agora no Brasil pela Editora Unesp.

Publicado originalmente em 1968, a obra compreendia três capítulos referentes naquela época ao passado, ao presente e ao futuro do estudo da mente baseado em pesquisas e especulações sobre a linguagem. A segunda edição, de 1972, teve o acréscimo de mais três capítulos, que estenderam os temas dos três anteriores com foco na intersecção entre a linguística, a psicologia e a filosofia, tendo como objetivo principal contribuir para a compreensão da inteligência humana. A terceira versão, baseada em uma conferência voltada, segundo o autor, para o grande público, examina a "abordagem biolinguística". O motivo das aspas, presentes na obra, está em não se tratar de uma ciência, nem exatamente de uma teoria, mas de uma perspectiva que concebe a língua em todos os seus aspectos – som, significado, estrutura – como um estado de algum componente da mente. Além do mais, é possível, segundo Chomsky, esclarecer e abordar de muitas maneiras alguns dos problemas básicos da biologia da linguagem.

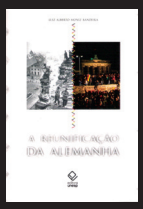
Embora seja a mesma perspectiva surgida da chamada revolução cognitiva, a biolinguística se originou da reação à concepção da mente com base nas ciências do comportamento, especialmente no behaviorismo, para o qual é impossível descrever estados mentais por eles não serem observáveis experimentalmente. De modo análogo, as teorias linguísticas se baseavam na decomposição em partes de dados sobre a linguagem e na sua classificação destinadas a organizar um corpo de material linguístico.

Nessa perspectiva, os sistemas cognitivos, inclusive a faculdade da linguagem, são compreendidos como órgãos do corpo. Com base nessa fundamentação genética da aquisição da linguagem, Chomsky deu um novo uso para a antiga expressão Gramática Universal. Essa fundamentação biológica não implica, entretanto, uma abordagem reducionista, mas um vigoroso esforço de superação da radical separação inaugurada pela tradição cartesiana de *res cogitans* (substância pensante) e *res extensa* (substância corpórea) como duas realidades distintas e heterogêneas.



A vingança da Hileia – Euclides da Cunha, a Amazônia e a literatura moderna

Francisco Foot Hardman; Editora Unesp; 378 págs. R$ 54



A reunificação da Alemanha – Do ideal socialista ao socialismo real

Luiz Alberto Moniz Bandeira; Editora Unesp; 236 págs. R$ 45



Pensando os papéis e significados das pequenas cidades

Ângela Maria Endlich; Editora Unesp; 358 págs. R$ 68.

A Amazônia segundo Euclides da Cunha

Euclides da Cunha foi um dos primeiros escritores latino-americanos modernos a encarar o desafio de retratar a vida na Amazônia. O historiador Francisco Foot Hardman, professor de teoria literária da Universidade Estadual de Campinas, analisa as experiências vividas pelo autor na sua tentativa de descrever a floresta e seus habitantes, tal como fizera com o interior nordestino em sua obra-prima *Os sertões*. Nesta coleção de ensaios, Hardman trata também de escritores nativos importantes, sem se restringir às relações com o tema amazônico, além de expor as afinidades de Euclides com nomes como Augusto dos Anjos, Sousândrade e Stefan Zweig, que comungam do mesmo imaginário trágico-moderno. Na última parte, o autor avalia como estas obras, com suas "figuras deslocadas entre saudades e solidões", colaboraram para lapidar o retrato do país e os limites de seu espaço literário. • LC

Os bastidores da reunificação alemã

Depois da queda do Muro de Berlim, vieram a reunificação da Alemanha e o fim do bloco socialista. A sequência de eventos que se iniciou há 20 anos tem um lado pouco conhecido que foi fundamental para deflagrar a derrubada da Cortina de Ferro. Esses acontecimentos são revelados na terceira edição, revista e ampliada, do livro do historiador e cientista político Luiz Alberto Moniz Bandeira. A obra é fruto de um trabalho investigativo do autor. O professor aposentado da Universidade de Brasília e especialista em história alemã entrevistou diversas figuras-chave daquele período para entender o processo que culminou na queda dos regimes comunistas do Leste Europeu. Ao remontar esse quebra-cabeça, de forma inédita e elogiada por seus pares alemães, Bandeira descreve a participação da KGB, o serviço secreto soviético, e da Stasi, o serviço de inteligência da então Alemanha Oriental, na derrubada do líder Erich Honecker, que se opunha à Glasnost e à Perestroika promovidas por Mikhail Gorbachev. • LC

O declínio das cidades cafeeiras

Área conhecida tradicionalmente como polo de produção de café, o Noroeste do Paraná abriga 165 municípios, sendo que em mais de 90% a população não chega à casa dos 50 mil habitantes. Entre as décadas de 1960 e 2000, todos registraram, em algum momento, um declínio demográfico progressivo. Nascida na região, a geógrafa Ângela Maria Endlich parte do princípio de que essas variações populacionais são reflexo de um processo social mais amplo e conduz uma investigação que lhe permite refletir sobre as pequenas cidades como espaços econômicos, políticos e sociais. O estudo mostra como estas comunidades expressam a vulnerabilidade e a efemeridade das formações socioespaciais no modo capitalista de produção. • PN



O sorriso do lagarto

Enyalius bibronii é uma das 121 espécies de répteis e anfíbios catalogadas da Serra da Ibiapaba (CE), onde se encontra a maior diversidade da Caatinga. De hábitos arborícolas, este lagarto é originário da Mata Atlântica, o que sugere a existência de uma conexão, em tempos remotos, entre as matas úmidas do Ceará e a floresta atlântica. O retrato é de Daniel Loebmann, doutorando do Laboratório de Herpetologia do Instituto de Biociências da Unesp em Rio Claro, que há três anos trabalha com anfíbios e répteis da região. No período ele fez milhares de imagens. Veja uma amostra em http://migre.me/a1Ts.



Daniel Loebmann

Mídia vê as árvores, mas não enxerga a floresta

Maurício Tuffani

O governo brasileiro comemorou, e com um pouco de razão, a taxa de desmatamento da Floresta Amazônica de agosto de 2008 a julho de 2009. O índice de 7 mil km² de devastação nesse período é o menor divulgado desde 1989, quando o monitoramento da parte brasileira desse bioma por satélites começou a ser realizado. No entanto, repetindo lamentavelmente o que já se tornou uma tradição de nosso jornalismo, quase todos os meios de comunicação brasileiros deixam de fazer a soma de todas essas taxas anuais e acrescentá-la ao estrago que já havia sido feito antes.

Até o final de 2008, o desmatamento da Floresta Amazônica havia atingido 358,7 mil km², segundo os dados do sistema Prodes (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Com os acréscimos dos índices anuais sucessivos desde então, a área total desmatada cresceu 99%, ou seja, praticamente duplicou em 21 anos, atingindo 713,9 mil km².

Toda essa área devastada corresponde a 8,4% do território nacional. Ela equivale a quase metade (45,8%) da área do Estado do Amazonas, ou, com exemplos internacionais, à soma das superfícies terrestres da França, da Holanda e da Bélgica.

OK, o próprio ministro do Meio Ambiente, Carlos Minc, disse que, apesar de positiva, a novidade não basta. Mas ele fez também um comentário altamente questionável na cerimônia de divulgação do índice, no mês passado, na presença do presidente da República e dos ministros da Casa Civil, do Desenvolvimento Agrário e da Ciência e Tecnologia, além dos governadores do Amazonas, Mato Grosso e Pará – estes dois campeões das taxas de desmatamento estaduais dos últimos 21 anos.

> Boa notícia ofusca desmatamento total da Amazônia, que já chegou a 8,4% do território nacional

Minc disse naquele ato de cunho político, quase às vésperas da realização da conferência do clima em Copenhague, que essa queda no desmatamento resultou da repressão aos crimes ambientais. De fato, não há como negar os esforços do seu ministério, e não só desde a gestão de Marina Silva (2003-2008), mas também de Sarney Filho (1999-2002), que no comando da pasta no segundo governo FHC não foi o pau-mandado do PFL que muitos ambientalistas apostaram que ele seria.

Uma simples verificação das taxas anuais desde 1988 registradas pelo Prodes permite constatar que o menor índice anterior, o de 1990-1991, que foi de 11 mil km², corresponde coincidentemente a outro período recessivo da economia, que foi o do início do governo Collor. Outras coincidências, a da grande queda de 37,5% da taxa de 1994-1995 para a de 1995-1996 e, na sequência, a redução de 22,7% para o índice de 1996-1997, que aconteceram justamente no período de queda no crescimento real do PIB – de 5,9% em 1994 para 4,2% em 1995 (crise do México), 2,7% em 1996 e 0,1% em 1997 (crise asiática).

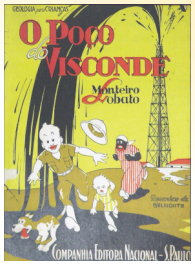
Neste ano, apesar de o Brasil ter obtido bons resultados em meio à crise internacional, vários setores de nossa economia foram abalados, inclusive o do agronegócio, no qual muitos investimentos têm sido realizados na forma do avanço sobre as bordas da Floresta Amazônica, especialmente no Mato Grosso. Em outras palavras, tem faltado muita curiosidade jornalística não só para contextualizar melhor o assunto, mas também para investigar se há alguma relação de causalidade entre o desaquecimento da economia e a queda nos desmatamentos.

Prêmio Jabuti de melhor livro do ano de não-ficção

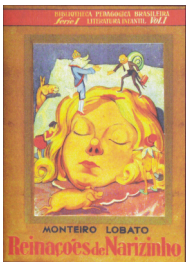
















editora unesp

www.editoraunesp.com.br