

INFORMÁTICA
HOJE

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 10 N° 57 Setembro de 1989 NCz\$ 22,50

SB
PC

Manaus e Rio Branco (via aérea) NCz\$ 29,50



**NEURÔNIOS EM CONEXÃO
CANDOMBLÉS NA METRÓPOLE**

EXEMPLAR DE ASSINANTE — VENDA PROIBIDA

O futuro vai ter a cara do que for feito agora.



PRÊMIO NACIONAL DE
E C O L O G I A
1989

Este projeto já está dando resultados.

O 3º Prêmio Nacional de Ecologia, patrocinado pela Cia. Vale do Rio Doce e Petrobrás, com o apoio do CNPq e do IBAMA, chega ao final. A Comissão Julgadora decidiu dividir o prêmio maior de 1.200 MVR.

Categoria Graduado

1º lugar: Alfredo Kingo Oyama Homma, com o trabalho *A Extração de Recursos Naturais Renováveis: Caso do Extrativismo Vegetal na Amazônia*. Prêmio de NCZ\$ 28.884,00.

1º lugar: Philip Martin Fearnside, com o trabalho *A Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planejamento*. Prêmio de NCZ\$ 28.884,00.

Menção Honrosa

Berta Gleizer Ribeiro, com o trabalho *Amazônia Urgente: Cinco Séculos de História e Ecologia*. Prêmio de NCZ\$ 14.442,00.

Categoria Universitária

1º lugar: Celso do Lago Paiva, com o trabalho *Ecologia e Conservação da Arara-Azul-Grande, Sul do Pantanal Mato-grossense*. Prêmio de NCZ\$ 14.442,00.

Menção Honrosa

Marcos Afonso Soares de Oliveira, com o trabalho *Movimento dos Seringueiros. Um Relato de Luta e Resistência Ecológica*. Prêmio de NCZ\$ 4.814,00.

Gêssica de Moraes Celebrini, com o trabalho *Reaproveitamento do Lixo*. Prêmio de NCZ\$ 4.814,00.

A Comissão congratulou-se com os concorrentes *Marcio Bento da Silva, Maria Rosa Mendonça e Gilberto Paiva Dias*, pela qualidade e consistência dos trabalhos apresentados.

A Comissão Julgadora do 3º Prêmio Nacional de Ecologia, presidida por *Felizardo Penalva da Silva*, foi composta por *Mário Borgonovi, Roberto Carrilho Padula, Manoel Borges de Castro, Herbert Otto Roger Schubart, Warwick Estevam Kerr e Roberto Cavalcanti*.

CURSO NO ITA

Tenho 16 anos e estou no 2º ano do segundo grau. Por isso devo começar a pensar no meu futuro. Li uma reportagem muito interessante no 'Documento' publicado em *Ciência Hoje* n.º 53 e fiquei muito interessado em saber mais sobre o Complexo Aeronáutico de São José dos Campos. Sonho em estudar engenharia eletrônica e em fazer o curso superior no ITA. Por isso, peço informações mais detalhadas sobre o complexo aeronáutico. Espero que possam me ajudar nesse projeto.

Aurelio José Parreira, São João Del Rei (MG)

• Encaminhamos sua carta para a responsável por nossa sucursal em São José dos Campos, *Fabiola de Oliveira*. Mas você também pode lhe escrever diretamente. Ela está em condições de lhe enviar as informações pedidas. Seu endereço é avenida dos Astronautas, 1.758, CEP 12201, São José dos Campos, SP. Felicidades.

BOLSA APERTADA

Sou professor do Instituto de Físico-Química da Universidade de São Paulo, campus São Carlos. Desde março me encontro na França, como bolsista de doutoramento do CNPq. Com base no decreto que criou o mercado-turismo de moeda estrangeira, só me é permitido receber as remessas de salário da USP pelas taxas deste mercado. Entretanto, ao fixar o valor da bolsa, o CNPq faz uso das taxas cambiais do mercado dito oficial. Configura-se assim uma situação extremamente injusta segundo qualquer ponto de vista. A inversão de valores e a confusão de conceitos nos coloca, bolsistas brasileiros no exterior, como 'turistas' aos olhos da burocracia do Banco Central (...). O problema atinge a comunidade científica brasileira como um todo, e gostaria de sugerir a esta revista, de tantos bons serviços prestados à divulgação da ciência (no Brasil mas também na comunidade latino-americana), que se empenhe em levar essa questão ao fórum dos responsáveis pela política científica.

Sérgio Paulo Campana Filho, Grenoble, França

• Temos a satisfação de lhe informar que o Banco Central já publicou ato normativo regulamentando a resolução do Conselho Monetário Nacional que autoriza o pagamento de salários de bolsistas no exterior, desde que não ultrapassem o montante de dois mil dólares. Com essa medida, os bolsistas que estão no exterior poderão receber pelo dólar oficial não só o valor das bolsas, como também os salários que continuam a receber das instituições a que estão vinculados. Essa decisão põe fim à discriminação que vinha sendo praticada contra os bolsistas brasileiros em outros países, que, embora em missão acadêmica ou científica, eram obrigados a receber pelo dólar-turismo.

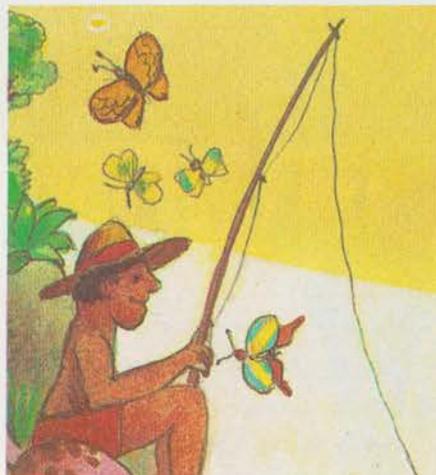


Ilustração Gian Calvi

'UM ECÓLOGO, POR FAVOR!'

Olá! Em primeiro lugar, gostaria de dar meus parabéns a todos vocês que fazem essa super-revista que é a *Ciência Hoje*. Meu nome é Alessandro Santiago, tenho 12 anos. Estou ciente de que existe a revista *Ciência Hoje das Crianças*, mas preferi mandar minha carta para a dos adultos, pois estou pedindo ajuda para um trabalho sobre a Estrada do Sol. Minha professora nos mandou pesquisar em uma revista de ciências de outra editora, mas, conhecendo essa revista maravilhosa, pedi para mandar para vocês, e ela consentiu. Minha professora também gostaria de entrar em contato com o José Lutzemberger, só que isto é difícil. Ela queria que um ecologista viesse

fazer uma palestra na minha escola (Colégio Wellington, avenida Itaberaba, na Freguesia do Ó).

Alessandro Santiago, São Paulo

• Alessandro, estamos fazendo o possível para atender o seu pedido. Logo você receberá notícias. Queremos também informar a você e à sua professora que em breve *Ciência Hoje das Crianças* vai crescer e se separar da revista dos adultos. Assim os leitores terão as duas nas bancas todos os meses do ano.

SALVAMENTO

Li recentemente o artigo 'Salvamento ou massacre?' (*Ciência Hoje*, n.º 46) e gostaria de fazer um comentário, apesar do atraso. O autor afirma que as populações resgatadas das áreas de inundação das represas estão 'invariavelmente perdidas', baseado simplesmente na curva logística, o que é uma grosseira simplificação da realidade. É verdade que, na falta de informações empíricas (falta quase total, no caso de muitas espécies silvestres brasileiras), a abordagem teórica é um dos poucos recursos possíveis. Mas a análise, quando muito um exercício acadêmico, não pode ser usada para prever categoricamente que operações de salvamento são inúteis.

Os ecologistas estão conscientes da complexidade das respostas de populações aos fatores bióticos e abióticos que interagem, além da plasticidade que espécies demonstram em função de distúrbios. Um estudo baseado somente na curva logística não dá fundamento para as conclusões do autor. Concordo que as operações podem ter o objetivo de satisfazer a opinião pública, e que outras medidas de caráter científico deveriam ser tomadas em relação às espécies afetadas; mas o trabalho de resgate não pode ser considerado perda de tempo, antes que dados confiáveis sejam levantados. No mínimo, as operações podem ajudar a consolidação da consciência preservacionista do público e salvar alguns espécimens da nossa ameaçada fauna.

Athayde Tonhasca Jr., Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola, Universidade Estadual de Ohio (EUA)

ESTÁ NA HORA DE REVERTER ESTE QUADRO

O desperdício de energia pode reservar um futuro negro para o nosso país. Existe ameaça de colapso na energia elétrica; o petróleo e seus derivados estão cada vez mais caros, só para citar alguns exemplos. Além do esforço individual, é preciso buscar novas alternativas para a solução deste problema. O Grupo Gerdau - em conjunto com o CNPq e Fundação Roberto Marinho - está promovendo o Prêmio Jovem Cientista 89, que tem como tema: "**Conservar Energia, um Desafio dos Anos 90**". As inscrições podem ser feitas até 30 de outubro de 1989. Maiores informações pelo telefone: (061) 274-1155 ramal 222, ou Caixa Postal 6186, CEP 70740, Brasília, DF.

Conservar energia: um desafio para todos nós.



SCT/PR CNPq
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO





foto Thomas Eisner e Charles Walcott, Cornell University

BESOUROS

Venho agradecer a atenção e os cuidados da revista *Ciência Hoje* no trato do meu artigo sobre os 'Besouros bombardeiros' (nº 54). A repercussão foi realmente muito grande. Cabe-me apenas uma ressalva resultante de desencontro de informações.

Nas figuras 3 e 5, nos créditos às microfotografias, onde se lê "foto cedida pelo autor", leia-se de direito "foto do professor Luís Carlos U. Junqueira, Universidade de São Paulo".
Klaus Zinner, Instituto de Química, USP, São Paulo

NATALIDADE

Apreciei o artigo 'O mito da explosão demográfica', publicado no nº 51, da autoria de George Martine. Sou estudante de pós-graduação em química e, como leigo, gostaria de fazer três observações:

1) Concorde com a posição do autor em relação ao controle de natalidade em nosso país. É uma forma muito sutil das 'autoridades' desviarem a atenção da causa principal de nossos problemas (em relação à demografia), que é a má distribuição populacional e, como consequência, o crescimento localizado.

2) Claro que há uma miséria generalizada da população nessa condição, mas tudo é passível de reestruturação, com uma melhor

conduta administrativa, o que não temos por enquanto.

3) O fato de que a influência da televisão é predominante no eixo Rio-São Paulo (p. 34) decorre da concentração econômica e cultural nesse eixo, o que induz a concluir que todo o país pode ser representado por essa região altamente 'desenvolvida'. Vejo os meios de comunicação de massa como uma questão ideológica.

Também contribuem para escamotear a nossa realidade.

Deixo, porém, uma pergunta para o autor. Ele menciona que "a difusão das sulfamidas e antibióticos e a descoberta do DDT e outros inseticidas" favoreceram o combate a várias doenças, ou a pragas que originam doenças. Mas não fala sobre os aspectos maléficos desses produtos. (...) Gostaria de obter esclarecimentos sobre os efeitos dessas substâncias na mortalidade. O efeito benéfico supera a toxicidade?

Edilson Roberto Gonçalves, Unicamp, Campinas (SP)

• *George Martine, autor do artigo, responde:*

Ao afirmar que a difusão das sulfamidas e dos antibióticos e a descoberta do DDT e de outros inseticidas haviam sido importantes na redução da mortalidade brasileira, eu pretendia chamar a atenção para o seguinte fato: ao contrário do ocorrido nos países atualmente desenvolvidos, a maior parte da queda da mortalidade no Terceiro Mundo foi conseguida sem passar necessariamente pelo desenvolvimento geral da sociedade. Ou seja: várias regiões e países tiveram uma melhoria nas suas condições de morbidade e um aumento na esperança de vida em função da importação de tecnologias desenvolvidas no Primeiro Mundo. Esse fato é amplamente reconhecido pelos especialistas. Meu principal argumento era de que esse fenômeno, bastante conhecido em relação à mortalidade, também parece estar acontecendo em relação à fecundidade: o desenvolvimento tecnológico do controle da prole permitiu que as pessoas passassem do desconhecimento do funcionamento do aparelho reprodutivo diretamente para as técnicas mais modernas. Isso significa que uma sociedade pode alterar significativamente seu comportamento

reprodutivo sem passar necessariamente pelo desenvolvimento socioeconômico. Sendo assim, o contraste da trajetória brasileira recente com a história dos países desenvolvidos é, mais uma vez, notável.

Quanto aos efeitos maléficos do DDT e de agrotóxicos no momento atual, o leitor tem toda razão em assinalar os perigos da aplicação indevida de tais produtos. Para uma discussão mais detalhada dessa questão, sugiro a leitura dos capítulos 7, 8 e 'Considerações finais' do livro Os impactos sociais da modernização agrícola, que publiquei em co-autoria com Ronaldo Garcia (Editora Caetés/Hucitec, São Paulo, 1987).

URUCUM

Fiquei muito satisfeito de ler pela primeira vez a revista *Ciência Hoje* e gostei muito do conteúdo. No nº 53 me deparei com a reportagem intitulada 'No mercado das cores' sobre o urucum. Gostaria muito que me enviassem endereços e detalhes sobre o cultivo, extração da bixina, e principalmente seu preço no mercado internacional e quais os importadores e exportadores do produto. A bixina, como colorante alimentar, tem um futuro brilhante e concordo plenamente com a opinião do repórter.

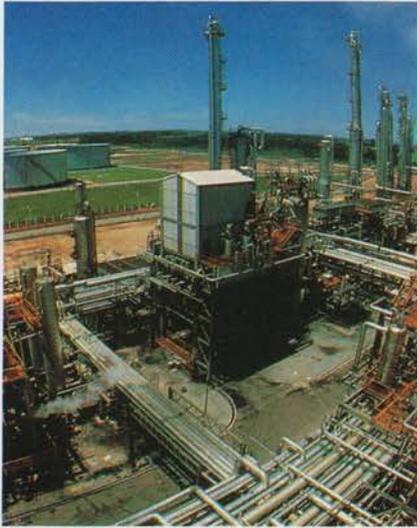
Julio Cesar Silva Navarrete, Genebra, Suíça

• *Encaminhamos sua carta ao professor Giulio Massarani, da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que está desenvolvendo a pesquisa sobre o urucum mencionada na reportagem. Ele lhe escreverá diretamente.*



Corte longitudinal do fruto de urucum.

foto Luisa Massarani



27

CARTAS DOS LEITORES

1

AO LEITOR

7

TOME CIÊNCIA

8

O feijão-com-arroz que tanto agrada aos brasileiros tem um sério inconveniente: dificulta a absorção de certos nutrientes, como o cálcio. Mas já se sabe como contornar essa situação. Por Rebeca C. De Angelis.

UM MUNDO DE CIÊNCIA

12

Uma pesquisa para a Du Pont levou por acaso o químico Charles J. Pedersen à descoberta dos éteres em coroa, hoje amplamente usados em química e biologia, e ao Prêmio Nobel. Por Angelo Cunha Pinto.

Graças aos progressos da biologia molecular, já é possível identificar as famílias gênicas no sistema imune. Elas são formadas por moléculas e proteínas com as mesmas funções, características semelhantes, e têm um ancestral comum no processo evolutivo. Por George A. dos Reis.

O LEITOR PERGUNTA

14

Por que os linfócitos se dividem em T e B? Como cada um deles reconhece os antígenos e atua na defesa do organismo? Ivan Mota, do Centro de Pesquisa e Formação em Imunologia (Instituto Butantan), responde à pergunta formulada por um leitor do Rio de Janeiro.

OPINIÃO

18

Apesar de proibidos no Brasil, como em outros países, os anabolizantes são usados clandestinamente na agropecuária, com a finalidade de engordar o boi e prepará-lo mais depressa para o abate. João Palermo Neto expõe os argumentos contra e a favor de tal prática.

RESENHA

24

Eleições/86, organizado por Maria Tereza Sadek; *Gramsci: um estudo sobre seu pensamento político*, de Carlos Nelson Coutinho; e *O nosso governo: os Ticuna e o regime tutelar*, de João Pacheco de Oliveira Filho: um cardápio variado para a área de ciências humanas.

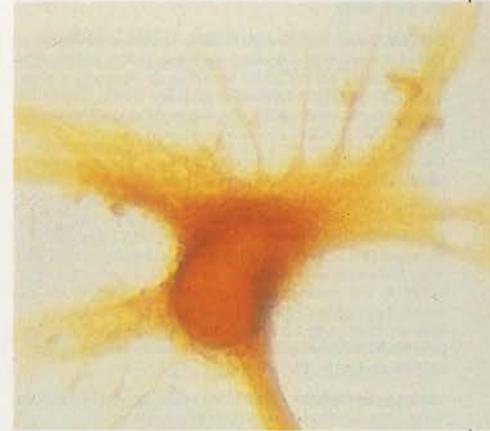


37

ARTIGOS
FERTILIZANTES: INDÚSTRIA PARA NUTRIÇÃO DAS PLANTAS 26

Carlos Eduardo Calmanovici, Roberto Guardani e Marco Giulietti

Para substituir a importação dos fertilizantes necessários à agricultura no país, a indústria nacional enfrenta o desafio de adequar com eficiência os processos de produção às matérias-primas disponíveis.



53

DEUSES TRIBAIS DE SÃO PAULO 34

Reginaldo Prandi e Vagner Gonçalves

Espraiado por bairros paulistas das mais diversas composições socioeconômicas, o candomblé deixou de ser, na cidade e no estado de São Paulo, um culto de negros, e até já é incluído no currículo acadêmico.

A ARQUITETURA DOS NEURÔNIOS 46

Alfredo Cáceres

No mais perfeito dos computadores — o sistema nervoso humano —, as intrincadas conexões que processam as informações são células altamente especializadas, nas quais função e forma são interdependentes.

A FERRUGEM QUE PROTEGE 54

Fábio Domingos Pannoni e Stephan Wolynec

Nos anos 30, surgiu um novo aço, cuja vantagem — pensava-se — era a leveza. Logo se verificou nele outra propriedade: exposto a fatores agressivos, ao invés de corroer-se, formava uma película autoprotetora.

DEBATE 60

Cientistas e empresários ligados ao setor de informática reuniram-se em *Ciência Hoje* para discutir questões relacionadas ao II Plano Nacional de Informática.

É BOM SABER 66

Valdemira Araújo conta como a reprodução da lagosta está sendo pesquisada, com vistas a incrementar a produção do apreciado crustáceo.

Uma mosquinha quase invisível tem a capacidade de multiplicar a produtividade do cacaueteiro, ao polinizar sua flor. Por Saulo Jesús Soria.

Fungos e homens lutando juntos contra insetos nocivos. Não é ficção: é uma idéia de cem anos, hoje concretizada. Por José Carlos da Silva.



69

Publicada mensalmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Secretaria: Av. Venâncio Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846, 295-4442, 275-8795. Telex: (021) 36952.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Ary Sergio Sabatino Ramôa (editor convidado); Alicia Palacios (secretária).

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Erney P. Camargo (Instituto de Ciências Biológicas, USP), Isaac Kerstenetzky (Departamento de História, PUC/RJ), José C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Luís Rodolpho R. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), Sérgio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Silvano Santiago (Departamento de Letras, PUC/RJ).

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Vera Rita Costa (assistente); Soraya Araújo (secretária).

Edição de Texto: Maria Inez Duque Estrada e Marília Martins, Regina Ferreira (revisora).

Jornalismo: Alicia Ivanishevich, Luisa Massarani, Sergio Portella.

Edição de Arte: Patricia Galliez de Salles (diretora de arte), Lillian de Abreu Mota (assistente de direção), Christiane Abbade e Denise Arnizauz de Mattos (diagramadoras), Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista), Marta Rodrigues (arte-finalista).

Administração: Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerente), Neuzia Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Cláudio Costa Carvalho, Pedro Paulo de Souza, Carmen Lúcia Gonçalves Leal.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Reinaldo Guarany Simões (assistente de divulgação), Paulo Henrique G. Fonseca (programador), Moisés V. dos Santos (chefe de expedição), Maria Lucia da G. Pereira (secretária), Luciene dos Santos Azevedo (aux. de escritório), Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Janair do Nascimento Fonseca, José A. Vianna, José Correia da Silva, Marly Onorato, Maria do Rosário, Manoel Antonio Grozima Aguiar, Ricardo Francisco Alves, Valmir Narciso Vidal. Tel.: (021) 270-0548.

Departamento Comercial: Álvaro Roberto S. Moraes (gerente), Irani F. Araújo (secretária).

Encarte Infantil (bimestral): Guaracira Gouvêa (coordenadora), Ângela R. Vianna (editora de texto), Gian Calvi (diretor de arte).

Colaboraram neste número: Guy e Wilson Racy (ilustração); Sônia Regina P. Cardoso (pesquisa iconográfica); Elisa Sankuevitz (revisão); Maria Luiza X. de A. Borges (edição de texto); Carmen Lúcia Visconti Weingrill (sucursal São Paulo); Ildeu de Castro Moreira (editor).

Capa: Agência F4 — foto Maurício Simonetti.

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração, UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas, USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallembek (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Woffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Goldenberg (Instituto de Física, USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia, EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências, UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luís de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica, CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moyses Nussenzeig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFRP), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências, UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental, UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise Souza Muniz e Maria Adelaide Nagem Moreira — Depto. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, C. Postal 2486, CEP 31160, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lúcia Maciel, Luiz Martins — Depto. de Sociologia, UnB — ICC — Ala Centro — Campus Universitário — 70910 — Brasília, tel.: (061) 273-6571.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina Del Vecchio de Lima — Travessa Alfredo Buffen, 140, subsolo, CEP 80020, tel.: (041) 233-8619.

Sucursal Florianópolis: Walter Celso Lima, Vania Aparecida Mattoso — UFSC, Caixa Postal, 476, CEP 88049, tels.: (0482) 33-9594, telex: (0482) 240.

Sucursal Porto Alegre: Edmundo Kanan Marques, José Secundino da Fonseca — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS — CEP 90040, tel.: (0512) 27-5529.

Sucursal Recife: Sergio M. Rezende, Cristina Teixeira V. de Melo (estagiária) — Praça das Cinco Pontas, 321, 1º andar, São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-8511.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Nelson Studart Filho, Carlos D'Alkaine, Angelo Cesar Piasse — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, rua Nove de Julho, 1.227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Wilson Racy Jr., Gláucio C. Lobão — Av. Professor Luciano Gualberto, 374 — Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, CEP 05508, tels.: (011) 814-6656 e 813-3222 ramal 2713.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fabiela de Oliveira — Av. dos Astronautas, 1.758, Caixa Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos (SP), tel.: (0123) 22-9977 ramal 593.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835 — Cuerpo A — 5º "A" — (1193) Capital Federal — tels.: (00541) 961-1824 e 962-1330. Neste endereço pode adquirir-se *Ciência Hoje* (preço sujeito a confirmação). Na sede de *Ciência Hoje* pode adquirir-se *Ciencia Hoy* por NCz\$ 22,50 ou assinar (6 números) por NCz\$ 135,00.

Assinaturas: Brasil (11 números): NCz\$ 225,00. América Latina e África (11 números): US\$ 40,00 (superfície) e US\$ 80,00 (aérea). EUA e Europa (11 números): US\$ 50,00 (superfície) e US\$ 100,00 (aérea). Número atrasado: NCz\$ 22,50.

ISS-0101-8515. Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chingilá Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Renart Fotolito, Fotocomposição e Editora Ltda. **Fotolito:** Grafcolor Reproduções Gráficas Ltda. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Ministério da Educação (MEC) e a VITAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) e da Fundação Banco do Brasil.**

Publicidade: Rudiger Ludemann, Douglas Sampaio Venditti, rua Gal. Jardim, 618 — 2º andar — conj. 21, São Paulo, tel.: (011) 259-5399; Rio de Janeiro, tel.: (021) 295-4846.



A SBPC — Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência — tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país; promover e facilitar a cooperação entre os pesquisadores; zelar pela manutenção de elevado padrão de ética entre os cientistas; defender os interesses dos cientistas, pelo reconhecimento de sua operosidade, respeito à sua pessoa, liberdade de pesquisa e de opinião, bem como do seu direito aos meios necessários à realização de seu trabalho; lutar pela remoção de empecilhos e incompreensões que embarcam o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congregar pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem a objetivos semelhantes; representar aos poderes públicos ou a entidades particulares, solicitando medidas referentes aos objetivos da Sociedade; incentivar e estimular o interesse do público em relação à ciência e à cultura; e atender a outros objetivos que não colidam com seus estatutos.

Atividades da SBPC. A SBPC organiza e promove reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm oportunidade de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que pode participar dos debates. Assuntos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948, a SBPC reúne hoje mais de 20.000 associados, e em suas reuniões apresenta cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realiza 250 mesas-redondas, cursos e conferências. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

A SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*. São publicados suplementos durante as reuniões anuais, contendo os resumos

dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a SBPC tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios que organiza periodicamente.

O corpo de associados. Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber a revista *Ciência e Cultura* e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*. **Sede nacional:** Rua Pedroso de Moraes, 1.512, Pinheiros, S. Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **AC** — Univ. Federal do Acre, Depto. de Ciências da Natureza, BR 364 km 5, tel.: 266-1422 ramal 111 ou 145 (Mauro Luiz Aldríguez); **AL** — Univ. Federal de Alagoas — CCBI, Depto. de Biologia — Praça Afrânio Jorge, s/nº — Prado — Maceió (Fábio José Castelo Branco Costa); **AM** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1.756, tel.: 236-9400 ramal 136 (Adalberto Luis Val); **BA** — Univ. Federal da Bahia, Instituto de Física, Campus Universitário da Federação, tels.: 247-2714 e 247-0646 (Caio Mário Castro Castilho); **CE** — Univ. Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, C. Postal 12155, Benfica, 60.000, Fortaleza — CE, tel.: 227-2420 (Marcus Raimundo Vale); **Curitiba** (seccional) — Univ. Federal do Paraná, Instituto de Bioquímica, C. Postal 939 (Glaci Therezinha Zancan); **DF** — Univ. de Brasília, Instituto Central de Ciências, Bl. A, sobrelaje, sala 301, tel.: 273-4780 (João Luis Homem de Carvalho); **ES** — Univ. Federal do Espírito Santo, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 227-4733 ramal 267 (Klinger Marcos Barbosa Alves); **GO** — Univ. Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, tel.: 261-0333 r. 150 ou 152 (Joaquim Tomé de Souza); **Londrina** (seccional) — Univ. Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Geral, C. Postal 6001, tel.: 27-5151 ramal 247 ou 477 (Ana Odete Santos Vieira); **MA** — Rua Andaraí, 11 Quadra P. S. Francisco, tel.: 222-4338 (Vera Lúcia Rolim Sales);

MT — C. Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); **MS** — C. Postal 189 (Wilson Ferreira de Melo); **MG** — Rua Piomonte, 590, tel.: 441-2541 (Ewaldo Mello de Carvalho); **PA** — Rua Olaria, Conj. Orquidea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olaso de Faria Galvão); **PB** — Univ. Federal da Paraíba, C. Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunes-maia); **PR** — Univ. Estadual de Maringá, av. Colombo, 3.690, tel.: 22-4242 ramal 313 ou 265 (Ueslei Teodoro); **Pelotas** (seccional) — Univ. Federal de Pelotas, Depto. de Ciências dos Alimentos (José Antônio G. Aleixo); **PE** — Prédio do CNPq, ANE 1º andar, Pç. das Cinco Pontas, 321, S. José, tel.: 224-8511 (Luiz Antônio Marcuschi); **PI** — Rua Prof. Darcy Araújo, 1.639, São Cristóvão, tels.: 232-1212 ou 232-1211 ramal 250 (Manoel Chaves Filho); **RN** — Univ. Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas, Depto. de Informática, Campus Universitário — Natal (Pedro Fernandes Maia); **RS** — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS, tel.: 27-5529 (Bazília C. de Souza); **RJ** — Av. Venâncio Brás, 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Carlos Alberto Coimbra); **RO** — Univ. de Rondônia, av. Presidente Dutra, s/nº, tel.: 223-3262 ramal 33 (Sebastião L. dos Santos); **SP** (subárea I) — Univ. de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Depto. de Geografia, C. Postal 8105, tel.: 262-6314 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto. de Genética, C. Postal 83, Piracicaba, tel.: 33-0011 ramal 125 ou 126 (Geraldo Antonio Tosello); **SP** (subárea III) — Univ. Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, tel.: 22-4000 ramal 229 ou 230 (Samira Miguel Campos de Araújo); **SC** — Univ. Regional de Blumenau, av. Antônio da Veiga, 140, C. Postal 7-E, tel.: 22-8288 ramal 33 (Ivo Marcos Theis); **Santa Maria** (seccional) — Univ. Federal de Santa Maria, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 226-1616 ramal 2.137 ou 2.455 (Ronald Mota); **SE** — Rua Hemetrio Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1331 (Maria Helena Santa Cruz).

OS NOVOS PODERES EM C&T: FAPs E CONGRESSO

O país tem mania de siglas. Pois aí temos mais uma: FAP, que designa, genericamente, Fundação de Amparo à Pesquisa. Seguida de um qualificativo regional, a sigla passa a indicar as instituições estaduais que deverão, a partir de 1990, desempenhar um importante papel no cenário da ciência e tecnologia neste país. As Constituintes estaduais acabam de sacramentar, em um número bastante significativo de estados da federação,* a inclusão do princípio que vincula uma porcentagem variável (de 1% a 3%) da receita do estado (tributária ou orçamentária) ao financiamento da pesquisa científica e tecnológica. Os textos derivam diretamente do parágrafo 5º do artigo 218 da nova Constituição Federal que admite este tipo de vinculação.

O que representa isto em termos de recursos? Calcula-se que não menos do que o equivalente a NCz\$ 2 bilhões será injetado no sistema através das FAPs, seja as já existentes, seja aquelas que serão criadas por lei ordinária. E para elas há um modelo inatacável: é o da Fapesp. Durante as últimas décadas a Fapesp tem funcionado, e muito bem. O mesmo se aplica à Faperj. Não há por que duvidar da multiplicação desses modelos pelo Brasil afora. Vale repisar suas características fundamentais. As FAPs não se encarregam da realização de pesquisas por si próprias. Centralizam suas ações no trabalho de fomento. A administração não consome mais do que 5% do seu orçamento e os recursos vinculados aos orçamentos estaduais devem se constituir no objeto de sua privativa administração.

Outra característica importante é a participação da comunidade nos Conselhos de Direção das FAPs. A avaliação qualificada, como aval da aplicação de recursos, associada à vinculação orçamentária, poderá garantir a estabilidade do financiamento à pesquisa ao longo e além dos mandatos dos poderes executivos. As FAPs devem ser mantidas imunes às influências de ordem puramente política.

Há, no entanto, uma política científica e tecnológica que deve ser agora discutida. Interesses regionais certamente constituirão objetivos prioritários. Desde já existem temas comuns a todas as FAPs, tais como a pesquisa básica, o trabalho de formação de competências, o desenvolvimento tecnológico regional. Estes não podem escapar à atenção dos organismos responsáveis pela fixação das diretrizes daquelas instituições. As Secretarias de C&T, mais uma vez associadas às organizações representativas da comunidade científica e tecnológica, deverão estabelecer os seus critérios e linhas de trabalho.

Há uma importantíssima advertência a ser feita no momento: a entrada de dinheiro novo, via FAPs, não pode, de forma alguma, servir para que se interrompa o fluxo de recursos de origem federal. O FNDCT, os auxílios à conta da verba da Finep, os recursos provenientes do CNPq, os aportes originários de fundações outras, continuam a ser indispensáveis. Tanto assim que, em alguns estados, o percentual previsto não tem valor significativo para o desenvolvimento de projetos de maior fôlego, como os da área tecnológica. Minimamente, se impõe uma coor-

denação entre o sistema novo e o já existente. Podemos ir além e apontar para os bancos estaduais de desenvolvimento, que podem assumir uma responsabilidade crescente no apoio ao desenvolvimento tecnológico.

Finalmente, e não menos importante, há um poder maior do qual não se tem cogitado no planejamento, mas cuja palavra é rigorosamente decisiva: o Congresso Nacional. Dele já depende, em grande parte, a manutenção do sistema nacional de desenvolvimento da c&t, uma vez que está no seu âmbito a determinação das prioridades de aplicação dos recursos orçamentários. Um encontro recente entre um grupo de pesquisadores e lideranças parlamentares em Brasília, promovido pela SBPC, demonstrou que as relações entre a comunidade científica e tecnológica e o Congresso já evoluíram para um novo patamar, no qual se destacam o entendimento e a sensibilidade dos congressistas para a importância da c&t na determinação dos rumos do desenvolvimento nacional.

São, portanto, dois novos interlocutores a considerar: o sistema FAP e o Congresso. Ambos respondem a uma diretriz de descentralização e democratização da política de ciência e tecnologia.

A mobilização da comunidade científica torna-se, então, necessária tanto para consolidar as conquistas quanto para obter a desejável unidade desta política em nível nacional. É também nossa a responsabilidade de informar a opinião pública e promover o debate sobre os objetivos e a função do desenvolvimento da ciência e da tecnologia em nosso país.

Este debate, sempre oportuno, é hoje importante por duas razões. Uma, porque estão sendo traçados na campanha presidencial os programas e as políticas do próximo governo. Outra, porque o atual governo está negociando com o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento empréstimos, para os próximos cinco anos, da ordem de US\$ 4 bilhões para a área de c&t que, se aprovados, terão grande influência nos desenvolvimentos científicos da próxima década. E aí entramos numa área que não prima pela transparência. Sabemos que estes bancos costumam vincular seus empréstimos, não apenas ao previsível pagamento dos juros correspondentes, como também à responsabilidade de uma contrapartida interna local e à tomada de decisões em vários setores da vida nacional. O Banco Mundial, por exemplo, ao mesmo tempo em que examina o empréstimo para ciência e tecnologia está preparando um estudo sobre o nosso sistema bancário. Neste estudo, estaria sendo cogitado o fechamento dos bancos de desenvolvimento estaduais. Os mesmos que gostaríamos de ver integrados ao sistema de apoio ao desenvolvimento estadual.

Por outro lado, convém perguntar como serão determinados os critérios de prioridades e as áreas beneficiadas pelos recursos. Como participam desta discussão os estados, as FAPs e o Congresso?

Os Editores

* Alagoas, 2%; Amazonas, 3%; Bahia, 1,5%; Ceará, 2%; Espírito Santo, 2,5%; Goiás, 3%; Mato Grosso, 2%; Mato Grosso do Sul, 1,5%; Minas Gerais, 3%; Pará, 0,3%; Paraíba, 2,5%; Paraná, 2%; Pernambuco, 1%; Piauí, 1%; Rio de Janeiro, 2%; Rio Grande do Sul, 1,5%; Santa Catarina, 2%; São Paulo, 1%; Sergipe, 0,5%.

As fontes nutricionais do cálcio

Brasileiro gosta mesmo é de feijão com arroz. A dieta básica nos lares brasileiros contempla pelo menos estes dois itens, quando há renda familiar mínima para tanto. Este é um dos nossos hábitos alimentares mais antigos. E durante muito tempo acreditou-se que, uma vez ingerido em quantidades adequadas, o sistema alimentar arroz com feijão (AF) satisfizesse plenamente as necessidades alimentares básicas. Agora, porém, as pesquisas começam a revelar que no AF existem componentes que dificultam a absorção intestinal de alguns nutrientes (N), reduzindo sua biodisponibilidade no organismo, mesmo que a quantidade de N nos alimentos seja apropriada. Experiências mostram que a mistura AF é limitante especialmente com sais minerais, entre eles o cálcio e as vitaminas lipossolúveis.

Corrigir esta limitação é coisa bastante simples. Acrescentar à dieta básica de AF uma certa quantidade de leite pode ser uma solução bem melhor do que a adição pura e simples de cálcio. Outra fonte excelente de cálcio é o acréscimo de casca de ovo a esta receita de AF. A suplementação do cálcio por meio da casca de ovo melhora a eficiência das proteínas contidas na mistura de arroz com feijão.

A nossa equipe realizou um estudo experimental com seres humanos, voluntários adultos, do sexo masculino, de peso corporal médio de 62 kg. Destes indivíduos, um grupo recebeu dieta de base de AF complementada com alimentos de origem vegetal e animal e outro consumiu a mesma dieta de AF complementada apenas com alimentos de origem vegetal. O resultado dos exames foi esclarecedor: a quantidade de feijão ingerida estava inversamente proporcional à bioutilização do cálcio — ou seja, os indivíduos que comeram maior quantidade de feijão tiveram menor retenção de cálcio no organismo.

Não basta consumir uma quantidade adequada de cálcio para se ter como resultado uma dieta à base de arroz com feijão eficientemente balanceada. Aliás, uma dieta capaz de satisfazer todas as necessidades do organismo não se compõe de uma simples soma de alimentos, por mais nutritivos que sejam. É preciso, antes de tudo, que o consumidor esteja atento para o 'todo' da dieta, para a interação entre os alimentos que compõem aquele conjunto. Os fatores do AF que prejudicam a absorção de cálcio pelo organismo são relacio-

nados principalmente com o seu conteúdo de fibras e fitatos. Por isto, é preciso decidir a melhor maneira de compensar esta deficiência.

Recomendar o consumo de leite nas dietas, por exemplo, costuma ser um problema. Muitos especialistas em gastroenterologia repetem o ditado de que 'leite de vaca é bom para bezerro e não para seres humanos'. Acrescente-se a isto uma certa resistência cultural, por causa de falta de hábito de consumo de leite no Brasil, que seria traduzida numa intolerância registrada no próprio organismo. Nossos hábitos alimentares condicionam o organismo na recepção de certos tipos de alimentos e na resistência a outros. E há um teste clássico de tolerância à lactose, realizado repetidas vezes com voluntários brasileiros, cujo resultado costuma servir de argumento para aqueles que se opõem a uma dieta básica que inclua leite.

O teste consiste em ministrar, de uma vez só, ao indivíduo em jejum, 50 g de lactose para um adulto, e de dois a 2,5 g de lactose por kg de peso para as crianças (lactose é o açúcar do leite, constituído de glicose e galactose). Este modelo, entretanto, é um padrão único, que não leva em conta variantes culturais de uma região ou de um determinado país. É um modelo totalmente inadequado diante das tradições alimentares brasileiras. Entre nós, é muito pequeno o número de indivíduos que ingerem um litro de leite de uma só vez, a certa hora do dia. E esta seria a quantidade que corresponderia aproximadamente a 50 g de lactose. Os levantamentos já realizados no

Brasil apontam um consumo médio de cem a 200 ml ao longo de um dia por cada indivíduo e mesmo crianças de famílias de alta renda dificilmente ultrapassam um consumo de 400 ml por dia.

O teste clássico de tolerância à lactose entre nós, portanto, realizado nestas condições de supercarga, é uma prova muito forçada. Leva ao aumento da osmolaridade intestinal, provocando distúrbios como dores abdominais, flatulência e diarreia. Nesta situação, é de se esperar que também a absorção intestinal esteja comprometida, pela preponderância dos processos de secreção em relação aos de absorção. Tendo como ponto de partida a tradição alimentar brasileira, o teste provoca rapidamente efeitos laxativos, com o comprometimento da absorção intestinal da glicose e galactose, mesmo que em parte a lactose tenha sido hidrolisada. Não é por acaso que, em todos os grupos submetidos ao teste, o resultado ficou entre 60 e 70% de registros de intolerância orgânica à lactose, com respostas de distúrbios intestinais e baixa absorção (figura 1).

Se o teste aplicado a grupos brasileiros se revela antifisiológico, por ter por base uma dose excessiva de lactose, o fato de se ter obtido como resultado uma taxa tão alta de intolerância não significa necessariamente que tais indivíduos sejam incapazes de se adaptar a uma dieta diária feita de quantidades dosadas de leite. A capacidade de um ser humano hidrolisar lactose, por exemplo, varia de acordo com a idade, com o estado nutricional e com seus hábitos alimentares individuais. Um teste real deveria ser feito com doses normais de lactose e não com doses laxativas.

Um método mais moderno de testar a resposta à lactose em adultos é ministrar doses entre dez e 20 g por via oral e depois determinar o H_2 expirado, a variação de glicose sanguínea, o aumento ou não dos gases intestinais, o tempo de trânsito intestinal (por ruído, ultra-som etc.). Para as

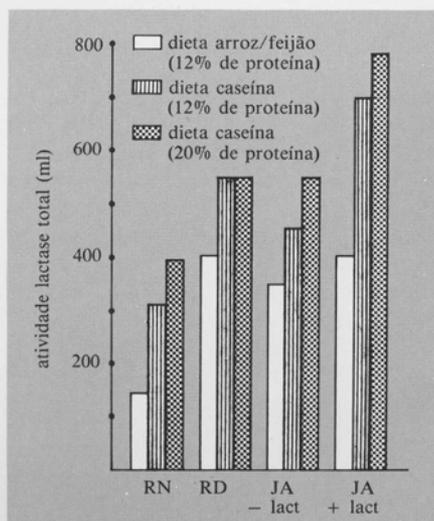


Fig. 1. 'Atividade lactase' total do intestino delgado em diferentes faixas etárias: recém-nascidos (RN); recém-desmamados (RD); jovem adulto (JA) sem ou com adição de lactose (lact) na dieta. Ratos alimentados com dietas de: (1) arroz com feijão complementada com outros nutrientes e contendo 12% de proteína; (2) caseína também complementada, contendo 12% ou 20% de proteína. Observa-se que, no animal adulto, a atividade lactase total foi mantida, especialmente para melhor qualidade da dieta.

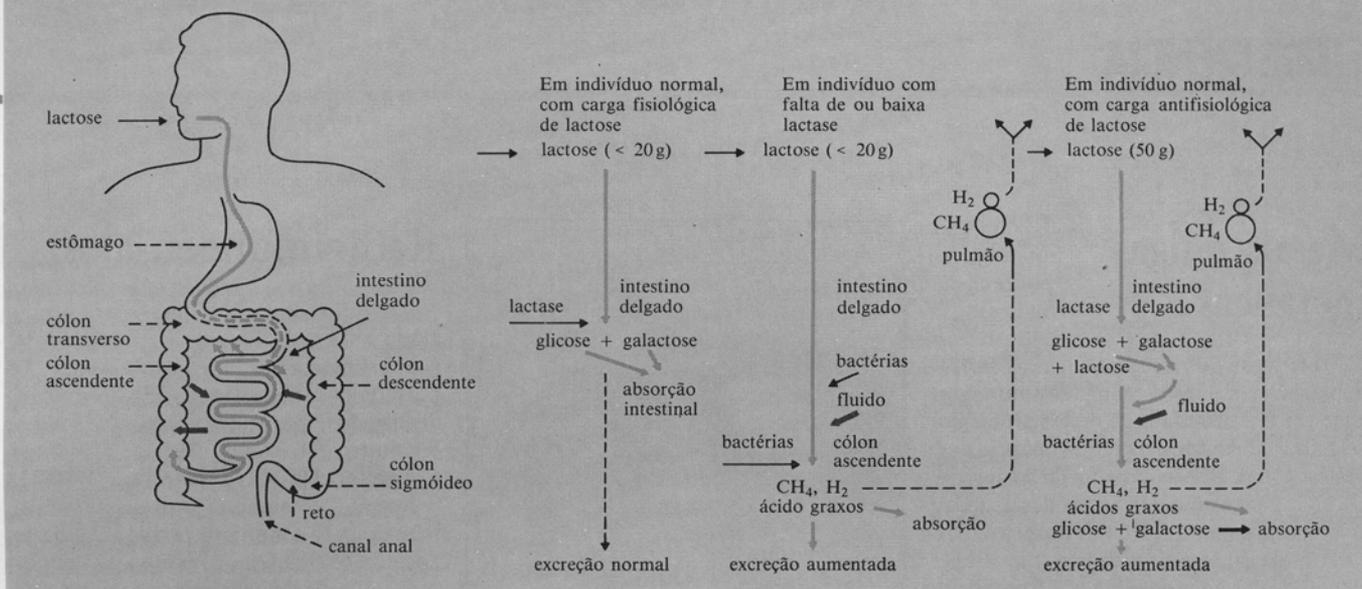


Fig. 2. Digestão de lactose no organismo humano: (1) no indivíduo normal, com suficiente 'atividade lactase' no intestino delgado, ocorre a hidrólise da lactose em galactose + glicose, que são absorvidas; (2) no indivíduo com ausência ou baixa 'atividade lactase', a hidrólise é pequena. A lactose segue até o cólon, onde é fermentada por bactérias da flora intestinal, produzindo ácidos graxos e gases, como metano (CH₄) e hidrogênio (H₂). Este material em parte é eliminado com a excreção fecal e em parte é reabsorvido para a circulação. Os ácidos graxos poderão ser utilizados nos tecidos como fonte energética e os gases serão eliminados pela expiração; (3) em indivíduo normal, após carga antifisiológica de lactose (50 g), o resultado é semelhante ao caso 2.

crianças, valem os mesmo parâmetros de medição, mas após doses que variem entre 0,5 e 1 g de lactose por cada kg de peso corporal. Em casos de necessidade, o estudo da presença da atividade lactase (uma enzima intestinal que hidrolisa a lactose em glicose e galactose) em biopsias intestinais é importante. Para as crianças existe a ressalva de que os pais dificilmente permitem biopsias intestinais em seus filhos, a não ser quando estão em tratamento por patologias gastrointestinais, sendo portanto este recurso de pouca valia para a determinação de índices mais corretos da intolerância à lactose nos grupos infantis.

Uma vez determinados os índices de intolerância à lactose, o segundo passo seria precisar as causas mais recorrentes desta deficiência. Podem ser várias, desde a ocorrência de uma série de moléstias, que impedem a síntese das enzimas responsáveis pela atividade lactase, até uma incapacidade de origem genética que afeta os intestinos. Quando se trata de uma moléstia passível de ser diagnosticada, os níveis de intolerância poderiam ser revertidos enquanto que, no caso de uma incapacidade genética, a intolerância à lactose logo se revela primária e irreversível. Para traçar um amplo quadro comparativo e calcular os riscos das experiências de laboratório, nossa equipe resolveu fazer dois programas paralelos de pesquisa: um deles com um grupo de ratos, outro com seres humanos voluntários. O teste com o grupo de ratos revelou que a qualidade da proteína ministrada na dieta é de suma importância; que a manutenção de lactose na dieta, após o desmame, proporciona um aumento da atividade lactase; e que o total de atividade lactase de todo o intestino mantém a mes-

ma capacidade de digerir a lactose até a vida adulta (figura 2).

Alimentados com dietas proporcionalmente iguais, os grupos de seres humanos apresentaram dois tipos de resultados. Indivíduos adultos bem nutridos, que não tinham patologias do aparelho digestivo, após ingerir de dez a 20 g de lactose, mostraram um aumento da glicemia, comprovando a absorção intestinal da lactose sem o aparecimento de H₂ no ar expirado, com raras exceções (que corresponderiam aos intolerantes por problemas genéticos). A conclusão imediata desta pesquisa é que a população brasileira, em condições normais, tem por hábito a ingestão de 200 a 400 ml de leite, o que corresponde a dez e 20 g de lactose, tomada de uma só vez, com tolerância e sem problemas. Então, uma vez excluídos os poucos casos de intolerância genética primária ou secundária por patologias do trato digestivo, por que adotar o princípio adverso de 'não recomendar leite de vaca à população'?

Outra fonte complementar de cálcio que poderia ser uma alternativa de baixo custo seria a casca de ovo (Cs). Em algumas regiões do Brasil, as populações já têm o hábito alimentar de adicionar casca de ovo transformada em farinha no preparo dos pratos principais. Por isto, resolvemos realizar também uma pesquisa, de início tendo ratos como cobaias, com base numa dieta AF complementada com Cs, a fim de comparar com outro grupo cuja dieta dispensava este complemento. Os primeiros resultados pareciam demonstrar que a casca de ovo era plenamente capaz de suprir as deficiências provocadas pela dieta AF. Entretanto, como é difícil imaginar

que o cálcio contido na Cs, que se apresenta sob a forma de carbonato de cálcio, possa ser liberado e absorvido pelo intestino delgado, nossa equipe resolveu fazer um exame mais detalhado deste processo de absorção para ter certeza de suas conclusões.

Em ratos anestesiados, foi introduzida diretamente no intestino delgado uma solução de Cs especialmente preparada. Este preparo se limitou a simular a atuação do estômago. A partir desta introdução no intestino delgado, comprovou-se que o cálcio, nestas condições, apresenta uma ótima absorção intestinal. A casca de ovo serve, portanto, como fonte alternativa de cálcio.

Foram quebrados, assim, dois preconceitos: o de que, para se ter uma dieta balanceada, basta dosar quantidades de alimentos (sem levar em conta a interação entre eles) e o de que a mistura arroz com feijão não pode ser complementada com leite em razão de uma 'intolerância' da população brasileira à lactose deste alimento. Brasileiro gosta de arroz com feijão, sim. Mas isto não quer dizer que brasileiro não goste de leite. Exatamente por esta preferência pelo arroz com feijão, as famílias brasileiras deveriam complementar sua dieta diária com uma dose equilibrada de leite. A melhor recomendação é manter o consumo de leite e derivados, não ultrapassando as quantidades recomendadas de cálcio para cada faixa etária, a não ser nos casos de intolerância genética, de patologias gastrointestinais ou de alterações do metabolismo de cálcio.

Rebeca Carlota De Angelis

Centro de Nutrição, Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biomédicas, USP

Metais e ligas metálicas

Projetos de fabricação de ligas de ferro-manganês e de ferro-manganês-alumínio estão em fase adiantada de desenvolvimento no Laboratório Mossbauer de Ciência dos Materiais do Departamento de Física da UFMG. Esta é uma das linhas de pesquisa do setor: o levantamento das propriedades eletrônicas e magnéticas de ligas metálicas. Depois destas ligas de ferro, serão analisados compostos resultantes de outros metais, entre eles o zircônio, o nióbio, o manganês, o alumínio e o carbono. A liga de ferro-manganês-alumínio é forte candidata a substituir os aços compostos de cromo e níquel, cujas reservas no país são reduzidas.

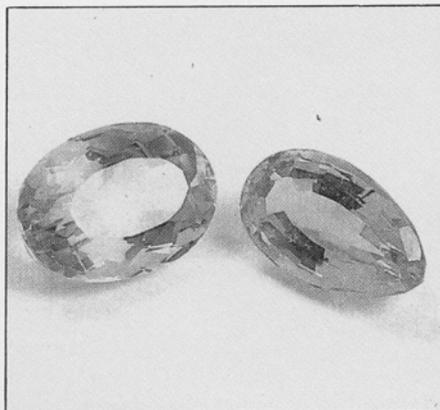
ATP radioativo

O trifosfato de adenosina, marcado com radioisótopo fósforo-32 (ATP radioativo), um suporte técnico fundamental para a engenharia genética, entra em fase de produção e comercialização em outubro, graças à associação do Ipen com o Instituto de Química da USP.

Novos laboratórios

O Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB) inaugurou em agosto quatro novos laboratórios. Trata-se de um final feliz para uma longa negociação de recursos com órgãos financiadores tão diferentes quanto o CNPq, a Finep, o Museu de História Natural da Suécia e o governo do Distrito Federal, através da Companhia de Desenvolvimento do Planalto.

O primeiro laboratório é o de sensoramento remoto, onde serão feitas análises de imagens obtidas por satélites — que fazem parte de pesquisas científicas em andamento —, além de estudos de imagens impressas ou em fitas magnéticas fornecidas pelo Inpe. Este laboratório está equipado para prestar assistência técnica a instituições como a Embrapa e a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). O projeto foi aprovado no início do ano pela Finep que, no entanto, ainda não liberou os recursos — de NCz\$ 235 mil — para a compra de equipamentos, quantia adiantada pela UnB com recursos próprios.



O segundo laboratório se dedica à pesquisa de inclusões fluidas e contou com recursos do CNPq. Os professores do Instituto de Geociências terão a colaboração de um pesquisador visitante, do Instituto Ornston, da França. Inclusões fluidas são formações gasosas ou líquidas existentes no interior dos minérios. A análise química destas formações permite determinar a temperatura e a pressão que condicionaram a formação do minério.

Além destes, o laboratório de paleoecologia e palinologia vai desenvolver, com o apoio do Museu de História Natural da Suécia, uma pesquisa sobre os bambus do gênero *Pariana*, encontrados nas florestas úmidas da Amazônia, e outra sobre microfósseis vegetais da lagoa Micubaji, que levantará oito mil anos de história natural da região. E, por último, o laboratório de gemologia servirá para o desenvolvimento de uma tecnologia própria no tratamento de gemas, ponto de partida para a instalação de um pólo de industrialização de pedras preciosas no Distrito Federal.

Radioimunoensaios

Até o fim do ano, o Ipen estará produzindo uma série de reagentes para a dosagem hormonal em diagnóstico clínico. Os hormônios radioiodados, devidamente padronizados, que estarão disponíveis são os seguintes: ^{125}I - somatotrofina; ^{125}I - luteotrofina (HLH); ^{125}I - tireotrofina (H-TSH); ^{125}I - triiodotironina (T3); e tiroxina (T4). Inicialmente a marcação radioativa destes hormônios será feita com iodo-125 importado; a partir do próximo ano, com a operação contínua do reator nuclear IEA-R1, o iodo-125 passará a ser produzido no instituto, visando à nacionalização total da produção. A iniciativa do Ipen, além de diminuir os custos de produção destes reagentes, implica um substancial aumento de precisão e sensibilidade nos exames de radioimunoensaios. O Brasil importa hoje cerca de US\$ quatro milhões em reagentes.

Progesterona em animais

No campo da reprodução animal, o Ipen está iniciando, em colaboração com a Faculdade de Medicina e Veterinária da USP, um projeto para a fabricação de reagentes capazes de determinar rapidamente os níveis de progesterona em bovinos e eqüinos. Com estes reagentes disponíveis no mercado, as técnicas de inseminação artificial no Brasil se tornarão muito mais seguras e precisas, refletindo na maior produção de leite e na melhoria genética do rebanho.

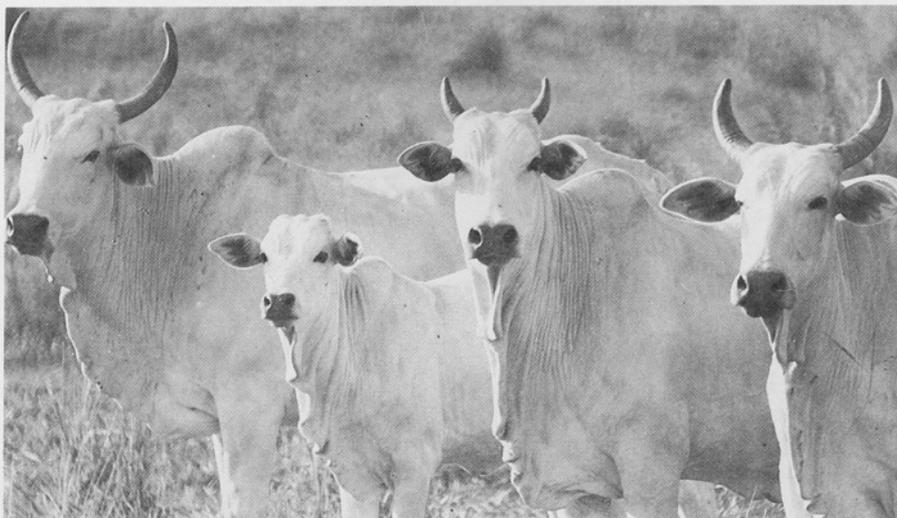


foto: Agência O Globo — Someca

A ELEBRA TEM 20 ANOS E DUAS PALAVRINHAS PARA DIZER A VOCÊ.



QUALIDADE E TECNOLOGIA.

Na Elebra, as palavras tecnologia e qualidade são fundamentais. Uma não deve ser pensada sem a outra. Isso porque tecnologia significa muito mais do que conquistar avanços: significa principalmente atingir qualidade absoluta nos produtos. A Elebra sabe também que qualidade é resultado da contribuição e do talento de seus profissionais. Porque é através deles que a Elebra desenvolve produtos com tecnologia para as áreas mais importantes da informática: periféricos, computadores, comunicação de dados, controles e sistemas de defesa. Elebra, há 20 anos conquistando experiência e aperfeiçoando a maneira de unir qualidade e tecnologia.



PARENTESCOS MOLECULARES NO SISTEMA IMUNE

A biologia molecular permite isolar genes ainda não estudados e comparar a sequência das unidades que os constituem — os nucleotídeos — com outras já conhecidas, armazenadas em ‘bancos’. Caso se constatem homologias significativas, o novo gene pode ser incluído em determinada família. Quando as funções desta se tornam conhecidas, podem-se obter de imediato informações sobre a função do novo gene.

O estudo das proteínas e moléculas do sistema imune — assim como dos genes que as codificam — revela que há entre eles homologias espaciais e funcionais. Essas homologias entre genes indicam que eles têm um ancestral comum, tendo sofrido posteriormente uma série de eventos de duplicação e diversificação. Por exemplo: as moléculas ‘de reconhecimento’ do sistema imune (imunoglobulinas e receptores de antígeno do linfócito T), os antígenos de histocompatibilidade (proteínas que determinam a individualidade do hospedeiro e são responsáveis pela aceitação ou rejeição de um enxerto) e certas moléculas acessórias de células brancas de sangue (os antígenos chamados Thy 1 e CD8), têm todos, em suas estruturas, ‘motivos’ comuns.

A esse conjunto, dá-se o nome de ‘superfamília gênica das imunoglobulinas’. Genes de uma mesma superfamília podem ter funções análogas (tanto as imunoglobulinas como os receptores da célula T reconhecem antígenos, por exemplo) ou complementares (os receptores da célula T reconhecem antígenos de histocompatibilidade).

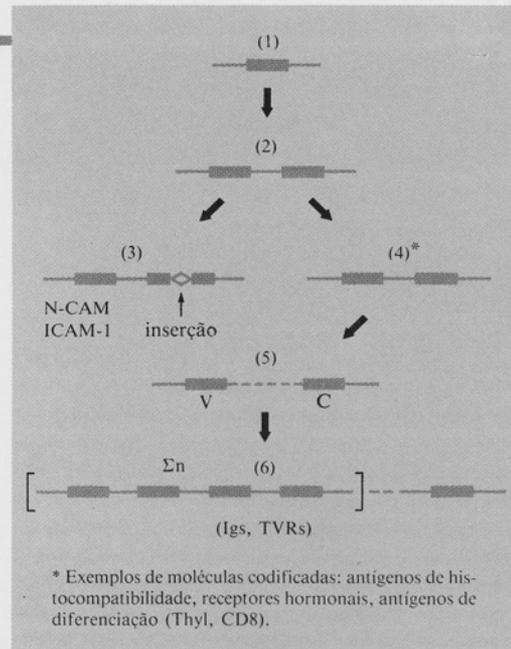
Os estudos sobre o desenvolvimento embrionário revelaram dois tipos específicos de molécula: as de adesão celular (CAMs, do inglês *cell adhesion molecules*) e as de adesão a substratos (SAMs, de *substrate adhesion molecules*). As CAMs determinam junções entre células de um mesmo tecido durante a embriogênese. Já se identificaram várias CAMs, implicadas no desenvolvimento de diferentes tecidos (como a N-CAM, na formação do tecido nervoso, e a L-CAM, na do tecido do fígado).

O papel das SAMs é menos conhecido. Sabe-se que, sendo receptoras de proteínas

extracelulares — como a fibronectina, a vitronectina, a laminina e o colágeno —, mantêm as células presas à matriz de tecido conjuntivo. O aparecimento coordenado e o desaparecimento de certas SAMs da superfície das células parece determinar que estas permaneçam em certos órgãos ou migrem para outro local. Em conjunto, CAMs e SAMs sinalizam, durante a embriogênese, todo o complexo processo de formação de tecidos novos, bem como a forma a ser assumida pelos órgãos.

Na superfície de certas células brancas do sangue, os linfócitos e os macrófagos do adulto, há uma molécula chamada LFA-1. Anticorpos para essa molécula bloqueiam a interação dos linfócitos com os macrófagos e outras células. O gene LFA-1 foi clonado, e sua análise revelou homologia entre ele e aqueles que codificam os receptores de fibronectina e de colágeno. Portanto, embora seja uma CAM do sistema imune, LFA-1 é homóloga a uma SAM. Estudos feitos em Boston por Timothy Springer, da Harvard Medical School, e Brian Seed, do Hospital Geral de Massachusetts,* caracterizaram a molécula reconhecida por LFA-1. Trata-se de uma proteína presente na membrana dos leucócitos e das células da parede vascular, a que se deu o nome de ICAM-1. Demonstrou-se que as ligações físicas entre linfócitos e macrófagos, bem como entre linfócitos e as células da parede vascular, são mediadas pela interação de LFA-1 (no linfócito) com ICAM-1 (na célula a que o linfócito adere).

Especialmente relevante foi a descoberta de que ICAM-1 é muito semelhante à N-CAM (a que determina a morfogênese do sistema nervoso), ficando claro que ambas têm um mesmo gene ancestral. Verificou-se ainda que as moléculas CD4 e CD8, da superfamília das imunoglobulinas, são também CAMs, sendo ligantes de antígenos de histocompatibilidade, o que lhes permite determinar a adesão de linfócitos a células-alvo. Não se detectou, entretanto, homologia entre CD4 e CD8, e ICAM-1 ou N-CAM, o que sugere que se separaram mais remotamente do ancestral comum.



Modelo evolutivo proposto por Gerald Edelman:

(1) gene primitivo de adesão celular; (2) gene duplicado; (3) codificação de CAMs e inserção de um domínio novo, homólogo à fibronectina; (4) genes codificadores de moléculas de reconhecimento; (5) e (6) um dos domínios do gene (V) se diferencia do outro, num ponto da evolução, pela inserção de um elemento genético dinâmico, originário de um organismo externo, como um vírus, por exemplo. As muitas duplicações (Σn) do domínio V, decorrentes de suas novas propriedades de ácido desoxirribonucleico (ADN) viróide, e a duplicação das cópias teriam dado origem às famílias de genes das imunoglobulinas e dos receptores antigênicos da célula T.

Segundo o bioquímico Gerald Edelman,** da Universidade Rockefeller, em Nova Iorque, já é possível determinar a origem evolutiva comum de todas essas famílias gênicas cujas proteínas apresentam estruturas homólogas e funções similares. SAMs e LFA-1, CAMs (como N-CAM e ICAM-1) e a superfamília das imunoglobulinas originaram-se todas de um sistema primitivo de contato e reconhecimento celular relacionado com o estabelecimento da anatomia dos órgãos.

Essa visão do sistema imune torna clara a íntima correlação evolutiva, genética e bioquímica existente entre o processo de morfogênese embrionária e o funcionamento do sistema imune, que parece estar, mesmo no adulto, em permanente morfogênese. Suas respostas, desenvolvidas no tempo, são um constante ‘formar e desmanchar’ de microtecidos.

* *Annual Review of Immunology*, vol. 5, p. 223, 1987

** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 86, p. 1.088, 1989

George A. dos Reis

Instituto de Microbiologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

ÉTERES EM COROA: UMA DESCOBERTA CASUAL

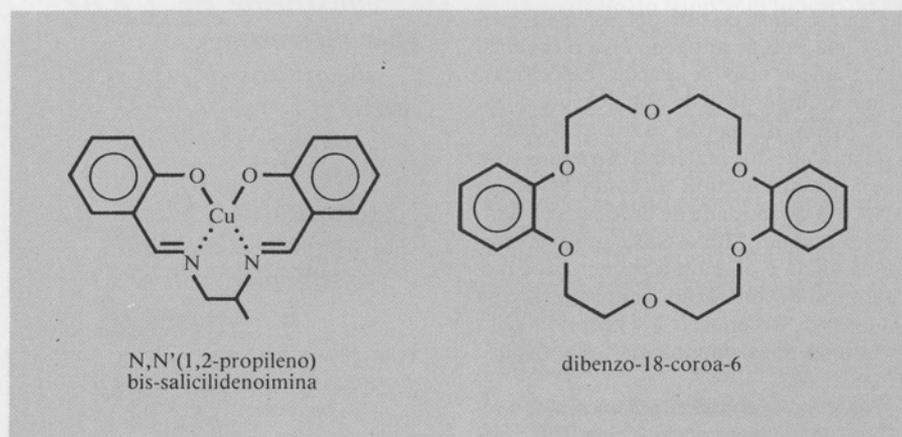
A descoberta dos éteres em coroa foi até certo ponto fortuita. Os trabalhos pioneiros de Charles J. Pedersen, que culminaram na identificação dessa nova classe de substâncias, valeram-lhe o Prêmio Nobel de Química de 1987 e vêm ganhando crescente importância em razão de suas múltiplas aplicações em química e em biologia.

Pedersen, um químico da Companhia Du Pont, estava interessado em inativar metais, como cobre e vanádio, por meio da formação de compostos de coordenação (compostos que prendem um metal na sua região central). O problema tinha grande importância comercial, pois esses metais, mesmo quando presentes em quantidades mínimas, catalisam a auto-oxidação de derivados petroquímicos usados na fabricação de borracha sintética, alterando suas propriedades mecânicas.

O primeiro composto usado com eficácia para inibir a atividade catalítica do cobre (Cu) tinha um nome complicado: N,N' (1,2-propileno)bis-salicilidenoimina (ver figura). Com o objetivo de encontrar novos ligantes que inativassem o vanádio, Pedersen sintetizou o bis 2-(o-hidroxifenóxi)etil éter, e obteve pequena quantidade de um produto cristalino de cor branca e aspecto sedoso, pouco solúvel em solventes hidroxílicos (que contêm um radical hidroxila, como o etanol) e de estrutura química desconhecida.

Para decifrar a estrutura desse composto, vários testes foram realizados. Os espectros do produto no ultravioleta e no infravermelho — isto é, suas características de absorção dessas radiações — permitiram concluir pela ausência de uma hidroxila fenólica (ligada a um anel aromático). A solubilidade do material aumentava muito quando se adicionava ao meio uma base como o hidróxido de sódio, ou qualquer sal sódico solúvel. Na ausência da hidroxila fenólica, esse aumento da solubilidade devia ser atribuído à presença de íons sódio e não à basicidade do meio. Conclusão: o aumento da solubilidade se devia à coordenação do cátion sódico (Na⁺) com a estrutura do poliéter (éter em coroa)

A análise elementar indicou que C₁₀ H₁₂ O₃ era a fórmula mínima compatível para a estrutura 2,3-benzo-1,4,7-trioxociclono, um possível produto da reação do sal monossódico de catecol que ficou sem reagir na primeira etapa da síntese com bis(2-cloroetil)éter. Entretanto, o peso molecular determinado por espectrometria de massa (bombardeio da molécula com um feixe de elétrons de alta energia, originando uma espécie positivamente carregada, que, ao ser detectada, fornece o peso molecular desejado) era duas vezes a fórmula mínima. Daí se chegou à estrutura do 2,3,11,12-dibenzo-1,4,7,10,13,16-hexaciclo-octadeca-2,11-dieno — o primeiro e mais versátil dos éteres em coroa aromáti-



cos, e a primeira substância sintética a formar compostos de coordenação estáveis com os íons sódio e potássio.

A imagem tridimensional dos cristais dessa substância, obtida por difração de raios X (ver 'A anatomia molecular da ocitocina', em *Ciência Hoje* n° 37, p. 24) tem a forma de uma coroa. Por isso, e pela necessidade de usar uma nomenclatura mais simples, que pudesse ser bem aceita pela literatura internacional, deu-se ao composto obtido por Pedersen o nome de dibenzo-18-coroa-6, em que o primeiro número representa o total de átomos de oxigênio contidos no anel (ver figura).

A descoberta desta classe de substâncias abriu um campo de estudo na química de coordenação. Hoje, conhecem-se mais de 60 éteres em coroa, alguns com mais de 60 átomos no anel maior, contendo oxigênio, nitrogênio e enxofre como sítios de coordenação em suas cavidades. Eles se caracterizam por formar compostos de coordenação cristalinos com diferentes íons metálicos, de modo seletivo, apresentando alto ponto de fusão e estabilidade térmica.

Alguns éteres em coroa são hoje amplamente comercializados e vêm sendo empregados como compostos-modelo no transporte de íons metálicos através de membranas biológicas, o que permite compreender o mecanismo de ação de certos tipos de antibióticos macrolíticos, como a monensina. São também utilizados como catalisadores de transferência de fase (transporte de um reagente da fase aquosa para a fase orgânica) em inúmeras reações químicas que se processam em sistemas que contêm dois solventes que não se misturam. Entre outras aplicações, destacam-se ainda a separação de cátions, a extração de metais pesados tóxicos e a elucidação de mecanismos de reações orgânicas.

A química de coordenação ganhou novo impulso como o desenvolvimento de outras classes de moléculas com propriedades similares às dos éteres em coroa, como os criptandos e os esferandos, desenvolvidos, respectivamente, por Jean-Marie Lehn, da Universidade Louis Pasteur, e Donald J. Cram, da Universidade da Califórnia, que dividiram com Pedersen o Prêmio Nobel de Química de 1987.

* *Science*, vol. 241, pp. 536-540, 1988

Angelo Cunha Pinto
Instituto de Química,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

MISTÉRIOS DO LINFÓCITO T



Quando células ou moléculas estranhas (antígenos) logram penetrar no organismo, receptores presentes nos linfócitos T e B (células do sistema imune) reconhecem os invasores e, em condições normais, deflagram uma resposta defensiva adequada. Cada tipo de antígeno leva o organismo a lançar mão de reações específicas, com a multiplicação de células especializadas. Assim, de acordo com a qualidade e a quantidade dos materiais estranhos com que o organismo entra em contato, variam o tipo e a quantidade de linfócitos presentes no sangue. Muita coisa se sabe, mas muita ainda é obscura a respeito dos mecanismos de interação antígeno/sistema imune (ver 'Reconhecer a si próprio: idéias para uma nova imunologia', em *Ciência Hoje* n° 32).

Há muito se conhece, por exemplo, o receptor de antígeno do linfócito B: é constituído por moléculas de imunoglobulinas, fixadas à membrana do linfócito por um pequeno peptídeo hidrofóbico composto de cerca de 15 aminoácidos. Localizada uma especificidade molecular estranha, o linfócito B (de *bone marrow*, medula óssea, onde é produzido) é ativado, prolifera e se diferencia em células que produzem anticorpos idênticos aos receptores de antígeno, salvo pela ausência de um pequeno peptídeo hidrofóbico. Formam-se assim 'clones' de células iguais entre si, adaptadas para o combate necessário à defesa do organismo naquele momento.

Poucos anticorpos atuam como receptores de antígenos, mas a afirmação inversa

Leonardo Ferreira, do Rio de Janeiro, pergunta:

Por que os linfócitos se classificam em T e B? Que diferenças há no modo de ambos os tipos de linfócitos reconhecerem os antígenos e atuarem na defesa do organismo? É verdade que os linfócitos T não se ligam aos antígenos isolados?

Ivan Mota, do Centro de Pesquisa e Formação em Imunologia (Instituto Butantan), responde:

não é verdadeira: receptores de antígenos secretados pelo linfócito B são encontrados em concentrações relativamente grandes no plasma e em outros humores do organismo, atuando como anticorpos. Este fato possibilitou a criação de técnicas relativamente simples para isolá-los, graças às quais há bastante tempo se pôde desvendar grande parte da natureza e da estrutura do receptor do linfócito B.

Os linfócitos T (que dependem da glândula timo) têm um repertório antigênico bastante semelhante ao dos linfócitos B e sua especificidade foi desde cedo atribuída — por analogia com estes últimos — a

um receptor de membrana. Com uma diferença: os primeiros não se diferenciam em células secretoras de receptores de antígenos, e por isso seus próprios receptores (RLT) não são facilmente encontráveis em quantidades que permitam a análise de sua estrutura. Só nesta década o mistério pôde ser finalmente desvendado, graças ao emprego de modernas técnicas de biologia molecular. Atualmente, a estrutura do receptor T está definida, seus genes foram clonados ('copiados') e seu mecanismo de ação começa a ser conhecido. Assim, aproxima-se de seu término, com final feliz, uma história que teve início nos anos 60, quando se passou a admitir definitivamente que o receptor de antígeno dos linfócitos B era a molécula de imunoglobulina presente na superfície dessas células.

Dadas a elegância e a notável capacidade de combinação da molécula de imunoglobulina dos linfócitos B com os antígenos, admitiu-se inicialmente que o receptor de antígeno do linfócito T seria uma molécula, se não igual, pelo menos semelhante à da imunoglobulina. Seguiu-se um debate acalorado. Um grupo de imunologistas apresentou evidências da existência dessas moléculas na membrana de linfócitos T, mas outro grupo, de prestígio equivalente, forneceu provas também cabais de que elas não estavam presentes ali. Com o tempo e a multiplicação das pesquisas, acumularam-se evidências de que os linfócitos T definitivamente não possuem nem sintetizam moléculas de imunoglobulina. Teve então início uma intensa pesquisa pa- ▶

ra desvendar um mistério: qual seria o receptor de antígeno desses linfócitos?

Tanto os linfócitos B como os T são específicos para determinados antígenos, mas há entre eles uma diferença fundamental: ao contrário dos primeiros, estes últimos não são capazes de se ligar ao antígeno isolado. Só ocorre esta ligação quando o antígeno está associado aos produtos do complexo de histocompatibilidade principal (CHP), um complexo gênico que codifica glicoproteínas de superfície envolvidas no controle da resposta imune. Quando combinada com um antígeno convencional, a molécula dessas glicoproteínas sofre alterações que são reconhecidas pelo receptor do linfócito T.

Note-se a dificuldade: para se obter anticorpos de especificidade conhecida, imuniza-se um animal com um antígeno conhecido. Mas, no caso do receptor T, não se conhecia, como vimos, a identidade do antígeno, o que tornava bastante difícil obter anticorpos anti-receptor. O problema só começou a ser resolvido quando se tornou possível obter hibridomas de linfócitos T específicos. Fabricados com o concurso de células tumorais, estes hibridomas são células híbridas imortais. Eles não param de produzir clones de determinadas células, tornando-se uma fonte permanente e estável de, por exemplo, um anticorpo que se deseja utilizar (ver 'A produção de anticorpos monoclonais', em *Ciência Hoje* n° 16, p. 31).

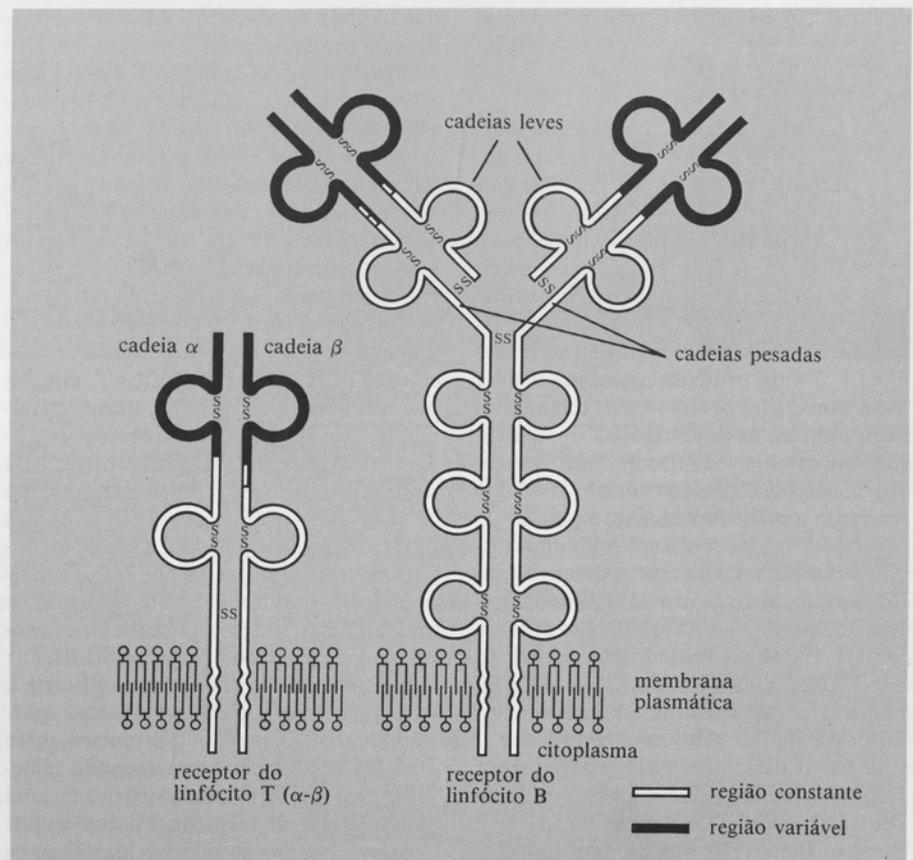
Os pesquisadores Philippa Marrack e John Kapler, da Universidade do Colorado (EUA), propuseram o seguinte procedimento: imunizar camundongos com um hibridoma de linfócitos T de especificidade conhecida e procurar, nos anticorpos resultantes, um que fosse capaz de só reagir com a resposta do mesmo hibridoma ao antígeno específico — e não com a resposta de hibridomas que tivessem especificidade diferente. O que se esperava é que o anticorpo anti-receptor se ligasse ao receptor e bloqueasse especificamente a capacidade do receptor de se combinar com o antígeno.

Para isso, primeiro imunizaram-se camundongos com um hibridoma específico para a ovalbumina, associada a um determinado produto do CHP. Entre os anticorpos obtidos do animal, encontraram-se vários capazes de bloquear a resposta do hibridoma de linfócitos T ao mesmo antígeno, no contexto do mesmo produto do CHP. Fato importante: tais anticorpos não interferiam na ativação, pelo antígeno, de outros hibridomas, dotados de diferentes especificidades.

Entre todas as estruturas presentes na membrana do linfócito T, o RLT é a única que poderia ser bloqueada de modo específico por um anticorpo. Assim, deduziu-se que o anticorpo específico para um único hibridoma era específico para o RLT. Preparou-se em seguida um hibridoma com os linfócitos B produtores desse anticorpo, de modo a obtê-lo em maior quantidade. Para isolar a molécula do receptor, as proteínas da membrana do linfócito T foram marcadas com um isótopo radioativo do iodo (^{131}I). Depois, a membrana foi toda 'lisada' (dissolvida) com dodecil sulfato de sódio, e o lisado foi incubado com o anticorpo monoclonal anti-receptor. Obteve-se um complexo do receptor com o anti-receptor. Este complexo foi isolado com a proteína A, que se liga especificamente com a molécula do anticorpo, e a molécula do receptor foi analisada por eletroforese em gel. Pôde-se então conhecer a estrutura da molécula do RLT, que se revelou semelhante à da imunoglobulina.

Como mostra a figura abaixo, ambos os receptores têm duas cadeias polipeptídicas, codificadas por genes diferentes e mantidas juntas por pontes dissulfeto (ver 'Sequenciamento de proteínas', em *Ciência Hoje* n° 53). No receptor T as duas cadeias são denominadas alfa e beta e, no camundongo, têm um peso molecular de cerca de 43 mil a.m.u. (unidade de massa atômica). No homem, a cadeia é ligeiramente maior ($\alpha = 50$ mil a.m.u., enquanto $\beta = 39$ mil a.m.u.).

Cada cadeia é constituída por uma glicoproteína que atravessa a membrana celular, com um segmento situado dentro da membrana e dois fora. Destes últimos, um se projeta para fora da célula e o outro penetra no citoplasma. Análises da seqüência de aminoácidos mostraram que cada cadeia é composta por uma região constante e outra variável, de modo semelhante ao que ocorre nas moléculas de imunoglobulinas. Essa estrutura se assemelha muito com as das duas cadeias pesadas das imunoglobu- ▶



Dois sistemas de reconhecimento de substâncias estranhas ao organismo são os receptores de antígeno dos linfócitos B e os receptores de antígeno dos linfócitos T, ambos da família de supergenes das imunoglobulinas. O receptor do linfócito T aparentemente co-evoluiu para interagir com os produtos codificados por outros membros da mesma família, as proteínas do complexo de histocompatibilidade principal.

linas na membrana do linfócito B e, como elas, estão ancoradas na membrana do linfócito por um segmento curto de aminoácidos hidrofóbicos. Cada cadeia polipeptídica do receptor T tem dois domínios no segmento exterior à membrana, um variável e outro constante. Entre a região constante e a membrana celular há um segmento curto que contém uma ponte dissulfeto unindo as duas cadeias. Também essa região é semelhante àquela da 'dobradilha' da molécula de imunoglobulina, e ambas são codificadas por um exon próprio (exons são seqüências do ARN nuclear, que são finalmente traduzidas em polipeptídios).

Assim, em tempo relativamente curto o mistério do receptor do linfócito T foi esclarecido: sua estrutura é um heterodímero constituído por duas cadeias polipeptídicas, cada uma com um segmento constante e outro variável, sendo este o responsável pela especificidade do receptor. As pesquisas revelaram ainda que o linfócito T não é simplesmente mais uma estrutura que reconhece antígenos — é uma molécula de interação celular que reconhece alterações na composição de peptídios associados às moléculas do CHP.

O passo seguinte foi utilizar técnicas de biologia molecular na busca dos genes que codificam o receptor T. Começou-se o trabalho a partir de três pressupostos: (a) os genes do RLT deveriam estar expressos nos linfócitos T, e não nos B; (b) o ácido ribonucleico mensageiro (ARNm) do receptor seria encontrado no polissoma associado ao retículo endoplasmático, já que o RLT é uma proteína associada a uma membrana; e (c) por analogia com as imunoglobulinas, os genes do RLT apresentariam um arranjo somático durante o desenvolvimento ontogênico do linfócito T. O rearranjo somático consiste no seguinte: genes que, de início, se situam em pontos distantes nos cromossomos aproximam-se durante o amadurecimento dos linfócitos, assumindo portanto uma localização diferente da que tinham na linhagem germinal. Descrito inicialmente nos linfócitos B, o fenômeno foi depois constatado também nos linfócitos T.

A partir dessas premissas, dois grupos isolaram simultaneamente clones de ácido desoxirribonucleico complementar (ADNc): Stephen Hendrick e Mark Davis, do Instituto Nacional de Saúde (NIH) dos Estados Unidos, trabalhando com camundongos, e a equipe liderada por Tak Mak, do Instituto do Câncer de Ontário (Canadá), trabalhando com genes humanos.

Um dos procedimentos usados foi o chamado método de subtração de Mark Davis, que se baseia na eliminação seletiva de seqüências indesejáveis e no isolamento subsequente das seqüências desejáveis. Para isso, a partir de um ARNm que contém a seqüência procurada, sintetiza-se um ADNc que é depois hibridizado com um ARNm de outra célula, que não expressa o gene desejado. Por isso, o complexo ADNc-ARNm, agora formado, não deve conter a seqüência buscada, que permanece na parte não hibridizada do ADNc. Utilizando-se o método de passagem por uma coluna de hidróxiapatita, separam-se o complexo e o ADNc restante, que é específico da célula pesquisada.

No caso que nos interessa aqui — ou seja, a busca dos genes do receptor do linfócito T —, primeiro se obteve o ADNc a partir do ARN associado ao polissoma de um hibridoma de linfócito T. A hibridização deste ADNc com o ARNm de linfócito B fez com que as seqüências comuns aos dois tipos de linfócitos fossem reconhecidas. Após a remoção do ARN não hibridizado, permaneceram apenas as seqüências exclusivas do linfócito T e entre elas estava aquela que codifica o RLT (que não está presente nos linfócitos B). Melhoraram assim, de forma estupenda, as condições da busca, pois apenas 2% dos genes expressos são diferentes nos dois tipos de linfócitos e somente 3% do ARNm estão associados à membrana.

Foi um passo importante. O ADNc específico do linfócito T foi então usado como uma 'sonda'. Pôde-se pesquisar, numa coleção de ADNc de linfócitos T, aqueles que hibridizavam com ela e que possivelmente estavam relacionados com o receptor do linfócito T. Essa coleção consistia em cinco mil clones e era enriquecida em 20 vezes de seqüências específicas para o linfócito T. A triagem com a sonda identificou sete clones de ADN. Todos continham genes que codificavam proteínas de membrana do linfócito T, e um deles provavelmente continha os genes do RLT.

Para identificar qual deles codificaria o RLT, verificou-se qual apresentava rearranjo somático (esperava-se que os genes do RLT se comportassem de modo semelhante aos dos linfócitos B). O uso de uma endonuclease de restrição e a análise por *Southern blotting* permitiram identificar os genes que apresentam rearranjo somático, caracterizados então como aqueles que codificam o RLT.

O seqüenciamento posterior desses genes mostrou que eles codificam a cadeia beta

do RLT. Menos de um ano depois, as mesmas técnicas permitiram identificar e clonar os genes da cadeia alfa. Durante a busca destes últimos, isolou-se inicialmente um gene para uma cadeia protéica que tinha as características de um receptor, uma vez que apresentava rearranjo somático. No entanto, ele codificava uma cadeia protéica não glicosilada, diferente, portanto, da cadeia alfa. Ela foi denominada cadeia gama e até recentemente não fora encontrada na membrana celular. Agora, verificou-se a presença desta cadeia na membrana de uma subpopulação de linfócitos T, associada a uma outra cadeia protéica — a cadeia delta —, constituindo um segundo receptor de antígeno do linfócito T. Os genes para a cadeia estão no *locus* alfa e se expressam precocemente na ontogenia dos timócitos (células do timo).

Conhecemos agora, portanto, dois diferentes receptores de antígenos no linfócito T: o heterodímero alfa-beta e o heterodímero gama-delta. Ambos se expressam de forma independente na membrana de populações diferentes de linfócitos T, mas ambos estão associados à molécula CD3 (complexo trimolecular que tem um papel importante na ativação dos linfócitos T). Em camundongos sem timo, o heterodímero gama-delta está presente em níveis relativamente altos, ao contrário do heterodímero alfa-beta, virtualmente ausente. Isso sugere que o timo não é necessário para o desenvolvimento dos linfócitos T gama-delta positivos.

O receptor gama-delta se expressa nos timócitos antes do receptor alfa-beta, e nos adultos está presente numa população de linfócitos T diferente daquela que expressa o receptor alfa-beta. Uma vez que os genes gama e delta são rearranjados e expressos antes dos genes alfa e beta, foi sugerido batizar o receptor gama-delta de RLT-1 e o receptor alfa-beta de RLT-2.

A função do novo receptor não é conhecida, mas sabe-se que, quando o apresentam, os linfócitos T têm atividade citotóxica não restrita pelo CHP e têm receptores para o Fc (parte da molécula do anticorpo). Além disso, são capazes de mediar citotoxicidade dependente de anticorpos, sendo ainda susceptíveis à ação da interleucina-2 (fator que induz a proliferação dos linfócitos T). O maior número de linfócitos T com RLT-1 concentra-se no epitélio da pele, onde provavelmente desempenham importante papel imunológico. Observe-se, porém, que, por enquanto, isso é mera hipótese. ■



DÓLAR TURISMO É NO BANESPA. AQUI E NO EXTERIOR.

Na compra de dólar turismo, o melhor negócio está no Banespa, aqui e no exterior. Com o seu passaporte e a passagem você adquire até US\$ 4 mil. E ganha a vantagem da segurança e tranquilidade. Segurança, porque você pode remeter ordens de pagamento para a nossa rede externa e viajar sem preocupações. E tranquilidade, porque conta com a eficiência e a completa assessoria do Banespa.

Tudo isso com um atendimento tão hospitaleiro que você se sentirá em casa, mesmo que esteja em outro país.

Na volta, se precisar reverter qualquer moeda, o Banespa também faz. Na hora, sem burocracia.

Por isso, inclua o Banespa em seu roteiro. É o melhor negócio.

banespa
O BANCO FORTE

ANABOLIZANTES EM AGROPECUÁRIA: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA



foto Agência O Globo — Alexandre França

João Palermo Neto

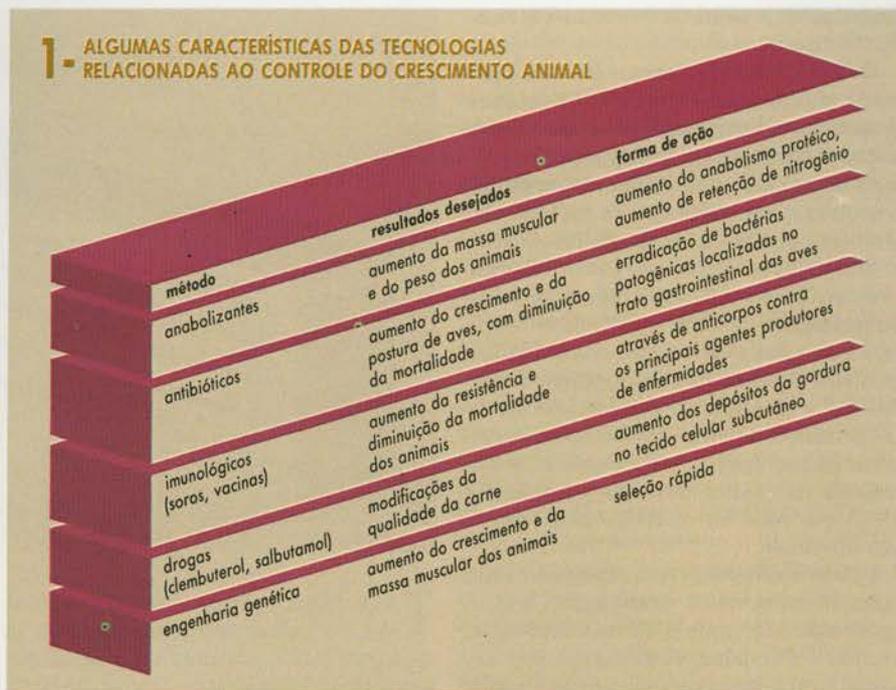
Centro de Pesquisas em Toxicologia Veterinária,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo

Ao promover a retenção de nitrogênio e a deposição de proteínas nos tecidos animais, os agentes anabolizantes têm a propriedade de produzir um rápido aumento da musculatura e do peso do gado. No entanto, esses agentes, sejam naturais ou sintéticos, podem desenvolver processos cancerígenos, que da carne bovina passam ao consumidor. Argumenta-se, para justificar seu uso, que a redução do tempo de engorda e a economia de cereais decorrente permitirão responder à crescente demanda mundial de alimentos. Cabe então perguntar: serão os riscos maiores que os benefícios?

Os extraordinários avanços da ciência e da tecnologia têm seu reverso. Algumas vezes, vêm ameaçando a vida e a saúde de populações humanas. Os novos impulsos da técnica nos campos da física nuclear, da biotecnologia, da cibernética e da farmacologia, entre outros, são tão carregados de promessas como de riscos.

Especificamente, a contaminação dos alimentos decorrente do desenvolvimento social e das transformações tecnológicas por que passou a atividade agrícola nas últimas décadas expõe a saúde dos consumidores a perigos permanentes. Em farmacologia e toxicologia humana e veterinária, são muitos os exemplos da utilização inadequada — por ignorância ou descuido — de drogas e produtos que podem provocar danos diretos e irreversíveis à saúde. Em que pese a crescente penetração dos meios de comunicação e o emprego de modernas técnicas de difusão do conhecimento, nem sempre as idéias fluem com a rapidez e a clareza desejáveis entre centros de investigação avançada e os contextos onde têm aplicação prática. Não é uma questão simples. Se considerarmos o número de novas drogas que a indústria farmacêutica gera para múltiplos usos e funções, teremos uma idéia da confusão de informações em que se vêem não apenas a população, mas as indústrias primárias envolvidas no processamento de produtos animais para consumo e as próprias entidades técnicas e políticas encarregadas de proteger a saúde do consumidor (ver 'O veneno nosso de cada dia', em *Ciência Hoje* n.º 22).

Especialmente polêmica nos dias atuais é a questão relativa ao uso de substâncias promotoras de crescimento em animais produtores de carne. A capacidade de manipular a taxa de crescimento e a composição da carcaça é um aspecto importante do controle exercido pelo homem sobre os mamíferos criados em fazendas. As tecnologias relacionadas a esse controle podem ser agrupadas em cinco categorias: 1) uso de agentes anabólicos; 2) uso de agentes microbiais (antibióticos) sob a forma de aditivos alimentares; 3) uso de métodos imunológicos; 4) uso de drogas (como clenbuterol ou salbutamol) para modificar a composição da carcaça; 5) uso de engenharia genética. Atualmente, pesquisam-se também a natureza bioquímica e a atividade biológica de princípios endógenos ligados ao controle do crescimento celular. A figura 1 resume algumas das principais características dessas metodologias; apenas a engenharia genética é livre de contra-indicações no tocante à ingestão dos produ-



tos derivados dos animais assim produzidos. Todas as outras demandam, para que se evitem estes problemas, períodos de carência entre o uso do promotor de crescimento e o abate dos animais para o consumo humano.

Vamos fazer aqui uma avaliação crítica dos agentes anabolizantes utilizáveis em agropecuária, levando em consideração, inclusive, as relações risco/benefício decorrentes desse uso.

Todos os seres vivos estão submetidos a dois fenômenos antagônicos: anabolismo e catabolismo. Anabolizantes são as substâncias que favorecem o anabolismo, conjunto de mecanismos que favorecem a fixação, pelo organismo, de nutrientes fornecidos pela alimentação. Em 1985, a Organização para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) definiram como agentes anabólicos em agropecuária as substâncias que aumentam a retenção de nitrogênio e a deposição de proteínas em animais.

É importante ressaltar, desde logo, que essas substâncias atuam também no ser humano, embora à custa de notórios e indesejáveis efeitos colaterais. Seu uso, neste caso, prende-se em geral à busca de fazer crescer a massa muscular de atletas para com isso aumentar-lhes o rendimento físico, prática que é considerada *doping* pelas entidades desportivas. Um fato lastimável ocorrido nas últimas Olimpíadas, em Seul, ilustrou a questão de forma dramática.

A ação anabólica de uma série de hormônios é conhecida há vários anos. Eles ou seus derivados (semi-sintéticos ou sintéticos) aumentam a síntese protéica, particularmente nos músculos esqueléticos, e assim o peso dos animais. Cabe observar que a proteína alimentar segue três caminhos diversos durante a conversão do alimento: uma fração passa pelo trato gastrointestinal sem ter sido digerida e é excretada com as fezes; outra é digerida mas, em vez de ser retida pelo organismo, é decomposta em não-proteína e excretada na urina; por fim, uma terceira fração é digerida e retida no organismo animal. Esta última pode ser calculada a partir da seguinte fórmula, baseada nos valores de nitrogênio (N): $N \text{ retido} = N \text{ alimentar} - (N \text{ fezes} + N \text{ urina})$.

A fração de proteína alimentar excretada com as fezes é pequena (5%) e constante ao longo da vida; já a quantidade de N perdido juntamente com a urina aumenta com o envelhecimento dos animais. Assim, nos de tenra idade, aproximadamente 80% do N alimentar (proteína) ficam depositados nos tecidos, proporção que decresce para 30 a 35% nos animais velhos.

Essa situação é radicalmente alterada pela administração de anabolizantes. A figura 2 atesta esse fato, mostrando que animais dos grupos controle e experimental (estes tratados com anabolizante), tendo recebido quantidades similares de N alimentar, apresentam valores diferentes no teor de N urinário, o que reflete alteração ocorrida

nas relações N urinário/N retido e N retido/N digerido.

Os hormônios masculinos (ou andrógenos) e seus derivados têm atividade anabolizante nos músculos estriados esqueléticos, o que explica que em tantas espécies animais os machos tenham músculos mais desenvolvidos que as fêmeas. Já em 1940 observou-se que as fibras de alguns músculos esqueléticos são mais largas em machos que em fêmeas. Grande número de estudos conduzidos posteriormente demonstraram que o desenvolvimento dos músculos estriados depende dos andrógenos. É por isso que a castração de machos não resulta apenas em diminuição dos níveis circulantes de andrógenos, provocando também redução da massa muscular esquelética, efeito que pode ser revertido pela reposição hormonal.

Outros hormônios têm ação positiva sobre a síntese protéica. O estrógeno, a progesterona, o hormônio do crescimento, a insulina e a tiroxina, entre outros, são capazes de provocar sensível aumento do peso corporal. Todas essas substâncias poderiam ser incluídas entre os anabolizantes. Mas é preciso fazer uma distinção entre o anabolismo geral (não específico, que corresponde ao aumento generalizado da síntese protéica) e o anabolismo mais específico (confinado aos músculos esqueléticos estriados e que se reflete apenas no aumento de carne). As substâncias anabolizantes que têm este segundo tipo de ação são por vezes chamadas miotróficas.

Daremos particular atenção aos anabolizantes esteróides, por serem eles as substâncias de uso plausível como promotores de crescimento em agropecuária. Quanto à origem, eles podem ser classificados em naturais (estradiol-17-beta, progesterona e testosterona), semi-sintéticos (dietilestilbestrol e estilbênicos) e sintéticos (zeranol e acetato de trembolona).

Todas estas substâncias têm indiscutível efeito anabólico. Uma série de variáveis intervenientes determina, contudo, que suas ações se manifestem com maior ou menor intensidade, ou mesmo não se manifestem. A espécie do animal, o fato de estar ou não castrado, a idade, a quantidade de alimento fornecido, a frequência de administração das substâncias e as associações feitas entre elas podem modificar os efeitos obtidos. Entre todos esses fatores, há que destacar a quantidade e a qualidade do alimento ingerido concomitantemente à administração do anabolizante, pois este favorece a fixação de nutrientes pelo organismo, mas não os suprê.

2 - QUANTIDADES DE NITROGÊNIO EM NOVILHAS QUE RECEBERAM IMPLANTES DE ANABOLIZANTES

	controle	tratado
nitrogênio (g/dia)	118,8	120,9
ingestão de N	37,5	29,2*
N-urinário	53,7	56,1
N-fecal	58,6	45,2*
N-urinário/N-digerido	41,5	54,8*
N-retido/N-digerido		

*Significativamente diferente ($p < 0,05$) em relação aos animais do grupo de controle.

Toda droga pode produzir efeitos tóxicos ou indesejáveis, que variarão de uma para outra, podendo ser mais ou menos sérios, reversíveis ou irreversíveis. Os anabolizantes não fogem à regra.

Esses possíveis efeitos adversos devem, no entanto, ser avaliados com cautela. Há que considerar, antes de mais nada, dois aspectos fundamentais ligados à toxicidade: a via de administração e o nível plasmático do anabolizante. De fato, até a água é tóxica, se adentrar o organismo em concentrações excessivas ou por vias não apropriadas. No presente caso, as considerações se limitam à via oral, porta natural de entrada dos anabolizantes no organismo do consumidor. Sendo assim, os anabolizantes naturais e, em menor escala, os sintéticos, são mais seguros que os semi-sintéticos, cuja metabolização se dá, em maior ou menor grau, no fígado do consumidor.

O nível plasmático do anabolizante deve ser considerado com relação ao limite máximo de resíduos (LMR), que é definido como a maior quantidade de resíduos que pode estar contida em um quilo do alimento, sem riscos para a saúde do consumidor. A quantidade de anabolizante encontrada no produto deve ser comparada a esse valor, que constitui um padrão de referência. Deve ser rejeitado para consumo humano qualquer produto que contenha anabolizante em quantidade maior que aquela indicada no LMR específico para aquele agente.

Os níveis de resíduos de anabolizantes nos tecidos de animais tratados segundo as boas normas da prática agropecuária não superam 0,5 a 2,0 partes por bilhão (ppb), ou em torno de um a dois nanogramas por

grama (um ng é igual a 10^{-9} g). São valores muito inferiores aos LMR calculados para essas substâncias. Vale lembrar que tecidos provenientes de animais gestantes contêm de 0,4 a 0,7 ppb de estradiol e até 360 ppb de progesterona na gordura, enquanto em machos os níveis naturais de testosterona chegam de 0,5 a 11 ppb.

Outros aspectos, no entanto, devem ser considerados nessas avaliações de toxicidade. De fato, alguns efeitos tóxicos como a carcinogenicidade (carcinomas são cânceres de origem epitelial) e a ação genotóxica, assim como a ação estimuladora do crescimento tumoral, entre outras, devem ser analisadas cuidadosamente.

São chamados genotóxicos os compostos que têm a capacidade de reagir com o ácido desoxirribonucléico (ADN) do núcleo celular, produzindo, no genoma do nucleotídeo, alterações que dão lugar a mutações ou outras anomalias celulares que configuram, progressivamente, o processo cancerígeno. Todos os compostos químicos genotóxicos representam grave risco para a saúde pois, teoricamente, uma única molécula dos mesmos pode reagir com o ADN da célula, desencadeando o processo tumoral. Por isso, não existe, para esse efeito, um 'limiar de toxicidade'.

Algumas substâncias, como os agentes anabólicos, não atuam no ADN celular, mas exercem poderosa influência sobre o crescimento tumoral (substâncias epigênicas). Isto ocorre porque se fixam sobre os receptores hormonais das células, favorecendo a síntese protéica. Essas ações, que facilitam a multiplicação celular, guardam relação com a dose do composto e têm 'limiar de ação' calculável. Essa ação deve

ser cuidadosamente considerada porque, quando a velocidade do crescimento celular é aumentada, as células tornam-se mais vulneráveis a outros fatores efetivamente genotóxicos que estejam presentes no organismo, e a formação de tumores pode ser desencadeada.

Os agentes anabólicos naturais (17-beta-estradiol, testosterona e progesterona), embora não sejam genotóxicos ou indutores tumorais, podem atuar como fatores predisponentes ou promotores de neoplasias hepáticas, como o demonstram inúmeros estudos epidemiológicos e experimentais. Esse dado não pode, entretanto, ser extrapolado com segurança para outros tecidos influenciados por essas substâncias — como o da próstata, o dos seios e o do útero. Todas as evidências disponíveis até o momento mostram que níveis de esteróides anabolizantes existentes na carne não são suficientes para iniciar carcinogênese nesses tecidos.

O dietilestilbestrol, no entanto, é genotóxico, havendo registros de que é capaz de produzir câncer de colo do útero de filhas de mulheres tratadas com ele. Constatou-se ainda sua capacidade de produzir em cinco espécies diferentes (ratos, coelhos, camundongos, *hamsters* e cobaias) oito tipos de tumores (de mama, colo do útero, endométrio, ovário, hipófise, testículos, rins e medula óssea).

O acetato de trembolona foi analisado na 27ª Reunião da FAO/OMS, realizada em Genebra em 1983. Analisando a literatura existente sobre esse anabolizante sintético, o comitê de assessoramento dessas organizações verificou que doses elevadas do mesmo (acima do LMR) haviam sido associadas a hiperplasia medular e tumores hepáticos em camundongos e a tumores pancreáticos em ratos. Nessa ocasião, solicitaram maiores informações sobre possíveis efeitos neoplásicos desse agente em primatas não humanos. Posteriormente, o comitê relatou que doses do acetato de trembolona inferiores ao LMR são incapazes de induzir tumores. Uma vez que, mesmo em doses elevadas, só se evidenciaram seus efeitos hormonais, concluíram pela ausência de carcinogenicidade da substância.

Com relação a outro anabolizante sintético, o zeranol, o comitê recomendou a realização de novos estudos de carcinogenicidade, em duas espécies de roedores, por prazos mais longos que os adotados nos trabalhos analisados na ocasião. Esses estudos vêm sendo feitos e têm demonstrado que o zeranol não produz mutagênese ou tumores em ratos.

Os agentes anabolizantes representam um avanço tecnológico de considerável impacto econômico. Sua utilização, favorecendo melhor conversão alimentar, permite não apenas reduzir o tempo da engorda dos animais para abate como manejar melhor os recursos alimentares destinados aos mesmos. Os cereais não utilizados dessa forma podem ser desviados para outras finalidades.

Ressalte-se que em países como o Brasil, onde a criação de bovinos é feita principalmente em pastagens, torna-se necessário castrar os animais. Nessas condições, o uso de agentes anabólicos evita que o crescimento se interrompa, pela melhoria da conversão alimentar.

No mundo atual, a produção de alimentos, particularmente de carne bovina, apresenta uma distribuição irregular. Esta característica se acentuou nos últimos dez anos e, ao que tudo indica, tende a se agravar a médio prazo. De um lado, nos países

desenvolvidos, observa-se equilíbrio entre produção e consumo de carne, altos níveis de consumo *per capita* de carne bovina (3.300 calorias/dia) e até excedentes do produto. De outro, em países em desenvolvimento, como o Brasil, o consumo *per capita* de carne bovina (duas mil calorias/dia) não reflete o modo como a população se alimenta. Uma análise mais detalhada revela a distribuição desigual desses valores: pequena parcela da população apresenta níveis adequados de consumo enquanto a grande parte do espectro populacional se vê submetida a severas restrições alimen-

tares, chegando ao nível da subnutrição. Muitos destes até desconhecem a carne como alimento. Segundo a FAO/OMS, nos próximos 20 anos a população mundial aumentará em mais de 1,5 bilhão de pessoas, que habitarão sobretudo os países em desenvolvimento. Haverá portanto maior necessidade de carne bovina, projetada pelo documento da FAO, apenas para os países em desenvolvimento, em 7,5 milhões de toneladas de carne/ano. Cobrir essa necessidade exigiria aumentar a produção em 60%.

A segurança que se pode ter com o uso de agentes anabolizantes em agropecuária está diretamente relacionada ao potencial tóxico do produto, ao grau de contaminação (resíduos) existente na carne e ao tempo decorrido entre a implantação do agente e o abate dos animais. Para garantir tal segurança em níveis satisfatórios, é necessário avaliar, no tocante à utilização de cada agente, a relação risco/benefício.



foto Agência O Globo — R. Neto

Nos meios econômicos e políticos, o aumento da produção de carne, aliado à diminuição do consumo de grãos, tem sido utilizado para justificar o uso de anabolizantes em agropecuária, em prol de um aumento do consumo *per capita* de calorias. Do ponto de vista social, no entanto, há que verificar se essa postura significa realmente um benefício para a saúde da população, dados os riscos associados ao seu uso.

Como, pois, analisar essas relações? Como apontou Flávio Ailton D. Zambrone, significariam elas “benefício para a saúde da população *versus* risco para a saúde des-

OPINIÃO

sa mesma população? Ou benefício econômico para a população *versus* risco para a saúde? Ou algum tipo de benefício social para a população *versus* riscos para a saúde? Ou ainda benefício econômico para a indústria *versus* risco para a saúde da população?" (ver 'Perigosa família', em *Ciência Hoje* n.º 22).

As respostas a essas questões parecem convergir todas para um só ponto: a necessidade urgente de que os órgãos governamentais disciplinem a utilização de anabolizantes no país, impondo-lhe limites. Nesse caso, porém, poderíamos supor que o problema não existe entre nós, uma vez que o uso dessas substâncias está proibido em todo o território nacional. De fato, o que se constata é que — a exemplo do que ocorreu em outros países — essa proibição pemptória só fez piorar a situação, pois estimulou o contrabando desses agentes e seu uso descontrolado, aumentando os riscos à saúde pública. Não se sabe que anabolizantes são esses, que quantidade de princípio ativo contém, nem como estão sendo utilizados.

Notícia recentemente divulgada pelos meios de comunicação — de que o dietilestilbestrol (DES) vem sendo usado no Brasil, estando a Polícia Federal empenhada na repressão ao seu tráfico — reforça e amplia nossas preocupações. Afinal, trata-se de uma substância sabidamente cancerígena. Não nos parece, contudo, que a repressão policial ao tráfico de DES seja o melhor caminho a seguir. É nosso entender que a melhor proteção para o consumidor consiste em fornecer-lhe informações confiáveis sobre esses produtos.

Comentando a presença de resíduos de pesticidas em alimentos, Walkyria Lara foi muito feliz ao afirmar que é "de importância capital desfazer tanto a crença generalizada de que todo produto químico é perigoso como a confusão que faz o leigo entre o que é natural e o que tem ou não toxicidade" (ver 'A tolerância tem limites', em *Ciência Hoje* n.º 22). Errônea, também, é a generalização da toxicidade de uma substância para qualquer quantidade da mesma. De fato, somente a perda desse preconceito permitirá uma real proteção da saúde da população, uma vez que, no tocante a resíduos, é perfeitamente possível avaliar o risco toxicológico, estabelecendo o LMR e, com base nele, fixando os níveis aceitáveis de sua presença nos alimentos.

Essas avaliações deveriam ser realizadas, em nosso país, por laboratórios credenciados para tal pelos órgãos governamentais,



foto Agência O Globo — Alberto Jacob

após verificação da sua capacitação em equipamentos e pessoal. Justificamos essa posição: os valores de referência de anabolizantes são embasados nas chamadas 'boas normas da prática agropecuária' que, em muitos casos, não são compatíveis com o regime extensivo de criação existente no Brasil. Mais do que isso: há que avaliar esses valores de referência com relação às raças de bovinos criadas no país, uma vez que há inúmeras diferenças entre elas e as 'européias' no tocante à metabolização hepática de drogas. Deverão ser detalhadamente estudadas a degradação, transformação ou diminuição do anabolizante no organismo dos animais, bem como os respectivos níveis de resíduo. A atuação do fator tempo sobre esses processos deve também ser cuidadosamente estudada, de forma a permitir o cálculo dos períodos de carência para cada um dos agentes usados. Por fim, esses resultados devem ser comparados com aqueles fornecidos pela FAO/OMS.

A reavaliação da eficácia desses produtos frente às condições nacionais de uso deveria também ser encorajada, pois, diante dos muitos fatores que modificam os efeitos dos anabolizantes, torna-se difícil extrapolar para nossas condições de manejo dados obtidos em condições diversas (ver 'Pesticidas: tecnologia sofisticada em mãos desinformadas', em *Ciência Hoje* n.º 54).

Atitudes como essas, tomadas pelos órgãos governamentais, deveriam ser complementadas por um constante monitoramento dos níveis de resíduos em alimentos de origem animal. A nosso ver, tal fiscalização deveria ter caráter muito mais educa-

tivo que punitivo junto ao produtor. O esforço educativo deveria ter por meta o uso criterioso de anabolizantes, o que inclui o respeito aos períodos de carência.

É necessário lembrar, no entanto, que laboratórios para a análise de resíduos e níveis plasmáticos de anabolizantes são caros, tanto pelos equipamentos quanto por sua manutenção. Haveria portanto necessidade de apoio governamental para a completa adequação dos laboratórios envolvidos no programa. Ressalte-se que, até o momento, não se tem no país um único laboratório em condições de fazer todas as análises em todas as áreas que os anabolizantes envolvem.

E ter laboratórios devidamente equipados ainda não seria o bastante: seria necessário desenvolver, à semelhança do que existe para resíduos de pesticidas, um programa de controle da qualidade analítica, isto é, um controle da qualidade das análises feitas pelos laboratórios credenciados.

É necessário, portanto, avaliar cuidadosamente o impacto do uso de anabolizantes sobre a saúde pública, rever a legislação vigente e incentivar a pesquisa, seja para reavaliar ou adequar as técnicas de uso desses produtos, seja para garantir a difusão de informações corretas sobre esses agentes e os riscos de cada produto quando não empregado adequadamente.

Finalmente, é importante que as empresas transformem as pressões que hoje se exercem sobre elas em estímulo para o incremento de suas pesquisas voltadas para a criação de uma tecnologia nacional ligada ao uso de anabolizantes em agropecuária. ■

LIXO INDUSTRIAL É EXPULSO DO PARAÍSO E AGORA ARDE EM CHAMAS.

Não está longe o dia em que os lagos, rios e florestas ficarão livres da poluição. E este dia será agora se a natureza depender de **Hoechst High Chem**, uma avançada tecnologia de ponta que busca respostas de vanguarda para os problemas atuais nas áreas da saúde, alimentação, proteção ambiental, comunicação, transporte, habitação, vestuário, lazer e energia. No campo da proteção ambiental, por exemplo, **Hoechst High Chem** está trazendo uma nova mentalidade.

A Hoechst foi a primeira indústria química a introduzir no país um incinerador de resíduos sólidos, que queima o lixo industrial prejudicial ao ecossistema. E está sempre desenvolvendo novas matérias-primas, novos processos de tratamento de efluentes e projetando unidades industriais seguras.

Hoechst High Chem é resultado do incessante trabalho em pesquisa da Hoechst. Uma empresa que acredita que o bem-estar do homem está diretamente ligado à saúde da natureza.

Química a serviço da vida.



CIRANDA DA CIÊNCIA

Um projeto Hoechst,
Funbec e Fundação Roberto Marinho
que estimula a pesquisa entre os jovens.

Para maiores informações, escreva à:
Hoechst do Brasil Química e Farmacéutica S.A.
C.P. 7333 - 01051 - São Paulo - SP

Hoechst

A ESFINGE ELEITORAL



O eleitor brasileiro, que até há pouco tinha entre seus principais anseios o de escolher seus próprios governantes, não tem aparentemente do que se queixar de 1985 para cá. Nestes quatro últimos anos, só não houve campanha em 1987: votamos duas vezes para prefeito das capitais, escolhemos os governadores e formamos o Congresso Constituinte. Daqui a semanas — saindo de um jejum de quase três décadas — estaremos votando para presidente da República. Nesse quadro, a sociologia eleitoral, depois de uma longa safra magra, pode enfim colher farto material para suas análises. O livro *Eleições/1986* (Editora Vértice), organizado por Maria Tereza Sadek, é o mais recente esforço nesse sentido.

Em cinco artigos, o livro focaliza um dos mais importantes pleitos dos últimos anos, no qual o PMDB alcançou avassaladora vitória na campanha para governo dos estados, em função do sucesso — efêmero — do Plano Cruzado. Estamos diante de uma conjuntura privilegiada para entrever como se deu a reorganização do poder político na Nova República. No entanto, diante das expectativas despertadas por um período tão rico, o exame das análises que compõem *Eleições/1986* provoca uma certa frustração. Na verdade, o livro trata apenas das eleições de São Paulo e basicamente da campanha para governador.

Existem outros problemas. No primeiro artigo, Levi Ferreira e Vicente Costa propõem-se a examinar as principais estratégias dos candidatos mais fortes ao governo do estado. Disso resulta um relato interessante dos fatos, faltando uma abordagem mais crítica.

Os trabalhos de Maria Judith Musynski e Maria Tereza Sadek abordam dois temas complementares: primeiro, o oposicionismo característico dos eleitores da capital paulista, e segundo, a tendência à interiorização do PMDB, sintoma que indica a perda das bases históricas do partido nas grandes áreas urbanas. Ambas as autoras, porém, não aprofundam o exame das direções do eleitorado e das bases sociais do voto do interior e na capital. Não seria a relação entre classe social e preferência partidária mais esclarecedora que a dicotomia capital/interior?

Nos últimos artigos, Maria D'Alva Kinzo questiona a tese da distritalização do voto nessas eleições, e Rachel Meneguello trata das regras de funcionamento da Justiça Eleitoral, caracterizando-a como árbitro pouco eficaz da acirrada disputa entre os partidos políticos.

O caráter do poder da Nova República e a persistência de práticas de manipulação e fraude capazes de abrir espaço ao ceticismo do eleitorado — os limites, enfim, da chamada transição democrática — são temas pouco explorados em *Eleições/1986*. O livro acaba provocando no leitor uma necessidade de análises teóricas mais ousadas. Afinal, chegando 15 de novembro, a esfinge das eleições se mostrará novamente, tanto à direita como à esquerda, com seu antigo rept: 'Decifra-me ou te devoro.'

João Roberto Martins Filho

Departamento de Ciências Sociais
da Universidade Federal de São Carlos

GRAMSCI E BRASIL

Diz Octavio Ianni, ao apresentar *Gramsci: um estudo sobre seu pensamento político*, de Carlos Nelson Coutinho, recente lançamento da Editora Campus: "A biografia intelectual e política de Gramsci está plenamente realizada aqui. A sua formação teórica aparece em todos os seus momentos mais importantes, compreendendo o diálogo com Marx, Lenin, Croce e outros. As suas teses sobre a formação social italiana e a construção da hegemonia operário-camponesa na Itália estão presentes. Algumas de suas interpretações são discutidas, questionadas, à luz do seu próprio pensamento e de outros clássicos do marxismo."

Com base no seu conhecimento da sociedade brasileira, Carlos Nelson Coutinho indica a validade de muitas das categorias gramscianas (como as de revolução passiva, bloco histórico, hegemonia, guerra de posição, sociedade civil) para uma análise do passado e presente de nosso país, sugerindo as perspectivas da construção de uma democracia socialista no Brasil.

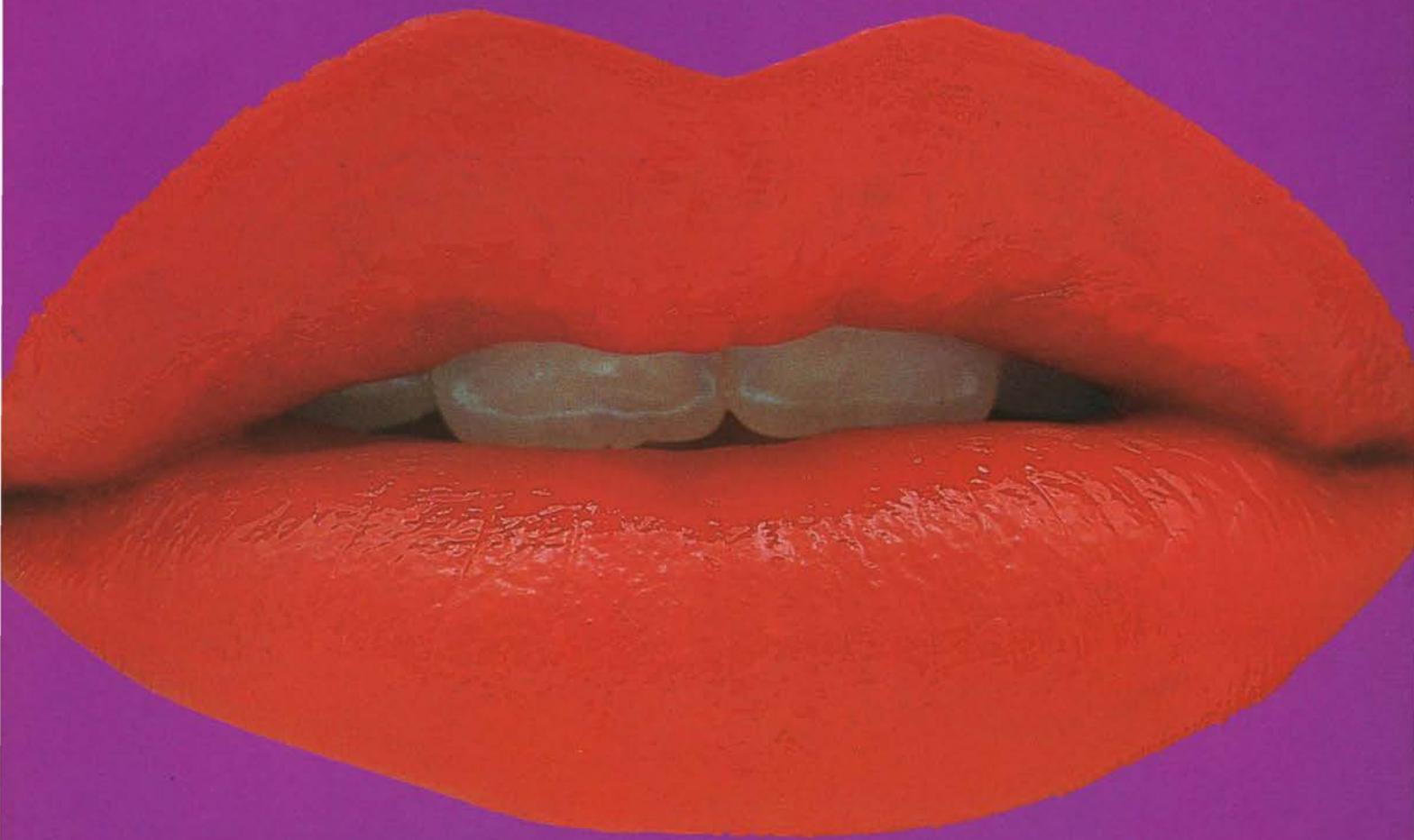
O autor dispensa apresentações, pela reconhecida seriedade intelectual e pela importante contribuição à difusão das idéias de Antonio Gramsci, considerado o mais importante pensador marxista do século XX. Na década de 1960, a Civilização Brasileira lançou, em tradução de Coutinho, as primeiras obras do filósofo italiano, dentre as quais *Concepção dialética da*

história, Literatura e vida nacional, Os intelectuais e a organização da cultura. Desde então, em outras traduções, conferências e escritos sobre Gramsci, Coutinho vem aprofundando sua contribuição para o pensamento político no país. Esse novo livro — ainda para citar Ianni — "ajuda a pensar o Brasil novamente".

UM CASO EXEMPLAR

"Este texto se ocupa primordialmente do relacionamento entre um órgão oficial de assistência, o Serviço de Proteção aos Índios (SPI) até 1967 e depois a Fundação Nacional do Índio (Funai), e o grupo indígena Tikúna, que habita a região do alto Solimões, no estado do Amazonas. Através de um estudo de caso, focaliza a ação protecionista do Estado brasileiro, buscando responder a perguntas de natureza teórica sobre as condições, o caráter e as consequências da implantação deste processo de assistência e dominação de um grupo indígena pelo aparato legal e administrativo responsável pela sua tutela." Assim, João Pacheco de Oliveira Filho (professor adjunto de Etnologia do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social do Museu Nacional da UFRJ) abre seu livro *O nosso governo: os Ticuna e o regime tutelar* (Editora Marco Zero, co-edição: CNPq), deixando antever o rigor da antropologia e o respeitoso cuidado com que irá tratar de problemas que envolvem cerca de 18 mil pessoas. Apoiado na etnografia já acumulada sobre os índios Tikúna e em seu próprio trabalho de campo prolongado e intensivo, o autor realiza uma interpretação exemplar do relacionamento intersocietário instituído por índios e brancos no alto Solimões, oferecendo uma nova perspectiva em nível teórico, que vai além da análise convencional na linha estruturalista. Sob essa nova luz, é possível tratar não só das questões específicas da área investigada, como também contribuir para pensar a questão do contato, evitando colocações em termos do interno e externo, do tradicional e do moderno, que impedem a análise de incorporar a riqueza e dinamismo das situações com que se defronta. Nos dias de hoje, quando as sociedades indígenas não constituem mais exemplos do exótico e do distante, mas estão cada vez mais inseridas no nosso cotidiano e no imaginário político, impõe-se rever radicalmente a maneira como são encaradas. Necessidade que o livro de João Pacheco se inicia justamente para suprir.

A QUÍMICA DO BEIJO.



■ No doce, sensual e colorido sorriso de uma mulher, a presença viva e marcante da química. ■ Presença que se espalha suave no vermelho-carmim de um beijo e também se desdobra numa infinidade de outras aplicações, às vezes imperceptíveis no dia a dia das pessoas. ■ Por trás das multicoloridas tintas, pigmentos, corantes, fibras sintéticas, borrachas e plásticos, existe a palavra química. ■ É a vida explodindo em mil cores e formas. ■ É por isso que a petroquímica gera muito mais que complexas reações químicas. ■ Ela transforma o mundo moderno, criando uma série de novos componentes que democratizam o consumo. ■ As pessoas passaram a ter acesso a incontáveis objetos, que existem graças à petroquímica. ■ De uma prosaica bola de ping-pong às mais complexas peças de uma aeronave, a química está em tudo. ■ Enfim, a cada aplicação, a química melhora a qualidade de vida do homem. ■ Como num doce beijo. ■ Copene. ■ Presente em tudo o que a vida tem de melhor. ■

 **COPENE**
PETROQUÍMICA DO NORDESTE S.A.



Unidade de Amônia de Aracária (PR).



FERTILIZANTES: INDÚSTRIA PARA NUTRIÇÃO DAS PLANTAS

**Carlos Eduardo Calmanovici,
Roberto Guardani e Marco Giulietti**

Centro de Estudos de Fertilizantes, Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São Paulo

Questão agrícola: um problema
ao mesmo tempo social e tecnológico.
O custo da alimentação dispara.
Milhões de brasileiros sofrem
de desnutrição desde o útero materno.
Soluções? Sem dúvida redistribuir
a terra, mas ao mesmo tempo dotá-la de
condições de produzir mais e melhor.
Pesquisas interdisciplinares buscam
a resposta para esse desafio.

A produção agrícola de uma nação é consequência de um conjunto de fatores. Entre eles, a água, o solo, as sementes, o clima, os insumos e a natureza das culturas são considerados 'fatores técnicos', pois deles dependem diretamente o desenvolvimento biológico dos vegetais e o rendimento físico das plantações. É quase impossível apreciar cada item isoladamente, uma vez que eles são interdependentes. Mas podem-se obter resultados experimentais que indiquem quando os esforços devem ser orientados para uma ou outra variável.

A contribuição dos fertilizantes já foi muito discutida, mas finalmente chegou-se à conclusão de que entre 30 e 50% do rendimento físico alcançado em uma lavoura devem-se a eles, quando os demais fatores estiverem minimamente atendidos. Trata-se, porém, de um valor médio, a ser entendido dentro de um universo maior. Por isso, não só a quantidade de fertilizantes, mas também a forma e a conveniência de sua aplicação merecem ênfase. Em alguns casos específicos, outros fatores — como o solo ou a semente — adquirem maior relevância para a produtividade.

Os fertilizantes são definidos pela legislação brasileira (decreto nº 86.955 de 18/02/1982) como "substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas". Sua participação é fundamental para o aumento do rendimento físico da agricultura. Como mostra a figura 1, essa tendência mundial também foi acompanhada pela América do Sul e pelo Brasil até 1980, ano em que deixou de haver relação aparente entre o índice Organização para Agricultura e Alimentação (FAO, órgão das Nações Unidas) e o consumo de fertilizantes. Tal distorção se deve ao fato de que o desenvolvimento agrícola não depende exclusivamente de fatores técnicos, mas também políticos, como acesso ao crédito e nível de preços. Em relação ao Brasil, a existência de grandes estoques nos anos 1979 e 1980 pode ajudar a entender a descontinuidade na tendência.

Outro ponto a considerar é que a agricultura brasileira comporta amplos segmentos atrasados, convivendo com outros onde o nível tecnológico é bastante avançado. Disso resulta um contexto de heterogeneidade do setor agrícola, no qual

se abrem algumas possibilidades para soluções alternativas. Assim, a reciclagem de resíduos industriais, agroindustriais e urbanos apresenta-se como uma saída interessante para reduzir as necessidades de insumos tradicionais, com a vantagem de proporcionar matéria orgânica a solos não raro deteriorados. A isso soma-se o fato de que tais resíduos, geralmente poluentes, passariam a ter utilização mais nobre. Outra contribuição muito promissora vem da biotecnologia. O uso de inoculantes agrícolas, embora ainda embrionário, poderá tornar-se em algumas décadas um substituto para os fertilizantes nitrogenados, em níveis extremamente expressivos.

Em todas essas situações, o importante é satisfazer as necessidades da planta: quando o solo é incapaz de fornecer nutrientes em quantidade suficiente para seu crescimento adequado, eles devem ser introduzidos por meio da fertilização. Tal quadro é particularmente importante quando se trata de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), exigidos em altas quantidades pelos vegetais, porém de baixa disponibilidade nos solos brasileiros (ver 'Fertilizantes para quê?').

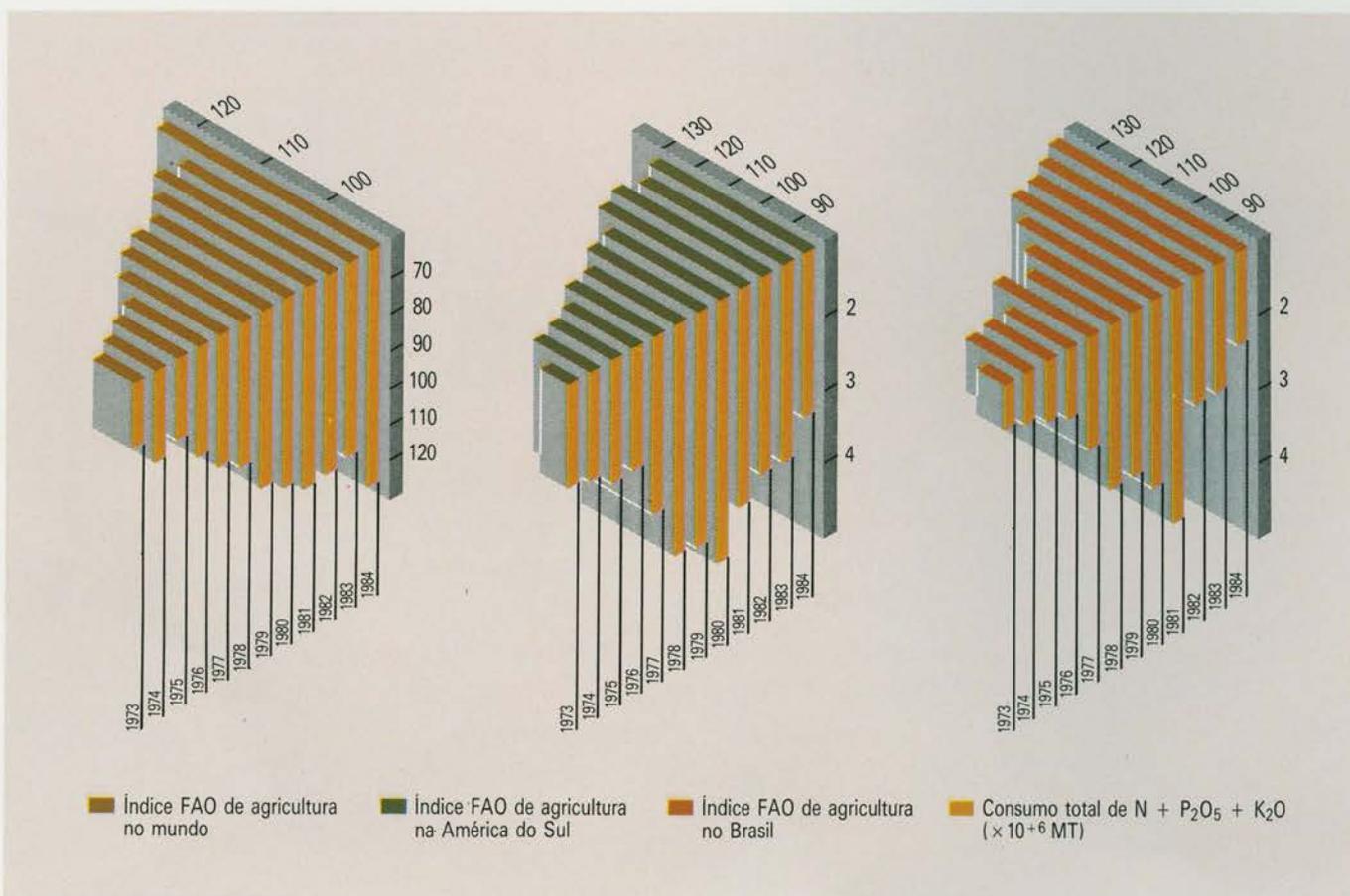


Fig. 1. Os índices da FAO, relativos ao período 1973-1984, indicam o nível relativo do volume global da produção agrícola por ano, em comparação com o período base (1974-1976). Esse nível relativo é calculado pela soma (ponderada pelos preços) da produção de diferentes produtos, após deduzidas as quantidades utilizadas como semente e ração animal (também ponderadas). A subtração evita dupla contagem desses dois itens. O valor agregado resultante representa, portanto, a produção agrícola disponível para alimentação. Observa-se nos gráficos uma clara tendência de aumento do índice FAO da agricultura com o aumento do consumo de N-P-K.

FERTILIZANTES PARA QUÊ?

Dentre os elementos minerais, as plantas precisam de quantidades relativamente elevadas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, seus macronutrientes. Vários outros elementos, denominados micronutrientes, lhes são também necessários, porém em pequenas quantidades. Incluem-se aí o boro, cloro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco. As chuvas suprem as plantas com a água e parte do oxigênio que elas consomem. A própria atmosfera proporciona o carbono, na forma de dióxido de carbono, bem como o restante do oxigênio. As leguminosas podem, em alguns casos, obter nitrogênio da atmosfera, através de bactérias fixadoras (ver 'Bactérias e leguminosas: uma associação eficiente', em *Ciência Hoje* n.º 31, p. 17).

A maior parte das plantas, no entanto, obtém nitrogênio do solo, onde estão também todos os demais nutrientes, fornecidos naturalmente ou acrescentados pelos homens ou pelos animais. Se o solo não puder fornecer suficientemente qualquer dos nutrientes mencionados, mesmo aqueles necessários em quantidades muito pequenas, o crescimento e desenvolvimento da planta serão prejudicados. As deficiências mais comuns são de nitrogênio, fósforo e potássio. Em solos ácidos, a falta de cálcio e enxofre é também relevante. Nos lugares em que a na-

tureza permanece intocada, um ciclo fechado de nutrição pode ser observado: o sistema está em equilíbrio e a decomposição de matéria orgânica faz com que os nutrientes retornem ao solo. Com a introdução da agricultura, rompe-se este ciclo.

Quando a atividade agrícola substitui uma floresta, o solo pode se exaurir em poucos meses. Algumas áreas de solo extremamente ácido chegam a esse processo mesmo sem a introdução da agricultura, por falta de enxofre, magnésio e, principalmente, cálcio. O solo fica sujeito aos perigos da erosão e da lixiviação. Se as práticas agrícolas não forem corretamente obedecidas, o comprometimento pode ser irreversível. Além disso, a cada colheita, os nutrientes são gradualmente extraídos do solo, e tais perdas não são totalmente repostas pela decomposição da matéria orgânica que nele permanece. Sem contribuição externa, sua capacidade de prover nutrientes às culturas diminui progressivamente, como ocorreu e ainda ocorre em certas regiões do Brasil.

Antes do advento dos fertilizantes minerais, só a aplicação de resíduos humanos, animais ou vegetais proporcionava nutrientes às culturas. O abastecimento das populações ficava limitado por esse sistema de produção de alimentos, que dependia basicamente do retorno dos resíduos ao solo. Com o crescimento urbano durante a Revolução Industrial, ele-

varam-se as perdas de nutrientes do ciclo natural, pois eles passaram a ser exportados para as cidades, junto com os produtos agrícolas. O uso de fertilizantes permitiu a reposição dos nutrientes e contribuiu, assim, para o crescimento da população urbana. Na Europa ocidental, estima-se que, após mais de um século de uso intensivo de fertilizantes, metade da produção agrícola se deve a esses insumos. Obviamente, isso não seria possível sem o desenvolvimento de novas variedades vegetais, maquinaria moderna, defensivos agrícolas e outros implementos.

Nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são os três macronutrientes primários. O primeiro é importante componente das proteínas e da clorofila. Metabolizado em quantidades elevadas, freqüentemente é o principal fator de aumento da produtividade agrícola. Beneficia sobretudo as partes verdes dos vegetais. O fósforo é basicamente responsável por todos os processos vitais das plantas nos quais energia é armazenada e utilizada. Promove o crescimento das raízes e melhora a qualidade dos grãos, além de acelerar o amadurecimento dos frutos. O potássio participa da produção, transporte e acumulação de polissacarídeos nas plantas, melhorando sua resistência a condições adversas, como falta de água ou doenças, pois é responsável pelo equilíbrio de cargas no interior das células vegetais.

Foi nos anos 40 que surgiram no Brasil as primeiras fábricas de fertilizantes, acompanhando o processo de industrialização do país. Elas se dedicavam exclusivamente à fase final da produção, isto é, preparavam a mistura de N-P-K a partir de fertilizantes simples importados. Por isso, as primeiras unidades foram instaladas junto a portos marítimos, como Cubatão (SP) e Rio Grande (RS). Dessa época até o início dos anos 70, o consumo de fertilizantes no Brasil cresceu mais de 20 vezes, passando de 88 mil toneladas de N-P-K em 1950 para 1,83 milhão em 1974. Essa expansão foi causada pelo aumento da sofisticação tecnológica da agricultura, envolvendo novas técnicas e novas variedades vegetais — cujo maior rendimento físico dependia de fertilização mais intensa —, e pela política econômica, que possibilitava uma relação equilibrada entre o preço dos fertilizantes e o dos produtos agrícolas. Além disso, prevaleceu, a partir de 1966, um vantajoso sistema de crédito rural. Comparando-se com os níveis dos países desenvolvidos, nosso con-

sumo de fertilizantes permaneceu, no entanto, muito baixo (figura 2).

Na década de 1970 já eram produzidos no país alguns fertilizantes simples, como os superfosfatos, mas ainda dependentes da importação de matéria-prima. De 1974 a 1980, grandes investimentos foram feitos na ampliação da capacidade de produção de fertilizantes simples e produtos intermediários, com matérias-primas nacionais. Essa política de auto-suficiência foi traçada no primeiro Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola, promulgado em 1974, em função tanto da conjuntura internacional, que determinou o aumento de preço desses insumos, quanto da descoberta de reservas fosfáticas importantes no Brasil central. Nesse período, o consumo dos três macronutrientes primários (N-P-K) evoluiu de 1,7 para 4,2 milhões de toneladas/ano, enquanto a participação da indústria brasileira no mercado passou de 27% para 45%.

No início dos anos 80, o setor se caracterizava pela presença maciça de empresas estatais na produção de matérias-primas,

produtos intermediários e alguns fertilizantes simples, cabendo à maioria das empresas privadas principalmente a produção de fertilizantes simples e produtos finais (N-P-K). Entre 1980 e 1983, contudo, a alta dos preços internacionais do petróleo e a crise econômica e financeira em que o país mergulhou causaram uma limitação drástica do crédito rural, o que resultou em uma retração do consumo de fertilizantes da ordem de 50% e trouxe sérias dificuldades para o setor.

Recentemente, o consumo voltou a crescer em cerca de 13% ao ano, prevendo-se que a curto ou médio prazos o país voltará a importar quantidades significativas. Essa previsão motivou a Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas (Anda) e o governo a elaborarem, em 1987, o Plano Nacional de Fertilizantes, que prevê para os próximos anos um aumento de cerca de 50% na capacidade de produção do setor. Resta, porém, uma questão a ser esclarecida: de onde virão os mais de 1,5 bilhão de dólares necessários à concretização dessas metas?

ESTIMATIVA DO CONSUMO DE FERTILIZANTES EM ALGUNS PAÍSES (1983/1984)

País	Área Plantada (1000 ha)	Nutrientes (1000 t)				kg/ha
		N	P	K	NPK	
Brasil	48.856	635	1.030	843	2.508	51
Holanda	865	478	87	117	682	788
Irlanda	972	331	152	185	678	698
Bélgica	827	199	98	148	445	538
Japão	4.806	701	765	632	2.098	437
Alemanha Ocidental	7.449	1.378	745	1.014	3.137	421
Reino Unido	6.986	1.588	488	559	2.635	377
Noruega	853	111	63	93	267	313
Dinamarca	2.639	421	119	157	697	264
Áustria	1.517	154	95	135	384	253
França	18.721	1.498	1.086	1.179	3.763	201
Itália	12.222	1.039	740	399	2.178	178
China	100.894	11.530	2.649	146	14.325	142
Estados Unidos	189.915	10.112	4.472	5.270	19.854	105
URSS	232.390	8.262	5.590	4.904	18.756	81
Espanha	20.508	810	399	251	1.460	71
México	23.600	1.088	331	67	1.488	83
Portugal	3.550	122	67	32	221	62
África do Sul	13.520	334	388	123	845	62
Canadá	46.260	1.152	713	387	2.252	49
Índia	168.350	5.236	1.757	789	7.792	46
Venezuela	3.758	70	52	38	160	43
Argentina	35.700	62	52	5	119	3

Fonte: ANDA, 1987

A produção de fertilizantes pode ser dividida em quatro etapas: matérias-primas, produtos intermediários, fertilizantes simples e fertilizantes compostos. Praticamente toda a indústria se baseia no processamento de recursos naturais fósseis, como hidrocarbonetos (gás natural e derivados de petróleo) ou rochas com teores variáveis de fósforo ou potássio, além de enxofre, utilizado na produção de ácido sulfúrico. Entre os produtos intermediários, que constituem os insumos para a etapa seguinte, ou seja, para a produção de fertilizantes simples, os principais são a amônia, o ácido sulfúrico, os concentrados fosfáticos e o ácido fosfórico (figura 3).

Como conseqüência da evolução da tecnologia petroquímica nos últimos 40 anos, a amônia (NH₃) tornou-se o insumo-chave para o preparo de fertilizantes nitrogenados. Os hidrocarbonetos são a base para

Fig. 2. Para cada situação há um nível ótimo de consumo de fertilizantes, acima do qual sua influência no rendimento físico agrícola é praticamente nula, ou mesmo negativa. Outros aspectos econômicos da questão devem ser então considerados: a relação entre a despesa com fertilizantes e o retorno obtido com a comercialização dos produtos agrícolas. Não é este o caso do Brasil e de outros países da América do Sul. A tabela mostra que os níveis de fertilização nos países desenvolvidos são muito maiores.

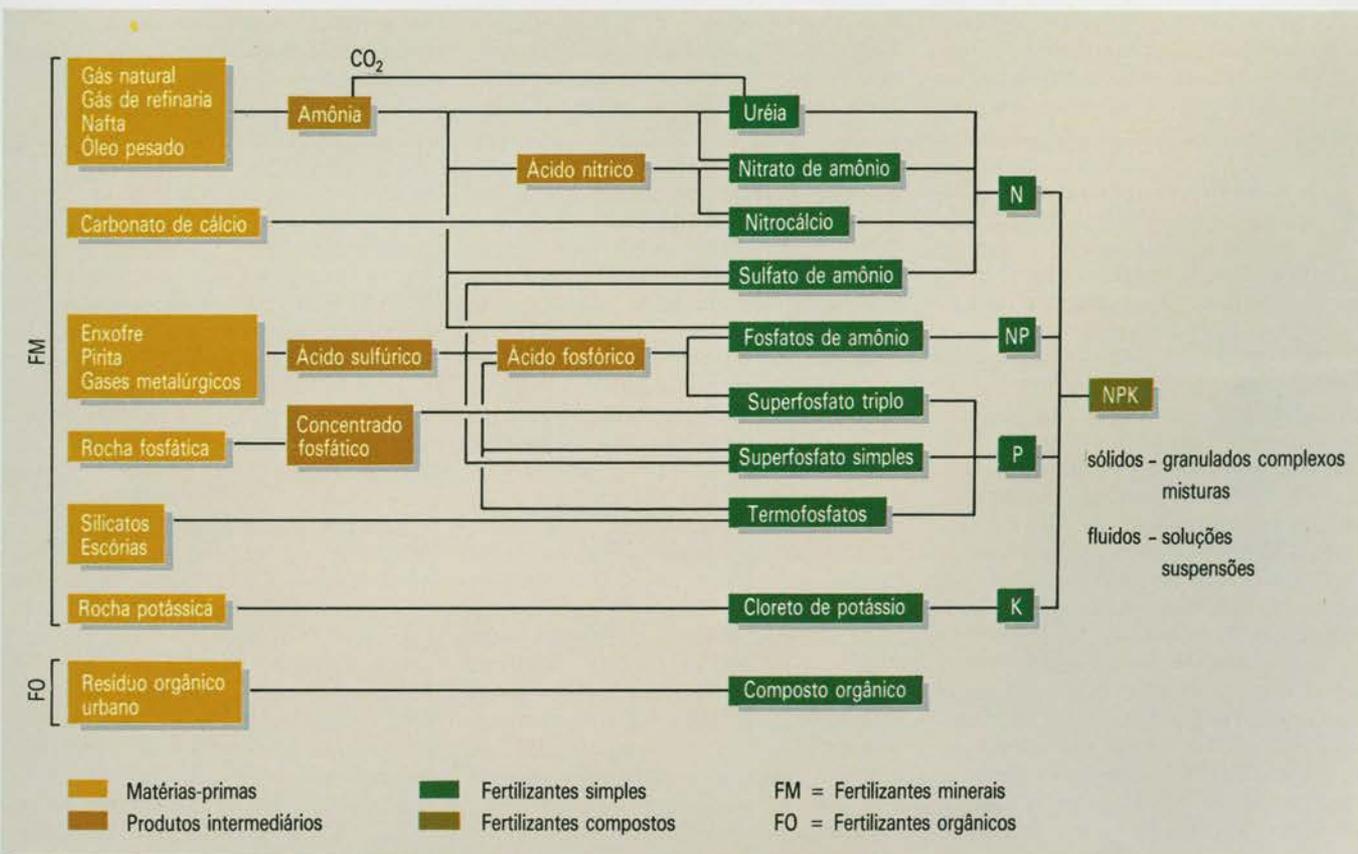


Fig. 3. Esquema geral dos processos produtivos de fertilizantes no Brasil.

a sua produção e por isso as unidades industriais de amônia são normalmente instaladas junto de pólos petroquímicos. As fábricas modernas produzem cerca de 1.400 toneladas de amônia por dia, a preços bastante competitivos. Com o dióxido de carbono (CO₂), seu subproduto, a amônia é a base para produção da uréia (CO(NH₂)₂), que tem 46% de nitrogênio e é hoje responsável por cerca de 70% do total de fertilizantes nitrogenados simples produzidos no Brasil. O alto teor de nitrogênio e os custos favoráveis de produção tornam a uréia um fertilizante que tende a participar cada vez mais dos mercados brasileiro e mundial.

As rochas fosfáticas são o material inicial para obtenção dos fertilizantes fosfatados. Em geral, essas rochas têm teores variáveis de fluorapatita (Ca₅F(PO₄)₃). Duas dificuldades, porém, se apresentam para o aproveitamento das rochas brasileiras como fonte de fósforo: baixos teores e baixa

material é então 'digerido' por meio de uma reação química com um ácido inorgânico forte, podendo originar a formação de uma série de produtos, como o ácido fosfórico, o superfosfato simples e o superfosfato triplo. O primeiro é insumo na produção do terceiro, bem como na produção dos fosfatos de amônio, ao reagir com a amônia; os dois últimos destinam-se à preparação de fertilizantes compostos.

Quanto ao potássio, a indústria utiliza sobretudo o cloreto de potássio (KCl), obtido a partir do beneficiamento de rochas potássicas do tipo evaporito, formadas essencialmente por uma mistura de silvita (KCl) e halita (NaCl).

Os fertilizantes compostos, por sua vez, podem ser obtidos de uma mistura de fertilizantes simples, nas proporções adequadas ao consumo pelos agricultores. Desta forma obtém-se uma mistura física dos vários componentes, em forma de pó ou de

possibilitou a criação de um parque industrial em curto espaço de tempo, mas criou também alguns problemas. O primeiro refere-se à eficácia dos fertilizantes, pois nem todos atuam, em regiões de clima tropical, com solos predominantemente ácidos, com a mesma eficácia que nas regiões temperadas, onde foram originalmente desenvolvidos e utilizados. Em segundo lugar, uma vez adotada a política de reduzir a dependência externa de matérias-primas, surgiu o grande desafio de fazer com que os processos de produção existentes operassem em níveis compatíveis de eficiência usando exclusivamente as matérias-primas disponíveis em nosso país.

No Brasil, atualmente, seis fábricas produzem amônia para fins fertilizantes, utilizando como matérias-primas gás natural, gás de refinaria e resíduo asfáltico. A tendência internacional, baseada na utilização do gás natural, mais barato, com maior eficiência energética e vantagens ambientais, deverá ser acompanhada no país, embora o alto investimento necessário à construção de unidades de amônia possa limitar a expansão da produção.

Quanto ao enxofre, o suprimento depende principalmente do exterior, gastando-se cerca de 200 milhões de dólares por ano com a importação de um milhão de toneladas de enxofre elementar. Nossos recursos naturais desse elemento são limitados. A produção brasileira, de cerca de 250 mil toneladas por ano, provém da recuperação de gás de refinação de petróleo, da ustulação de minérios de pirita (sulfeto de ferro) e do processamento de sulfetos de cobre e zinco. Uma fonte potencial é o sulfato de cálcio (gesso), cuja viabilidade ainda depende de desenvolvimento tecnológico já em andamento.

Na rota de produção de fertilizantes fosfatados encontram-se talvez os maiores desafios para a indústria nacional. Em virtude das características físicas e mineralógicas das rochas brasileiras, sua mineração não consegue recuperar mais do que 85% do fósforo das jazidas. Na etapa seguinte — isto é, na produção de concentrado fosfático por beneficiamento — recuperam-se cerca de 60 a 70% do elemento. Se considerarmos, a partir daí, as porcentagens de eficiência na produção de ácido fosfórico e fertilizantes fosfatados simples, chegaremos a valores globais da ordem de 30% de recuperação do fósforo, o que significa que, para cada cem quilos, 70 não podem ser aproveitados pela agricultura com a tecnologia disponível. O material rejeitado nos processos de beneficiamento compreende as frações menos ricas em fósforo e com altos teores de impureza (sobretudo compostos de ferro, alumínio e sílica).

Nível 1	
Empresas integradas que produzem desde matérias-primas até fertilizantes compostos.	Quimbrasil, Trevo e Copebrás
Nível 2	
Empresas que produzem desde matérias-primas simples até fertilizantes simples.	Petrofértil, Petromisa e Arafértil*
Nível 3	
Empresas ditas semi-integradas que adquirem matérias-primas das anteriores (níveis 1 e 2), podendo ou não produzir ácido sulfúrico. Fabricam alguns fertilizantes simples e compostos.	Manah, Solorrício, Indag, Fertisul, Centralsul, CRA, Galvani, Copas, Elekeiroz, Fosfanil, Beker, Proferetil, Fertibase
Nível 4	
Empresas que atuam apenas na comercialização de fertilizantes simples ou também na produção e comercialização de misturas NPK, adquirindo fertilizantes simples de outras empresas.	Este nível é formado por mais de 300 empresas misturadoras, além de cooperativas agrícolas.

* A Petrofértil e a Petromisa são subsidiárias da Petrobrás. A Petrofértil é composta pelas empresas Nitrofértil, Ultrafértil, Fosfértil, ICC e Goiásfértil. A Petromisa está iniciando a mineração e o beneficiamento de cloreto de potássio e a Arafértil produz rocha fosfática, concentrado fosfático e fertilizantes simples fosfatados.

Fig. 4. Níveis em que podem ser divididas as empresas que produzem fertilizantes, segundo o grau de verticalização do setor.

disponibilidade. Seu teor de fósforo, expresso na forma de pentóxido de fósforo (P₂O₅), situa-se entre 5% e 10%, o que é considerado muito baixo para permitir o tratamento pela tecnologia disponível, que exige teores entre 30 e 38% e não tolera os altos níveis de impurezas presentes nas jazidas nacionais. Além disso, o fósforo contido nas rochas brasileiras tem baixa solubilidade no solo, o que não permite seu aproveitamento pelas plantas.

Em vista dessas dificuldades, o minério de fósforo é primeiro beneficiado por um processo conhecido como 'flotação' ou 'flutuação', do qual resulta um produto conhecido por 'concentrado fosfático', que contém de 70 a 80% de fluorapatita. Esse

grãos com diâmetro entre 1/2 e cinco milímetros. Podem também ser produzidos pela granulação dos fertilizantes simples, de forma que cada grão contenha os três macronutrientes primários, ou por sua diluição em água ou em suspensões com uso de argila. Os fertilizantes fluidos assim obtidos têm tido participação crescente no mercado brasileiro.

Como mostra a figura 4, as empresas da área podem ser divididas em quatro níveis, tendo como referência o grau de verticalização do setor. A implantação desse segmento industrial no Brasil acabou por reproduzir de certo modo o perfil tecnológico desenvolvido nos Estados Unidos e Europa. Esse fato, em conjunção com outros,

Como ocorre normalmente na área química, as atividades de pesquisa e desenvolvimento (p&d) relativas à produção de fertilizantes são encaminhadas por três diferentes vias, que às vezes se cruzam, às vezes não. A primeira diz respeito à universidade, a segunda aos institutos de pesquisa e a terceira às próprias empresas do setor. Algumas atividades podem ser desempenhadas pelos três agentes, em conjunto. Outras devem ser desenvolvidas por eles separadamente, conforme sua vocação específica.

Não se pode, entretanto, dizer que no setor de fertilizantes os investimentos em p&d sejam elevados. Estima-se que sejam inferiores a 0,2% do faturamento das empresas, quando o desejável é que ficassem por volta de 1%. Dentre as empresas que mantêm atividades de pesquisa estão o sistema Petrofértil, a Arafértil, a Quimbrasil, a Manah, a Trevo e a Fertisul. A primeira, particularmente, conta também com o Cenpes, centro de pesquisa que atende às necessidades da Petrobrás.

A única entidade de pesquisa exclusivamente dedicada ao estudo da tecnolo-

gia de produção de fertilizantes é o Centro de Estudos de Fertilizantes (Cefer), localizado no *campus* do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), que conta não só com seu próprio pessoal técnico mas também com o apoio de diversas outras unidades do instituto. Trabalhos relevantes de p&d são também desenvolvidos no Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e na Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec), embora essas entidades não atuem exclusivamente em atividades relacionadas ao setor de fertilizantes.

Em nível nacional, algumas universidades fazem estudos nessa área. A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (principalmente seu Departamento de Engenharia de Minas) e o Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (SP) são exemplos marcantes. Além destas, a Fundação Universidade do Rio Grande, a Universidade Federal da Paraíba, o Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo se dedicam à pesquisa em tecnologia de produção de fertilizantes.

As perspectivas são de queda gradual na qualidade das rochas hoje exploradas, o que mostra a necessidade de pesquisas intensas, voltadas para o desenvolvimento de tecnologias de beneficiamento e solubilização de fósforo adequadas a essas condições futuras, menos favoráveis. Mesmo assim, os níveis atualmente obtidos já são fruto de intenso trabalho, que viabilizou a utilização comercial da rocha fosfática nacional para produção de fertilizantes e evitou os gastos com sua importação.

Nos últimos anos, o Brasil tem se situado entre os principais importadores de cloreto de potássio, empregado no preparo de fertilizantes compostos. As reservas brasileiras de minério contendo KCl, no Nordeste e na Amazônia, são pouco expressivas. A mina da empresa Petromisa, em Carmópolis (SE), já começou a ser operada e prevê-se a produção de 500 mil toneladas de KCl por ano, o que equivale a cerca de 1/3 do atual consumo nacional. Os minérios de potássio situam-se em geral em depósitos do tipo evaporitos, na forma de camadas de sal precipitado, a profundidades entre 500 e 1.500 metros.

Os maiores problemas tecnológicos relacionados à produção de fertilizantes decorrem de suas propriedades físicas e de seu comportamento agrônomico (ver 'P&D no Brasil'). Antes da aplicação no solo, um fertilizante pode sofrer alterações, em fun-

ção de sua composição química e mineralógica, da intensidade do contato entre partículas de diferentes produtos nele presentes e do local onde é armazenado. Nas condições climáticas predominantes no Brasil — isto é, altas temperaturas e alta umidade relativa — várias transformações indesejáveis são favorecidas, tais como empedramento (formação de torrões) e deliquescência. Alguns cuidados operacionais minimizariam esses problemas, garantindo ao produto melhor qualidade: por exemplo, distribuição granulométrica mais uniforme e redução da umidade final. O aumento de custo que esses cuidados viessem a provocar seria compensado pelo aumento da eficiência global do fertilizante, pois uma menor quantidade de adubos determinaria um mesmo benefício agrônomico.

O segmento que mais necessita de tecnologia e capital é o de matérias-primas e produtos intermediários. As unidades industriais aí alocadas exigem investimentos bastante elevados e uma tecnologia de sofisticação considerável. É aí, portanto, que estão também os desafios de maior abrangência. Dentre eles destacamos a questão do aproveitamento do fosfogesso (subproduto da produção de ácido fosfórico), hoje produzido à taxa de cerca de 3,5 milhões de toneladas/ano. Esse rejeito, constituído essencialmente por sulfato de cálcio hidratado (sal de cálcio duplamente hidrata-

do), tem seu aproveitamento hoje limitado à aplicação na agricultura e na indústria de cimento. Ambas as aplicações só consomem cerca de 30% do que é produzido anualmente. O restante acumula-se em áreas próximas às indústrias de ácido fosfórico e já soma hoje mais de 20 milhões de toneladas. O aproveitamento do enxofre e do cálcio contidos nesse material representaria, além do alívio da carga de rejeito industrial, uma economia significativa para o país.

Examinando-se cada segmento do setor de fertilizantes, constatam-se os principais desafios tecnológicos que eles enfrentam hoje. No segmento de matérias-primas e produtos intermediários, trata-se de diminuir as perdas de fósforo, recuperar os subprodutos (fosfogesso e ácido fluossilícico, principalmente) e desenvolver tecnologias de produção do enxofre (a partir do gesso) que sejam atraentes do ponto de vista econômico; no segmento dos fertilizantes simples, o problema é aumentar a eficiência da solubilização do fósforo, utilizando rochas fosfáticas com alto teor de impurezas; no segmento de fertilizantes compostos e misturas, a preocupação é melhorar suas propriedades físicas, aumentar a eficiência agrônômica de produtos com alto teor de nitrogênio, otimizar o suprimento de nutrientes com práticas agrícolas adequadas e com aumento do fornecimento de nitrogênio por via biotecnológica.

Embora muito já se tenha caminhado na adaptação e desenvolvimento de tecnologia para as condições brasileiras, a resposta aos desafios presentes constitui uma tarefa difícil, exigindo pesquisas que abrangem a tecnologia de produção e a tecnologia de uso pela agricultura, em escala de laboratório e em escala semicomercial. Tão-muita tarefa, que envolve aspectos geológicos, ambientais, industriais e agrônômicos, entre outros, só será exequível se enfrentada por grupos interdisciplinares, reunindo as equipes das empresas, dos centros de pesquisa e das universidades, cada uma trabalhando de acordo com as suas próprias capacitações mas coordenadas em torno de um objetivo único: utilizar adequadamente os recursos naturais, para suprimento de nutrientes à agricultura e sem prejuízos ambientais.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- IFA, *The fertilizer industry: the key to world food supplies*, IFA, Paris, 1986.
MALAVOLTA E., *ABC da adubação* (4ª ed.), Ceres, São Paulo, 1979.
THE FERTILIZER INSTITUTE, *Manual de fertilizantes*, IPT, São Paulo, 1980.
UNIDO, *Fertilizer manual*, Unido Development and Transfer of Technology Series, Nova York, 1980.

**Ela precisava ir ao banco depois do almoço.
Mas resolveu ir depois do jantar.**



Cliente Itaú tem banco a

toda hora. Às vezes você precisa de dinheiro e os bancos ainda não abriram. Pode acontecer também de você precisar pagar uma conta quando as agências acabaram de fechar. Se você é Cliente Itaú isso pode acontecer, mas nunca vai ser um problema. Cliente Itaú tem banco antes, durante e depois do horário bancário. Ele conta com os Caixas Eletrônicos Itaú. Um banco completo, funcionando noite e dia, para saques, depósitos, transferências, pagamento de contas e consultas. O Caixa Eletrônico Itaú é um banco a toda hora, em toda parte, que oferece o maior número de operações exclusivas para os Clientes Itaú. O Cliente Itaú conta também com o Itaufone a qualquer momento. Um serviço de saldo por telefone, direto do computador. Se é o seu banco que faz a sua hora de ir ao banco, abra uma conta no Itaú. No Banco Eletrônico 5 Estrelas quem faz o horário é você.

O Itaú está onde você precisa.



Itaú

Banco Eletrônico



A casa pobre, mas carinhosamente enfeitada de branco, serve de local de culto aos antepassados, no rito jeje-mina maranhense.

D EUSES TRIBAIS DE SÃO PAULO

Reginaldo Prandi Departamento de Sociologia, Universidade de São Paulo
Vagner Gonçalves Departamento de Antropologia, Universidade de São Paulo

— V.S., se deseja saber quaes são os principaes feitiços, é preciso acostumar-se antes com os sanctos, dizia-me o africano. Acostumei-me. São innumeraveis. As velhas que lhes discutem o preço em conversa, até confundem as historias. Em pouco tempo estava relacionado com Exú, o diabo, a que se sacrifica no começo das funçanatas, Obaluacê, o sancto da variola, Ogun, o deus da guerra, Oxó-ocy, Eyulé, Oloro-quê, Obalu-fan, Orixá-agô, Exú-maré, Orixá-ogrynhá Ayra, Orominha, Ogodô, Oganjú, Barú, Orixalá, Baynha, Dadá, Percúã, Coricotó, Douú, Alabá, ary e as divindades beíquidas, esposas dos sanctos — Aquará, Oxum-gymoun, Ayá-có, a mãe da noite, Inhansam, Obi-am, esposa de Orixá-lá; Orainha, Ogango, Jená, mulher de Elôquê; Io-máo-já, a dona de Orixáocô; Oxum de Shango e até Obá, que, principe neste mundo, é no ether hetaira do formidavel sancto Ogodô.

Os fetiches contaram-me a historia de Orixá-alum, o maior dos sanctos que apparece raras vezes só para mostrar que não é de brincadeiras, e eu assisti ás cerimonias do culto, em que quasi sempre predomina a farça pueril e sinistra. Deante dos meus olhos de civilizado, passaram negros vestidos de Shango, com calça de côr, saiote encarnado enfeitado de buzios e lentejoulas, avental, babadouro e gorro; e esses negros dansavam com Oxum, varias negras fantasiadas, de ventarolas de metal na mão esquerda e espadinha de páo na direita. Concorri para o sacrificio de Obaluaié, o sancto da variola, um negro de bigode preto com a roupa de Polichinello e uma touca branca orlada de urtigas. O sancto agitava uma vassourinha, o seu *xaxará* (...).

Os africanos porém continuavam a guardar o mysterio da preparação (...).

João do Rio,
As religiões no Rio, 1906.

Vivesse hoje, João do Rio não precisaria mostrar tão forte impressão do contato com cultos de origem africana. E não só na Bahia ou no Rio de Janeiro. No início dos anos 60, o candomblé já começa a se constituir em São Paulo como culto organizado, com expressivo número de adeptos. Pesquisa realizada em cartórios pelo Centro de Estudos da Religião Duglas Teixeira Monteiro verificou que na década de 1950 um único terreiro de candomblé estava registrado. Embora o registro não seja obrigatório, sobressai o fato de que na década de 1960 o número já subira para 83, na década de 1970 para 856, e até 1982 já eram cerca de

Hoje, pelo menos em São Paulo, o candomblé — religião iniciática por excelência — não pode ser caracterizado como um culto de negros, pois cobre toda a região metropolitana da capital e se espalha por bairros das mais diversas composições socioeconômicas. Sua clientela vem de todas as classes sociais, mas seus adeptos — negros ou brancos — em geral são pobres. Toca-se candomblé desde a cem metros da praça da Sé até os mais distantes subúrbios e municípios da Grande São Paulo, sem contar a Baixada Santista, que parece ter sido um centro importante na consolidação do candomblé no estado, se não a sua porta de entrada.

primeira, originou-se o rito, ou nação, angola; da segunda, as nações queto, alaqueto, bosso-alaqueto, efã, nagô pernambucano e candomblé egungun; da terceira, as nações jeje da Bahia e mina do Maranhão-Pará. O rito ijexá, mesmo na Bahia, não sobreviveu como nação, mas seus traços estão incorporados a outras nações iorubanas. Há também variações angolanas do tipo congo. Num terreiro pode ser encontrado mais de um rito, além da umbanda e candomblé de caboclo, este em geral incorporado como rito paralelo.

Depois de um processo de transformação e sincretismo, o panteão dos povos de língua ioruba veio a predominar de tal sorte que, mesmo no culto umbandista, são os orixás nagôs ou iorubanos os deuses cultuados. Dos 'inquices', divindades bantos, pouco restou: foram assimilados aos orixás. Os 'voduns' dos povos do território de Daomé, hoje parte da república de Benin, mantiveram-se no Maranhão e em uma ou outra casa de Salvador ou do Recôncavo Baiano. Para fins rituais, os cultos nagôs conservaram uma língua, hoje quase intraduzível, de origem iorubana arcaica. Os jejes também têm língua ritual própria, e os antigos cultuadores dos inquices usam em seus ritos uma língua que mistura expressões de origem banto e o português.

Se os jejes do Maranhão mantêm um culto de voduns quase que específico, tanto os ritos nagôs (nas suas derivações queto, alaqueto, ijexá e outros) como os ritos angolanas (angola, congo) chamam suas divindades pelos mesmos nomes, com variações que dependem das linhagens das casas. O candomblé que se instala em São Paulo é tanto nagô como angola. Ainda que exista uma ou outra casa jeje em São Paulo, foi o candomblé originário das casas de queto e das casas de angola da Bahia e do Rio de Janeiro que veio a florescer mais expressivamente em terras paulistas. Não se trata, contudo, de dois ritos distintos: o entrecruzamento de divindades, línguas, ritos iniciáticos, várias formas de organização hierárquica e sincretismos com religiões indígenas e com o catolicismo fizeram do candomblé um mundo tão rico que dificilmente se sabe com precisão onde começam os limites de um rito e terminam os de outro. Mais recentemente, com a fundação da Casa das Minas de Thoya Jarina, do pai-de-santo Francelino de Shapanan, da nação jeje-mina maranhense, o culto aos voduns vem se popularizando em São Paulo, sobretudo na região do ABC, consolidando-se pouco a pouco um processo de identificação entre certos voduns e certos orixás — processo antigo no Maranhão e no Pará, mas novíssimo em São Paulo.

Uma casa se identifica em São Paulo como queto ou angola, mas nela podem coexistir os dois ritos. Um pai-de-santo pode



Estas são as tobossas, as princesas-meninas, entidades recebidas apenas pelos iniciados que completaram a obrigação de senioridade do sétimo ano. Esta cerimônia, do rito jeje-mina maranhense, foi realizada na Casa das Minas de Thoya Jarina, em São Paulo.

1.200 os centros registrados, cuja quantidade não parou de crescer. Apesar disso, até recentemente os estudos sobre as religiões afro-brasileiras em São Paulo, desde as obras já clássicas de Procópio Camargo e Roger Bastide, tiveram sempre a umbanda como objeto, e não o candomblé.

Uma análise dos textos referentes às religiões afro-brasileiras mostra que o candomblé, o xangô pernambucano e outras manifestações religiosas 'tradicionais' sempre foram interpretados como formas de manutenção do patrimônio étnico, fadadas a desaparecer, portanto, quando o próprio sentido da etnicidade se diluísse nos cortes de classe, cada vez mais fortes na sociedade brasileira. Dentro dessa visão, a etnia das populações negras explicaria a presença do candomblé na sociedade.

O culto dos deuses africanos no Brasil abrange diferentes ritos, a que se convencionou denominar 'nações'. As culturas negras que mais contribuíram para a consolidação das religiões africanas no Brasil vieram de diferentes regiões, cada uma com deuses, rituais e línguas próprias. As nações são, portanto, organizações originárias de diferentes etnias, troncos lingüísticos e regiões africanas, que se constituíram no Brasil através de agrupamentos de escravos de diversas origens, em processos de sincretismo às vezes originados já na África.

Hoje, em São Paulo, podem ser encontradas casas de três vertentes básicas. As matrizes culturais predominantes são banto, ioruba e fon (ver 'Mistura de raças, mistura de genes', em *Ciência Hoje* n.º 50). Da

seguir um rito mas ter sido iniciado em outro. Há casas em que filhos-de-santo são iniciados em ambos os ritos. Um pai-de-santo pode explicar que em sua casa se cultuam um Oxóssi queto e um Oxóssi angola: um será cultuado no rito nagô, o outro no rito angola, e cada um deles será reverenciado por nomes ligados à sua nação, usará cores diferentes, implicará preceitos específicos, embora ambos façam parte do mesmo orixá geral, Oxóssi.

Tanto no rito queto como no rito angola cultuam-se, em São Paulo, Exu, Ogum, Oxóssi, Oxum, Logun-Edé, Iansã ou Oiá, Obá, Euá, Ossaim, Oxumaré, Xangô, Iemanjá, Nanã, Obaluaê ou Omulu e Oxalá. O inquite Tempo é cultuado nas casas de angola e o orixá Iroco em algumas casas quetos, podendo aparecer sincretizados. Casas quetos de origem angola tendem a cultuar o inquite Tempo. E nas casas em que o pai-de-santo tem alguma ligação com casas jejes, são cultuados um ou outro vodum. Na nação mina maranhense, há correspondência, por exemplo, entre o vodum Badê e o orixá Xangô, o vodum Abê e Ie-

Ricamente vestido, dançando se apresenta o vodum Euá, do rito jeje-mina maranhense.



À esquerda, encontra-se o assentamento do orixá Odé (Oxóssi) e à direita, o assentamento de Ogum. Ambos foram preparados no terreiro nagô pernambucano de mãe Maria das Dores.

manjá, Bosso Jara e Logun-Edé, Lissá e Oxalá, Xapanã e Omulu, Navê e Oxum, Sobô e Iansã.

Entre as casas de queto há as que cultuam também caboclos e boiadeiros. Dependendo da origem da casa, estes terão maior ou menor importância no culto. Já nas casas de angola, o culto de caboclos e boiadeiros ocupa lugar de destaque. Ali, têm importância secundária entidades em

torno das quais está centrado o culto umbandista: pretos-velhos, marinheiros, pombas-giras, exus, padilhas, pilintras, ciganinhas e outras. Mas nas casas de candomblé o culto dos orixás é celebrado à parte do culto dos caboclos. Toca-se para um orixá em língua tribal nagô ou angola, mas toca-se para as outras entidades em língua ritual angola ou em português. É costume tocar inicialmente para orixá e, depois do xirê, 'virar' o toque para caboclo. Ou fazer festas separadas e independentes. Na nação mina cultuam-se os 'encantados', entidades semidivinas, organizadas em várias 'famílias', como a da Turquia, do Lençol, de Codó, da Bandeira, dos Nobres Gentis, da Bahia e da Gama. Uma festa de encantados mostra como o sentimento religioso e a alegria podem juntar-se num espetáculo de beleza, simplicidade e riqueza de expressão.

Embora exista já um panteão de orixás praticamente definido, encontraremos variações em certas casas. Por exemplo, casas originárias do xangô do Recife (também do rito nagô) não cultuam Logun-Edé (divindade ijexá), nem Oxóssi (queto), mas Odé, uma entidade iorubana também da caça. Das divindades, talvez a mais controversa seja Ibêji (os gêmeos), e a tal ponto que nem mesmo no xirê dos orixás chegue-se a ouvir qualquer saudação particular a ele dirigida. Paradoxalmente, Ibêji (sincretizado com os santos Cosme e Damião) é uma das divindades que recebe grande devoção por parte do povo-de-santo.

Orunmilá, orixá do oráculo de Ifá e divindade central dos povos iorubas, é pouco lembrado na esmagadora maioria das casas originárias da Bahia e do Rio de Janeiro, mas recebe culto importante nas poucas casas provenientes do xangô pernambucano, assim como naquelas que estão passando por processo de 'africanização' pela introdução de rituais ou cultos semelhantes aos que são hoje observados na África, sobretudo na Nigéria.



fotos Reginaldo Prandi



foto Marinha Heloisa Leuba Salum

Este é o assentamento de Oxalá jovem de acordo com os preceitos do rito queto. Normalmente, os oxalás permanecem escondidos, não usam qualquer material colorido, sendo prata o tom dominante. É muito difícil fotografá-los.

A PESQUISA E SEUS LOCAIS

De julho de 1986 a fevereiro de 1989, procuramos identificar e localizar, em São Paulo, casas e sacerdotes que teriam originado o candomblé paulista. Tateando, buscando informantes, tecendo uma rede com diferentes fios, conseguimos ver boa parte dessa religião, tal como se realiza na maior metrópole brasileira. Mais de 60 casas foram visitadas e seus sacerdotes entrevistados, gerando 1.629 páginas de transcrições. Presenciamos dezenas de ritos e festas. Conversamos com muitos clientes em salas de espera, enquanto aguardavam consultas com o pai ou a mãe-de-santo. Mantivemos conversas intermináveis com iaôs, ebômis e ogãs. Mais de duas mil fotografias foram tiradas.

A pesquisa tenta cobrir a região da Grande São Paulo. E, "como candomblé não tem horário nem endereço", o trabalho de campo teve que ser aberto, seguindo outra tradição: a informação passada de boca em boca. Depois de certo tempo, com inúmeras listas nas mãos, fomos selecionando as visitas, de modo a seguir um critério de representatividade de acordo com a geografia da metrópole, a linhagem religiosa e o rito ou 'nação' dessas casas.

Entrevistamos 'gente-de-santo' saída das matrizes baianas, pernambucanas, fluminenses, sergipanas e gaúchas, registradas na literatura científica publicada entre 1935 e 1986. Também fomos bater à porta daqueles que não podem apresen-

tar linhagem conhecida, ou seja, casas que tomam os candomblés 'antigos' como modelos, mas que se fazem por si mesmas. Viajamos às cidades baianas de Salvador, Cachoeira, São Félix e Muritiba, às pernambucanas Recife e Olinda, à Baixada Fluminense e a Natal (RN), e em todos esses lugares encontramos candomblés que foram e têm sido fonte dos candomblés de São Paulo.

A pesquisa envolveu bolsistas e estagiários do curso de ciências sociais da USP, sob supervisão de campo de Wagner Gonçalves e Rita de Cássia Amaral. Pelo ineditismo da informação que traz, apresentamos abaixo a lista dos terreiros de candomblé estudados na região metropolitana de São Paulo.

TERREIROS DE CANDOMBLÉ ESTUDADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO

Pai Abdias de Oxóssi (Abdias Castelo da Silva)
Casa de Candomblé Oxóssi Caçador Manzo Mutalambó do Inkinaçaba (queto e angola)
Cidade Ademar
04366 — São Paulo — SP telefone: 562-0697

Mãe Ada de Obaluaïê (Adamaris Sá de Oliveira)
Ilê Axé Oluô Okorin Fon (efã)
Rua Campelo, 30
Vila Mazzei
02313 — São Paulo — SP telefone: 203-9930

Pai Adilson de Ogum (Adilson Pietro Colla)
Ilê Axé Oguntolá Bii-Ifá (queto-angola)
Estrada da Caputera, 240
06800 — Embu — SP telefone: 495-5934

Mãe Alioã de Xangô (Jeny Batista de Oliveira)
Ilê de Xangô Vodunsi da Roméia (queto-angola)
Rua André Xavier, 36
Educandário
05567 — São Paulo — SP telefone: 268-9661

Pai Ajaoci de Nanã (Joselito de Souza Costa)
Casa do Boiadeiro Rei da Hungria (queto)
Rua Emilio Cavaliere, 194
Jardim Adalgisa/Rio Pequeno
05686 — São Paulo — SP

Pai Armando de Ogum (Antonio Armando Vallado Neto)
Ilê Axé Omô Ogunjá (queto)
Rua Napoleão de Barros, 862
Vila Mariana
04024 — São Paulo — SP telefone: 575-4239

Pai Aulo de Oxóssi (Aulo Barretti)
Ilê Axé Odé Kitalacy (queto)
Rua Padre Mariano Ronchi — Freguesia do Ó
02932 — São Paulo — SP

Pai Carlos de Oxum (Carlos Silveira)
Ilê Axé Iya Nlá Oxun Apará (queto)
Rua Salvador Rosa, 338 — Casa 1
Jardim da Saúde
04159 — São Paulo — SP telefone: 578-4165

Mãe Cidinha de Iansã (Aparecida dos Santos)
Ilê Axé Afro-Brasileiro Oiã-Izô e Olodemin (queto)
Avenida Salgado Filho, 1.111
07000 — Guarulhos — SP telefone: 208-9641

Mãe Conceição da Oxum (Maria Conceição da Silva)
Centro Espirita de Umbanda e Candomblé Caboclo Sete Flexas (angola e umbanda)
Rua Matilde Moreno, 69 — Jardim Ipanema/Jaraguá
05187 — São Paulo — SP

Mãe Deusinha de Ogum (Deusdetes Pereira das Dores)
Cabana de Candomblé Ogum de Nagô (efã)
Rua Fritz Johansen, 142
Ermelino Matarazzo
03805 — São Paulo — SP telefone: 206-3610

Pai Doda de Ossaim (Joaquim Claudionor Braga)
Ilê Axé Ossaim Darê (queto)
Rua Major Emiliano da Fonseca, 444
Vila Barreto/Pirituba
02936 — São Paulo — SP telefone: 875-1670

Jibonã Ede de Oxumaré (Edy Ribeiro de Jesus)
Axé Ketu Bessen (queto)
Rua Conde de Sarzedas, 238
Liberdade
01512 — São Paulo — SP telefone: 270-7389

Pai Francelino de Shapanan (Francelino Vasconcelos Ferreira)
Casa das Minas de Thyoa Jarina (mina maranhense e encantaria)
Rua Ferrúcio Castanha, 190
Jardim Rubilene
04817 — São Paulo — SP telefone recados: 520-2733

Pai Francisco de Oxum (Francisco Lima)
Ilê Axé Iyá Oxum (queto)
Rua Almirante Marques Leão, 284
Bela Vista
013301 — São Paulo — SP telefone: 289-8431

Pai Gabriel da Oxum (Gabriel de Almeida Castro)
Ilê Axé Iromin Ipondá (queto)
Rua Conceição dos Ouros, 23A
Ermelino Matarazzo
03803 — São Paulo — SP telefone: 943-8909

Ogã Gilberto de Exu (Gilberto Ferreira)
Ilê Iyá Mi Oxum Muiyiwá (efá-queto)
Rua Carlos Belmiro Corrêa, 1.240
Parque Peruche
02532 — São Paulo — SP

Mãe Gilse de Iansã (Gilse Dias)
Casa de Candomblé Oxóssi e Iansã (angola e umbanda)
Tenda de Umbanda Pai Joaquim de Angola
Rua Zumbi, 67 — Cangaíba
03714 — São Paulo — SP

Pai Gitadê (Sebastião Paulo)
Irmadade por Obra e Graça
de Tata Londirã (Joãozinho da Gomêia) (angola)
Estrada Vargem Grande, km 5,
de Franco da Rocha a Mairiporã
07600 — Mairiporã — SP telefone: 952-0360

Pai Godô de Xangô (Godofredo Copric Dalro)
Ilê Omô Obá Nagô (queto)
Rua Gravatã, 218
Vila Olinda
07780 — Franco da Rocha — SP

Pai Guiamázi (Cláudio Machado de Oliveira)
Redandá (Reino de Dandalunda) (angola)
Estrada Henrique Shunger, 79 (antiga Estrada do Gramado)
Bairro do Cipó
06900 — Embu-Guaçu — SP telefone: 496-3151

Mãe Iassessu (Clarisse do Amaral Neves)
Candomblé Alaketu Ilê Axé Palepá Mariô Sesu (queto)
Rua das Baúnas, 5
Pedreira/Santo Amaro
04816 — São Paulo — SP telefone: 562-7754

Pai Idérito de Oxalufá (Idérito do Nascimento Corral)
Ilê Orinxalá Funfun (queto)
Rua Jutai, 251
07240 — Guarulhos — SP

Pai João Carlos de Ogum (João Carlos Perachini)
Egbé Ti Oimbô Omô Orixá Ogunjá (efá)
Rua José Ferreira Crespo, 203
São Miguel Paulista
08020 — São Paulo — SP telefone: 297-5139

Ogã João de Ogum (João Pinheiro)
Axé Afro-Brasileiro Ibi Alá (efá-angola)
Rua Indaturama, 150
Vila Facchini/Jabaquara
04326 — São Paulo — SP

Pai José Bento de Ogum (José Bento da Silva)
Candomblé de Ogum (queto)
Rua Gongogi, 1
Vila Silvia
03821 — São Paulo — SP

Pai José Mauro de Oxóssi (José Mauro Ventura Cabral)
Ilê Afro Monte Serrat (efá)
Avenida do Café, 176
Jabaquara
04311 — São Paulo — SP telefone: 577-9632

Pai José Mendes (José Mendes Ferreira)
Ilê Ifá Gbemin (queto-bombogxê)
Rua José de Sá Accioly, 159
Freguesia do Ó
02807 — São Paulo — SP telefone: 875-3214

Mãe Juju de Oxum (Jusergínia Batista dos Santos)
Ilê Morketu Axe Oxum (queto)
Rua Raio do Sol, 245
Jardim Iva
Sapopemba
03921 — São Paulo — SP telefone: 910-9369

Pai Kajaidê (Airton Olivio Martins Teixeira)
Ilê Achê Iá Min (queto)
Rua Teresa Alegre, 134
Freguesia do Ó
02925 — São Paulo — SP

Pai Laércio da Oxum (Laércio Zaniqueli)
Casa de Candomblé Dialogi (queto-angola)
Avenida São Paulo, 303
06750 — Taboão da Serra — SP telefone: 491-2520

Pai Leo de Logun-Edê (Leopoldino Alves de Campos)
Ilê Afro-Brasileiro Odê Lorecy (queto)
Rua Monte Alegre, 126
06800 — Embu — SP telefone: 544-3141

Mãe Manodê (Julita Lima da Silva)
Terreiro de Candomblé Santa Bárbara (angola)
Rua Ruiva, 17
Vila Brasilândia
02844 — São Paulo — SP

Pai Marco Antonio de Ossaim (Marco Antonio da Silveira)
Ilê Axé Ewê Fun Mi (queto)
Rua Doutor João de Aquino, 136
Jardim Tremembé
02320 — São Paulo — SP telefone: 204-1898

Pai Marcos de Obaluaê (Luís Marcos Pereira)
Ilê de Obaluaê (queto)
Avenida Mendes da Rocha, 1.049 — Casa 47
Jardim Brasil
02227 — São Paulo — SP

Mãe Maria das Dores (Maria das Dores da Silva)
Terreiro Akefá Alá Ifá (xangô pernambucano)
Rua Caminho Existente, 517
Jardim Santana
06700 — Cotia — SP

Mãe Maria de Ogum (Maria Perpétua)
Casa de Candomblé Ogum Sete Ondas (angola e umbanda)
Rua Arraial da Barra, 11
Vila Buenos Aires
Ermelino Matarazzo
03737 — São Paulo — SP telefone: 206-7997

Mãe Marília de Oxum (Marília Aparecida de Souza)
Roça Oin Akalá Ifê (xangô pernambucano)
Rua Frei Ignácio da Conceição, 680
Vila Butantã
05362 — São Paulo — SP

Pai Matamba-Lessi (José Alves)
Terreiro Oiá Matamba (angola)
Rua Goiás, 366
Jardim Esperança
07700 — Caieiras — SP

Mãe Meruca (Ermelina Rodrigues Soares)
Terreiro de Iansã e Ogum (queto)
Rua Antonio Marianini, 477
Jardim Ademar
05530 — São Paulo — SP telefone: 211-9143

Pai Ojalarê (João Batista Ferreira)
Templo de Umbanda Senhor de Abaluaê Ilê Axé Lufá
(queto-angola)
Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, 4.040
Pirituba
05145 — São Paulo — SP telefone: 832-5183

Pai Pêrsio de Xangô (Pêrsio Geraldo da Silva)
Ilê Alaketu Xangô Airá (queto)
Rua Antonio Batistini, 260
Bairro Batistini
09700 — São Bernardo do Campo — SP telefone: 419-3057

Pai Quilombo (Manoel Fermino da Cruz)
Ilê Axé Ti Jagun Egband Awan Yá Opelê Timokiô (queto)
Rua Virginia Placidina Conceição, 377
06750 — Taboão da Serra — SP

Mãe Regina de Oxum (Regina Damasceno Jacintha)
Ilê Axé Isô Wô Pô Ni Agbará (queto-angola)
Rua Licínio Pazin, 34
Parque Edu Chaves
02230 — São Paulo — SP telefone: 201-9013

Pai Reinaldo de Oxalá (Reinaldo Foltran)
Ilê Oxum Daré (queto)
Rua Eduardo Luís Trindade, 702
Casa Verde Alta
02566 — São Paulo — SP telefone: 857-9185

Pai Roberto de Oxóssi (Roberto Uzai)
Ilê Araxé Oxóssi Axé Dãjiorê (queto)
Rua Domingos Cuba, 55
Bairro Buenos Aires/Penha
03735 — São Paulo — SP

Pai Roberto de Xangô (José Roberto Paes)
Ilê de Xangô Airá (em São Roque) (angola)
Atendimento:
Rua Jumana, 338 — Apto. 72
Moóca
03121 — São Paulo — SP telefone: 92-1676

Pai Rubem de Oxalufá (Rubem Vieira dos Santos)
Centro de Candomblé Ilê de Oxalufá (queto e umbanda)
Rua Galvão Bueno, 701 — Casa 4
Liberdade
01506 — São Paulo — SP

Mãe Ruth de Obaluaê (Ruth Cyrino)
Ilê Axé de Obaluaê e Oxum (queto)
Estrada Cipó-Guaçu, 2.790
06900 — Embu-Guaçu — SP telefone: 210-0046

Pai Sambuquenã (Manuel de Omulu)
Rua Cristiana, 9A, n.º 500
Terreiro de Omulu (queto)
Jardim Tomas/Capela do Socorro
05834 — São Paulo — SP

Mãe Sandra de Xangô (Sandra Fernandes Costa Medeiros)
Ilê Leuiwyato (queto)
Rua Maria Florência, 88
08900 — Guararema — SP telefone: 475-1582

Pai Sidnei de Ogum (Sidnei Wirges)
Ilê Omô Ogun Oyá Bibi Axé Apará (queto-angola)
Rua Gruta Azul, 217
Bonsucesso
07000 — Guarulhos — SP

Mãe Silvia de Oxalufá (Silvia de Souza Egidio)
Achê Ilê Obá (Fundação Caio Egidio Aranha) (queto)
Rua Azor Silva, 77
Vila Facchini/Jabaquara
04326 — São Paulo — SP telefone: 578-7293

Pai Tönhão de Ogum (Antonio José da Silva)
Achê Ilê Alaketu Ogum (queto)
Avenida Ampere, 77
Jardim Estádio
09170 — Santo André — SP telefone: 413-2046

Pai Walter de Logun-Edê (Walter Alegrio)
Ope Seji Nifon (jeje-sadá)
Rua Pascoal Vita, 790
Vila Beatriz/Alto da Lapa
05445 — São Paulo — SP telefone: 211-1687

Pai Walter de Ogum (Walter Veras Coutinho)
Ilê Egbé Adê Olujuwá (queto)
Alameda Nothmmam, 1.162
Santa Cecília
01216 — São Paulo — SP telefone: 484-7081

Pai Wilson de Iemanjá (Wilson da Silva)
Candomblé de Angola Yêyê Omoejá (angola)
Rua Maria Teresa de Andrade, 800
Parelheiros/Santo Amaro
04800 — São Paulo — SP telefones: 520-8476, 543-3127

Mãe Zefinha da Oxum (Josefa Lira Gama)
Cabana Oxum Mitaladê e Ogum BeiraMar (queto e xangô pernambucano)
Avenida Agostinho Rubin, 61
Jardim Campo de Fora/Santo Amaro
05848 — São Paulo — SP

Mãe Zeluska de Oxum (Zeluska Almeida Vizzone)
Ilê de Oxum Apará (angola e umbanda)
Rua Vitor Dubulgas, 61
Jardim da Glória
04114 — São Paulo — SP telefone: 549-4002

Mãe Zonélia de Iansã (Zonélia Ramos de Freitas)
Abaçá de Iansã (angola e umbanda)
Rua Elias Mussa Fajuri, 84
Rio Pequeno
05363 — São Paulo — SP telefone: 869-3825

O candomblé de São Paulo vem principalmente do Nordeste e do Rio de Janeiro e se instala num momento em que a umbanda já é religião plenamente constituída (ver 'Umbanda e candomblé'). Nossa pesquisa de campo vem mostrando que a maioria dos adeptos do candomblé passou por filiação mais ou menos prolongada à umbanda, muitos deles eram kardecistas e poucos pentecostais. E sempre estava presente a origem católica.

Hipótese não descartada é que a migração dos anos 50-60 tenha sido responsável pela difusão do candomblé em São Paulo. O que se pôde constatar é que ele se instalou de duas maneiras: 1) adeptos da umbanda, às vezes pais e mães-de-santo há muitos anos, procuraram em momentos de crise religiosa se socorrer de pais-de-santo do candomblé na Bahia e no Rio de Janeiro, sendo por eles iniciados tanto em São Paulo como naqueles estados; 2) migrantes iniciados em suas cidades de origem buscaram melhores condições de vida em São Paulo, onde começaram a 'trabalhar no santo', formando casas e iniciando 'filhos'. Com o sucesso dessa iniciação de umbandistas de São Paulo no candomblé, alguns pais e mães-de-santo do Rio e da Bahia passaram a visitar São Paulo com frequência e, em alguns casos, chegaram a instalar nesse estado suas filiais, que se consolidaram. Para se ter uma idéia da força do movimento de instalação do candomblé do Nordeste em São Paulo, excelente exemplo é o caso da transferência completa, em 1980, do terreiro nagô de mãe Maria das Dores, do

Recife para Cotia (SP). Mãe das Dores é citada na literatura desde 1945, quando Gilberto Freyre organizou os *Anais do 1.º Congresso Afro-Brasileiro*.

O processo de transferência de adeptos da umbanda ao candomblé ainda continua e foi por nós documentado, às vezes revelando situações dramáticas. Há casos em que, ao se converter, a mãe-de-santo é seguida por todos os seus 'filhos', especialmente os mais jovens, mudando inteiramente as práticas do terreiro, para desgosto dos mais velhos, que não consideram corretas as alterações impostas pela iniciação no candomblé. Em outros casos, a mãe-de-santo preserva sua identidade de umbandista, mas cuida para que seus filhos prediletos, geralmente filhos carnais, sejam iniciados por pais-de-santo do candomblé, de modo que a casa assuma gradualmente o novo culto. A mãe-de-santo também pode passar pela iniciação no candomblé mas continuar se comportando em sua casa como mãe-de-santo de umbanda.

Difícilmente esse processo de conversão deixará para trás as marcas da religião an-

terior: o que ocorre é um processo de sincretismos e substituições. Um pai-de-santo de candomblé, orgulhoso de sua filiação a uma casa de longa tradição queto, poderá dizer: 'Eu nunca vou poder abandonar o meu Exu Tranca Rua, pois foi ele quem me deu tudo.' Ou então: 'Minha preta-velha eu não posso mandar embora, então eu dou uma festa anual para ela.' Outra mãe-de-santo dirá: 'Meus filhos só vão cultuar orixá, mas enquanto eu for viva esta casa é do caboclo.'

No candomblé, um iniciado tem o direito de 'abrir casa', tornar-se ialorixá ou babilorixá, após a obrigação de sete anos de 'feitura', quando passa do *status* de iaô para o de ebômi. Teoricamente, uma mãe-de-santo com 20 anos de umbanda, se raspada no candomblé, terá que se submeter a várias etapas até o sétimo e último ano, antes de ser reconhecida como mãe-de-santo do candomblé. Muitas vezes, toda uma contabilidade é feita para contornar essa interdição, não sendo raras as acusações a esse ou àquele pai-de-santo de ter indevidamente 'contado anos' de umbanda.

Abaixo, mãe Maria das Dores leva para o mar o presente de sua Iemanjá. Ao lado, a figura do Orinjalá jovem (orixá Oxaguiã). As duas cerimônias pertencem ao rito nagô pernambucano e foram realizadas no município de Cotia, São Paulo.





Oferendas a Exu, feitas no terreiro de Armando de Ogum, de acordo com o rito queto.

UMBANDA E CANDOMBLÉ

É difícil traçar uma linha divisória entre umbanda e candomblé. Entretanto, algumas noções gerais podem esclarecer as diferenças entre os dois cultos. No candomblé, os deuses vêm à Terra para dançar e ser cultuados; só aparecem em posseção depois de longo período de iniciação. Eles auxiliam os homens na solução de seus problemas, mas a comunicação se faz sobretudo sob a forma do oráculo (jogo de búzios), onde o intermediário é o pai ou mãe-de-santo. Ocasionalmente um orixá manifestado no transe poderá dar ordens, conselhos, expressar suas vontades e desagradados, aflições e desafetos, mas o fará por iniciativa própria. Um orixá não dá consulta: pode conversar reservadamente, ou mais raro em público, com devotos de sua predileção. Mas nem mesmo nessas ocasiões substituirá o pai ou a mãe-de-santo na decifração dos problemas do devoto e na prescrição das oferendas propiciatórias para a solução dos problemas.

É justamente o jogo de búzios que atrai para o candomblé uma clientela de classe média numa sociedade que não dispõe de um código explicativo totalizante, capaz de dar conta de todos os problemas da vida cotidiana. E são as espórtulas pagas pelo jogo que permitem a manutenção de uma religião muito cara, cujos adeptos são muito pobres.

O orixá se comporta de acordo com a etapa iniciática de seu sacerdote e só depois de certo tempo de 'feito' (com o assentamento fixado na cabeça de seu sacerdote, e ao mesmo tempo fixado no seu

altar particular) poderá expressar vontades. Ele aprende a falar durante as etapas de iniciação de seu 'filho', 'cavalo', 'sacerdote' e, enquanto jovem, nem sequer tem o direito de escolher para si os membros auxiliares de seu culto (ogãs e equedes).

Na umbanda, as entidades vêm à Terra para 'trabalhar': dar consultas, passes, oferecer conselhos. Não há função oracular: fala-se diretamente com a divindade incorporada. Elas também dançam e são homenageadas pelos fiéis nos toques, mas espera-se sempre pelo momento do trabalho. A figura da mãe ou pai-de-santo é secundária, pois sua intermediação é dispensável nessa relação divindade-fiel (ou cliente). Ao contrário do candomblé, a divindade não é 'feita', não é fixada, bastando que o sacerdote passe por um período de desenvolvimento espiritual nos moldes preconizados pelo kardedismo. Na umbanda, os orixás, que são chefes de falanges, são igualmente cultuados, mas são os seus guias (caboclos, pretos-velhos, marinheiros, crianças) os responsáveis pelo desenrolar mais importante da prática ritual (a consulta, o aconselhamento e a cura dos males).

Outra característica que deve ser apontada diz respeito a Exu. No candomblé mais ortodoxo, ele tem o *status* de orixá, ainda que particular, dado seu papel de mensageiro e sua natureza de *trickster* (espertalhão, traquinas, matreiro, amoral). Nas casas angolanas e na umbanda, ele é incorporado e dá consultas, como qualquer outra entidade. Finalmente, mas não me-

nos importante, no candomblé a iniciação exige sacrifício de sangue. Na umbanda não, ou pelo menos não necessariamente. Esta característica é um divisor de águas: muitos dos antigos sacerdotes do candomblé de São Paulo apontam a questão do sacrifício como elemento que os teria levado a tocar umbanda em uma época (1950-1970) em que a matança ritual de animais não encontrava aceitação social mínima, além de ser perseguida pela polícia.

É possível que a umbanda tenha se formado no Rio de Janeiro, lá pelos anos 20, como dissidência do kardedismo, incorporando traços do candomblé da época. Mas, na verdade, não há até hoje prova etnográfica sobre uma questão complicada: seria o candomblé angola a raiz da umbanda, ou seria a umbanda apenas uma modalidade do candomblé angola, assimilado ao candomblé de caboclo? Nos escritos de João do Rio, datados de 1906, já se encontra tamanho trânsito entre candomblé baiano e a chamada macumba carioca que possivelmente nunca saberemos de fato onde e como essas religiões se separaram como expressões independentes.

Profundamente enraizada na cultura brasileira, apenas na região metropolitana de São Paulo a umbanda conta hoje com cerca de 45 mil terreiros e o candomblé com outros três mil (quase todos com passado umbandista). Tudo se passa como se a história se refizesse, para retomar — quem sabe? — alguma coisa perdida no caminho.

Entre os mais antigos pais e mães-de-santo de São Paulo, vamos encontrar tanto aqueles que residiam no estado mas foram 'feitos' fora dele, na Bahia ou no Rio de Janeiro, como outros que já chegaram iniciados de seus locais de origem. Nos anos 60, Joãozinho da Goméia, pai-de-santo baiano já falecido, radicado no Rio de Janeiro, visitava regularmente São Paulo, onde constituiu significativa 'família'. A mãe Isabel de Omolu, com casa de umbanda em Casa Verde, bairro paulista, foi 'feita' por Joãozinho em 1962. Sua filha carnal Wanda também 'fez o santo' com ele. Casada com o ogã Gilberto de Exu (iniciado no Rio, na nação efã, de origem baiana), ambos fazem parte hoje do movimento de 'africanização'. Com a morte de Joãozinho, Wanda foi 'reiniciada' por Waldomiro de Xangô, feito no efã em Salvador, e por Tia Rosinha do Portão de Muritiba (antigo terreiro queto do Recôncavo Baiano). Em 1979, Waldomiro passou para o axé do Gantois. Nessas seqüências, toda a família descendente de Waldomiro passou a ser tributária também do Gantois de Mãe Menininha. Da antiga linhagem paulista de Joãozinho da Goméia, faz parte o Tata Gita-dê, com casa em São Paulo há 20 anos. Em 1987, ele estabeleceu em Mairiporã os fundamentos do axé da Goméia, proclamando-se seu sucessor.

Bom exemplo do entrecruzamento de nações ou ritos no interior de uma mesma 'família' é o caso de mãe Meruca de Iansã, baiana radicada em São Paulo há dez anos. Ela é filha carnal de Neive Branca, pai-de-santo dos mais respeitados do candomblé de caboclo da Bahia. Sua mãe-de-santo foi Cota Bela de Iansã, de nação angola, irmã carnal de seu pai. Bela, por sua vez, é filha-de-santo de Efigênia de Oxalá, que também é mãe-de-santo de Neive Branca. No entanto, Meruca teve seu santo 'feito' no rito queto, pois assim era a qualidade de sua Iansã. Mas ela também se diz ijexá, por herança sanguínea paterna, e congo, por parte de uma bisavó.

Outro exemplo é Ajaoci de Nanã, 'feito no santo' em Feira de Santana (BA). Ele chegou a São Paulo em 1962, à procura de emprego. Encontrando ali um parente-de-santo, começou a 'bater angola' e iniciou uma expressiva descendência na região noroeste da capital. Muitos dos seus filhos vieram da umbanda, como Alioã de Xangô, primeira mãe-de-santo de Armando Vallado de Ogum. Mais tarde, Armando constituiu-se como representante de uma segunda geração de pais-de-santo 'africanizados', tendo sido adotado por mãe Sandra Medeiros de Xangô, iniciada no angola e hoje sacerdotisa queto. Seu pai-de-santo foi um sacerdote da Nigéria.

Note-se que, na constituição dessas famílias-de-santo, os iniciados seguem tra-



Assentamento de Ogum, segundo os preceitos do rito angola.

AFRICANIZAÇÃO ACADÊMICA

Em seu contato com a África, o candomblé procura recuperar práticas rituais esquecidas, refazer mitos que são a base de sua visão de mundo, reaprender o significado dos elementos materiais do culto e, antes de mais nada, aprender rudimentos da língua ritual. Vários estudiosos já mostraram que as línguas rituais do candomblé brasileiro são reproduções, deturpadas pelo tempo, de dialetos arcaicos africanos. Não se fala nenhuma língua africana no candomblé: conhece-se o significado de muitas palavras, mas a comunicação não é possível por meio das chamadas línguas rituais. Da mesma forma que o culto, como um todo, ela é um agregado quase indecifrável de fragmentos. A primeira etapa da africanização é, pois, aprender a língua para, a partir daí, refazer as cantigas, dando significado às palavras rituais.

Uma das primeiras iniciativas privadas em São Paulo a abrir caminho para a africanização do candomblé foi a Associação Casa de Cultura Afro-Brasileira (Acacab), fundada para promover aspectos da cultura negra e de sua identidade. Ainda que não centrada necessariamente nos aspectos religiosos — e mesmo admitindo também uma clientela não negra — nela desenvolveram-se cursos de língua ioruba e de mitologia dos orixás, ao

lado de cursos menos (ou nada) relacionados à religião. O pai-de-santo Aulo Barretti, antigo aluno de ioruba na Acacab e depois professor de mitologia dos orixás durante seis anos, partiu para outro empreendimento digno de nota: com sacerdotessas, ogãs e ebômis, alguns de sua própria casa-de-santo, fundou a Fundação de Apoio ao Culto e à Tradição Yorubana no Brasil (Funaculty). Ali passaram a ser ministradas aulas de dança afro, percussão dos ritmos de candomblé, língua iorubana e mitologia. Uma biblioteca especializada em história, religião e cultura dos povos iorubanos serve aos alunos.

No curso de mitologia africana, ensina-se o significado de alguns cultos e ritos, como Bori (ritual à cabeça), Ipori (ritual de nascimento), tal como praticados hoje na África. Algumas divindades pouco cultuadas entre nós, como Euá, Iroco e Ossaim, são revistas conforme o culto africano. As qualidades (avatares, invocações) dos orixás são descritas em suas cores, adornos e modo de assentamento, sempre segundo os moldes africanos. Em geral, o curso básico dura um ano. Uma vez concluído, os alunos mais interessados formam pequenos grupos, dando continuidade aos estudos, geralmente com finalidade religiosa.

Em 1977, a Universidade de São Paulo (USP), através da Coordenadoria de Assuntos Culturais, passou a promover com o Centro de Estudos Africanos um curso anual de língua e cultura ioruba, ministrado no Departamento de Ciências Sociais mas aberto a qualquer interessado. Nesses dez anos, 600 alunos passaram por ali, tendo como professores alguns bolsistas nigerianos da USP. Em sua maioria, os alunos são pais e mães-de-santo, ebômis, ogãs, iaôs e, em menor proporção, pessoas não ligadas ao culto dos orixás.

Mas certos bolsistas nigerianos logo perceberam que seus alunos estavam mais interessados no conhecimento dos mitos e ritos das divindades iorubanas do que no aprendizado da língua, passando este para segundo plano. Os próprios professores, porém, já vinham de uma geração convertida ao cristianismo ou ao islamismo na Nigéria e tiveram que aprender as 'coisas de orixá', aqui. Para isso, contaram com a preciosa ajuda de suas línguas maternas: ioruba e inglês. Toda uma atividade paralela se formou, a partir daí, em torno do curso da USP. Já na segunda aula o professor anunciava a presença de um "profundo conhecedor dos orixás". A clientela, ávida por novos conhecimentos, contratava com o 'especialista' lições em cursos paralelos, que passaram a ser ministrados na casa de um dos alunos. Aos professores cabia encontrar bibliografia, que guardavam a sete chaves, e aprender coisas do candomblé brasileiro, circulando por muitos terreiros, já vestidos de 'autoridades' do culto.

Assim, enquanto parte dos alunos levava adiante o aprendizado da língua, um grupo maior buscava o curso para ingressar nesse circuito, onde se obtinham novas informações, pagas à parte. O pessoal ligado aos professores também usava o curso para comercializar produtos destinados ao culto e trazidos da Nigéria. Os 'professores-sacerdotes' de sacerdotes tinham pouco, mas isso não impediu que, por seu intermédio, muitos alunos tivessem acesso a informações que ampliaram seu repertório mítico e ritual. Simplesmente porque as fontes usadas pelos professores — como pudemos comprovar — eram fidedignas, material etnográfico de origem acadêmica ou publicações provenientes de associações religiosas africanas. E assim, por ironia, a universidade, centro do conhecimento moderno, profano e agnóstico, passou a representar em São Paulo, como já acontecera na Bahia, uma referência importante para o povo-de-santo, interessado precisamente em questões de ordem religiosa.

jetórias bem diferentes. Sem dúvida cada geração atribui ênfase diferente aos distintos níveis da doutrina e do rito. Em alguns casos, o processo de africanização (que inclui viagens à África, em busca de 'conhecimentos' iniciáticos, sobretudo nos últimos anos) pode significar uma ruptura com a família original; em outros, um elemento a mais a ser incorporado ao culto. Talvez o terreiro mais africanizado de São Paulo seja o do paulista Idérito do Nascimento Corral, de Oxalufã, iniciado no Gantois de Menininha e há duas décadas estabelecido em Guarulhos. No barracão de sua roça pode-se ler num quadro a seguinte inscrição: "Todas as modificações que foram e continuarão a ser introduzidas nesta casa servirão para conduzi-la até suas origens, a África, dentro do possível." Este é o único terreiro paulista citado por Pierre Verger, etnólogo francês radicado em Salvador, entre uma dúzia de casas portadoras das velhas origens iorubanas.

No quadro geral da formação do candomblé de São Paulo, alguns nomes pioneiros não podem ser omitidos: Alvinho d'Omulu, Camarão de Oxóssi, Vavá Negrinha, Pérsio de Airá, Waldomiro de Xangô, Joãozinho da Goméia, seu Bobó e mãe Manodê da Silva. Fato interessante: todos chegaram no estado no começo dos anos 60. Nenhum deles é paulista.

**Este é o orixá Ogunjá, de acordo com o rito que-
to. Terreiro de pai Armando de Ogum.**

No movimento constante de retomada das 'raízes', são os ritos de origem ioruba que prevalecem em prestígio, observando-se em São Paulo uma disputa em que o rito angola perde terreno abertamente para o queeto. Nos últimos dez anos, mães e pais-de-santo de São Paulo adotaram novo destino para suas romarias: não mais a Bahia, mas a África, especialmente a Nigéria e a República Popular do Benin. Vão, sobretudo, em busca do prestígio que tal empreendimento parece proporcionar. Hoje em dia, o vôo semanal da Varig entre São Paulo e Lagos é parte importante das aspirações desses iniciados, alguns dos quais já ostentando meia dúzia de viagens em seus currículos e vários postos sacerdotais em paupérrimos e decadentes templos africanos. Esta 'volta à África' está associada a iniciativas institucionais de aprendizado da língua e de culturas relacionadas ao culto dos orixás, iniciativas que representam um movimento importante no candomblé contemporâneo: a ruptura com a tradição de transmissão oral dos conhecimentos do culto, e o cultivo intelectual propiciado pela recuperação de material etnográfico, tanto no Brasil como na África (ver 'Africanização acadêmica').

O processo de africanização, tal como se observa em São Paulo, é um movimento de 'dessincretização', que tenta afastar influências católicas e ameríndias do culto dos orixás. No Brasil, o modelo de can-



fotos Reginaldo Prandi



Quarto-de-santo com assentamentos e oferendas em dia de sacrifício.

GLOSSÁRIO

Assentamento. É o altar particular do orixá da pessoa ou mesmo do orixá do grupo. Ele contém os otás, ou pedras, ou os ferros que representam o orixá (ou vodum), os quais são consagrados juntamente com a cabeça do iniciado na cerimônia da feitura. O assentamento contém também as insígnias principais do orixá, muitos dos seus símbolos, moedas, búzios etc. Contém ainda utensílios usados para o oferecimento de alimentos, como por exemplo pratos. Todo o assentamento forma uma única peça que é contida dentro de uma bacia de ágata ou de louça branca (para os orixás femininos e Oxalá) ou por um recipiente de madeira, gamela (quando se trata do orixá Xangô), ou ainda recipientes de barro, os alguidares (para os demais orixás), com variações de casa para casa e de nação para nação.

Axé. Energia sagrada; força vital do orixá; força sagrada que emana da natureza; força que está em elementos da natureza que são sacrificados, como animais, plantas, sementes. Também significa origem ou raiz familiar; ascendência mítica; conhecimento iniciático; legitimidade; carisma; poder sacerdotal.

Babalorixá. O mesmo que pai-de-santo. É o chefe do terreiro, o sacerdote supremo da casa.

Bori. Cerimônia em que se cultua a cabeça (ori) do iniciado; significa dar comida à cabeça.

Ebômi. Status de senioridade nos candomblés; pessoa que já passou pelo rito de obrigação dos sete anos, podendo abrir seu próprio terreiro.

Euede. Sacerdotisa não rodante (não entra em transe) dos candomblés, cuja função é cuidar dos orixás em transe e de seus objetos de culto. É suspensa (escollida) em público pelo orixá e passa pela cerimônia de confirmação.

Feito. Pessoa iniciada no candomblé. Ver 'feitura'.

Feitura. Iniciação ritual. Implica hoje recolhimento, raspagem e pintura da cabeça e apresentação do iniciado em festa pública, chamada saída de iaô.

Ialorixá. Mãe-de-santo. Chefe do terreiro. Sacerdotisa suprema da casa.

Iaô. O mesmo que filho ou filha-de-santo. Iniciado rodante (entra em transe) que ainda não passou pela obrigação de senioridade dos sete anos (decá).

Ipori. Cerimônias realizadas quando do nascimento. O oráculo é consultado para se saber o destino da criança, as obrigações rituais por que deve passar.

Ogã. Cargo masculino de iniciados não rodantes. São os tocadores (alabês), sacrificadores (axoguns), zeladores dos assentamentos (pegãs), além dos que ocupam cargos honoríficos.

Povo-de-santo. Conjunto de todos os adeptos do candomblé ou da religião dos orixás e dos voduns.

Raspado. Iniciado no candomblé.

Xirê. Cerimônia pública do candomblé em que a roda-de-santo canta e dança em louvor a todos os orixás, começando por Ogum, depois de uma oferenda preliminar a Exu, e terminando por Oxalá.

doblé ortodoxo é certamente o terreiro do Axé Opô Afonjá, tido como um dos mais antigos de Salvador, aquele que intencionalmente mais deixou para trás as ligações sincréticas com o catolicismo. Até as imagens católicas que ficavam no seu barracão foram retiradas. "Não queremos nada com a Igreja", afirmou recentemente mãe Stela de Oxóssi, ialorixá do Opô Afonjá, em palestra proferida em São Paulo para sacerdotes do candomblé paulista. Nesse dia, mãe Stela zangou-se com ialorixás de outros terreiros importantes da Bahia — especialmente o Gantois, a Casa Branca, o Bogun e o Alaketu — por não cumprirem pacto firmado por escrito, de retomada da africanidade e abandono do sincretismo católico-orixá e de práticas da Igreja católica, como as missas de iaô e as peregrinações a certas igrejas.

Na mesma ocasião, Abdias de Oxóssi, sacerdote do candomblé paulista, interpe-
lou Stela: "Eu mando rezar a missa de San-

ta Bárbara, que é a Iansã, e depois faço a procissão e o toque para Iansã, como faziam os nossos antigos." Stela respondeu: "Está errado! Não tem que fazer. Santa Bárbara não tem nada com Iansã." Por sua vez, Waldomiro de Xangô, uma das mais reconhecidas autoridades do candomblé paulista, afirmou, no encontro preparatório do V Congresso da Tradição e Cultura dos Orixás, realizado em março de 1987 em São Paulo: "Tudo o que aprendi nas nações de queto, alaqueto, jeje e ijejá me diz que Xangô vem antes de Jesus Cristo. Vamos respeitar, mas vamos separar."

Esta forma de recuperação da 'africanidade' (que significa 'ser de orixá', e não necessariamente 'ser negro'), e que toma como modelo o Axé Opô Afonjá (um terreiro que há mais de 30 anos vem se cercado de intelectuais e artistas baianos), pode ser observada no terreiro de pai Doda de Ossaim, na zona norte de São Paulo. A carreira sacerdotal de Doda passou pela um-

banda, angola, efã e queto. Os cargos honoríficos da sua casa se encontram ocupados por professores universitários, e o culto, hoje, não mantém referência alguma com o catolicismo. A trajetória desta casa aliás parece ser representativa do ciclo de todo o processo de formação do candomblé em São Paulo.



SUGESTÕES PARA LEITURA

BASTIDE R., *As religiões africanas no Brasil*, 2 vols., Pioneira, São Paulo, 1975.

CAMARGO C.P.F. de, *Kardecismo e umbanda: Ensaio de interpretação sociológica*, Pioneira, São Paulo, 1961.

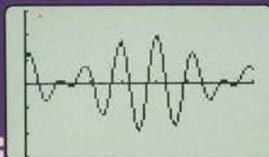
CARNEIRO E., *Candomblés da Bahia*, Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 1947.

MOURA C.E.M. de (org.), *Bandeira de Alairá: Outros escritos sobre a religião dos orixás*, Nobel, São Paulo, 1982.

VERGER P., *Orixás: Deuses iorubas na África e no Novo Mundo*, 2ª ed., Corrupio e Circulo do Livro, São Paulo, 1985.

GÊNIO CIENTÍFICO. PRECISÃO EM GRÁFICOS.

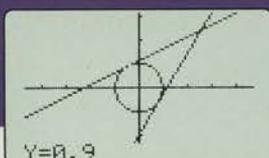
Programa de 4.006 passos e 85 funções científicas embutidas.



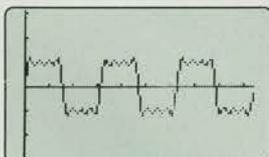
Análise ondulatória



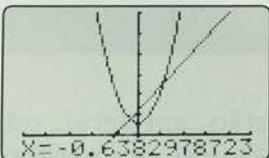
Gráfico estatístico



Pontos de tangência



Onda composta



Ponto de interseção

A nova FX-7500G proporciona fortes recursos gráficos - traçado de curvas, rastreamento, plotagem, traçado de linhas, ampliação e redução, composição de gráficos estatísticos e regravação.

- para a representação dos dados e fórmulas científicas que você tem na cabeça. São 85 funções científicas

que lhe emprestam ampla capacidade de resolver problemas ao toque de uma só tecla.

Uma programação de alta potência em 4.006 passos significa versatilidade máxima, podendo-se até incluir gráficos nos programas para acelerar a compreensão em dezenas de especialidades científicas. Outras calculadoras da Casio também estão dotadas de potente estrutura para resolver problemas difíceis instantaneamente.



FX-7500G



FX-61F

PROJETO ESPECIAL PARA CÁLCULOS ELETROELETRÔNICOS

- 27 fórmulas eletroeletrônicas embutidas
- 80 funções científicas
- Visor grande para mantissa de 10 dígitos mais expoente de 2 dígitos.



FX-5000F

128 FÓRMULAS CIENTÍFICAS

- 128 fórmulas científicas embutidas
- 95 funções científicas
- Memória de fórmulas capaz de armazenar até 12 fórmulas de seu uso particular
- Visor grande com 2 linhas para leitura num relance



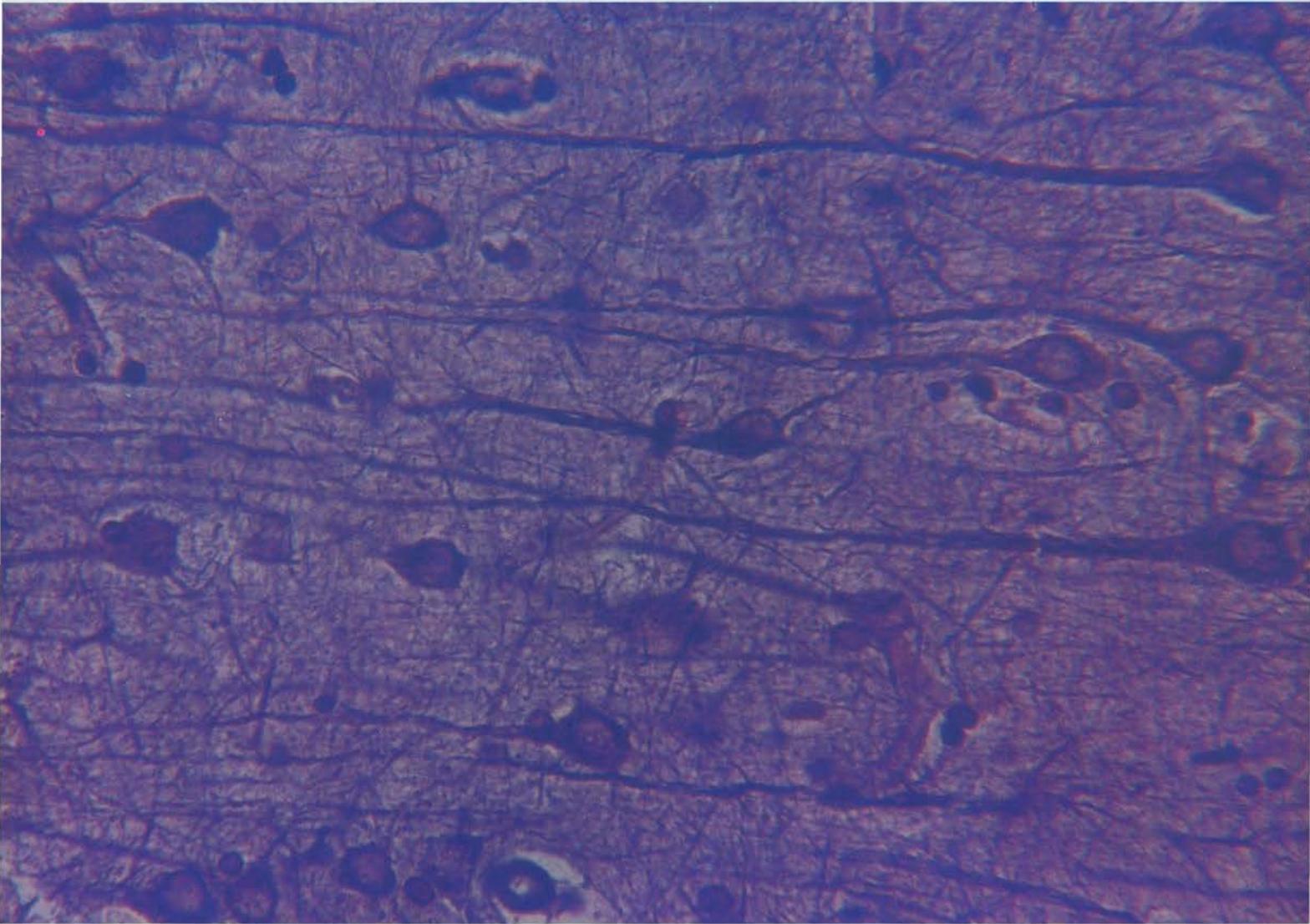
FX-795P

COMPUTADOR DE BOLSO

Sua biblioteca de consulta rápida para problemas de matemática.

- Operações com matrizes
- Cálculos com números complexos
- Soluções numéricas de equações
- Integração numérica
- Cálculos binários/decimais/hexadecimais
- Ampla memória de 16 Kbytes

A ARQUITETURA



Alfredo Cáceres

Instituto de Investigação Médica
Mercedes e Martín Ferreira (Argentina)

A forma e a função das células estão, em geral, estreitamente vinculadas. As múltiplas funções do sistema nervoso exigem que os neurônios adotem grande variedade de formas. Basta observar as intrincadas conexões necessárias para formar redes capazes de realizar processamentos de informação extremamente complexos. Como os neurônios adquirem sua forma? Fatores endógenos ou exógenos influem na sua determinação? Estas e outras questões, algumas colocadas já no início do século pelo neurobiólogo espanhol Santiago Ramón y Cajal, foram parcialmente esclarecidas nos últimos anos. As pesquisas atuais acerca do comportamento das proteínas que constituem o citoesqueleto permitem vislumbrar um futuro próximo em que se chegará ao conhecimento definitivo dos fatores que determinam a forma dos neurônios.

DOS NEURÔNIOS

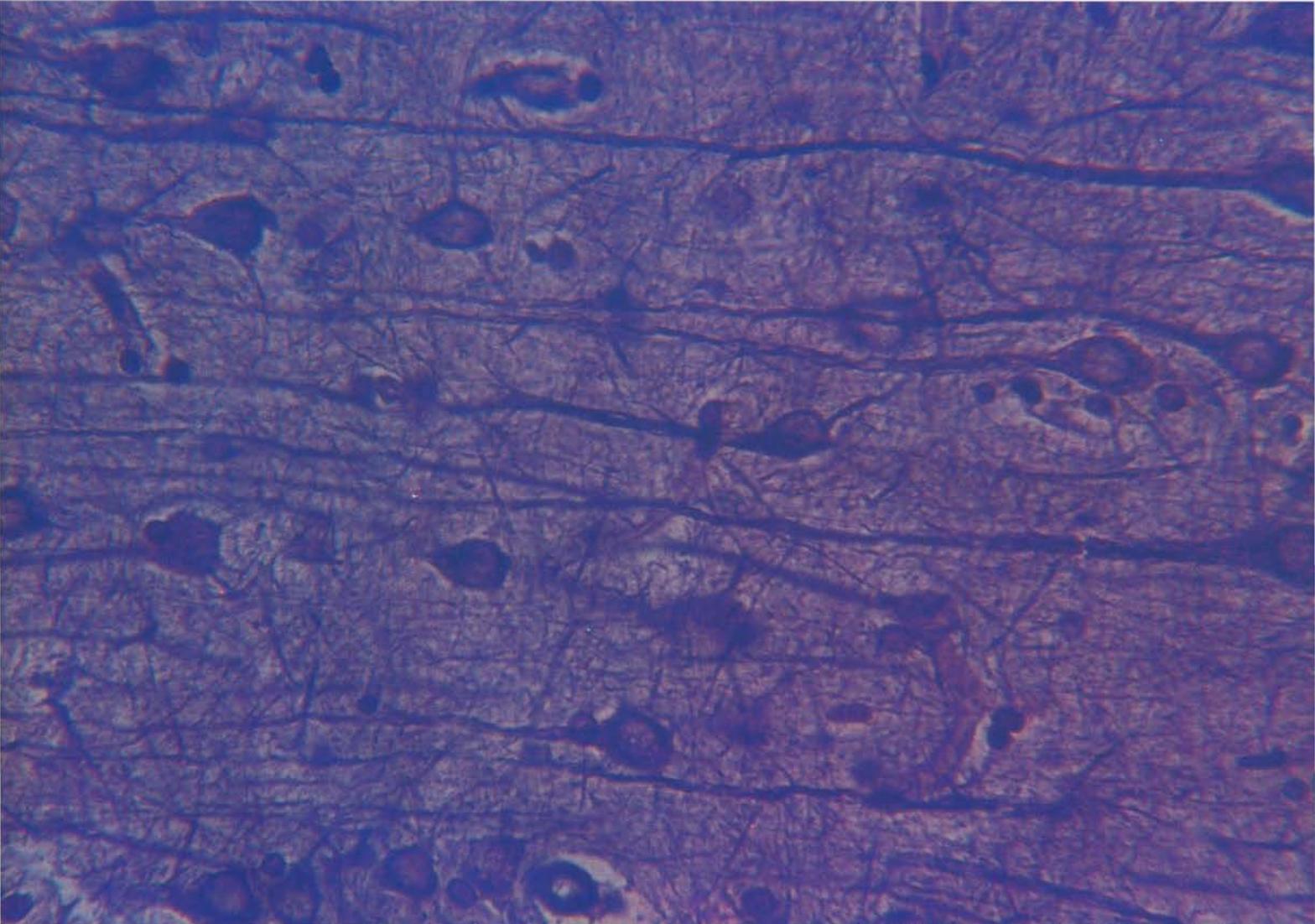


Fig. 1. Neurônios piramidais do cérebro humano.

foto Divisão de Microscopia, Instituto Nacional de Microbiologia

Um dos critérios mais relevantes para distinguir uma célula de outra é a comparação de suas formas. O termo 'forma' refere-se habitualmente à aparência externa de um objeto, não importando quais sejam seu conteúdo e tamanho. Aparência externa, conteúdo e tamanho são, entretanto, elementos essenciais para definir a forma de uma célula. Do ponto de vista da biologia celular, este conceito implica, então, a combinação da aparência externa com o complexo arranjo tridimensional dos componentes moleculares. Por esta razão a forma das células reflete — e na maioria dos casos determina — seu funcionamento. Os neurônios (células do sistema nervoso) não são uma exceção. De fato, é neste sistema que se ob-

serva a maior variedade de formas celulares, expressão da grande diversidade de suas funções: aprendizagem, memória, controle dos movimentos do organismo, percepção sensorial, controle da secreção hormonal etc. O estudo dos fatores e mecanismos que determinam a forma dos neurônios é, portanto, de extrema importância.

Um neurônio é formado por diferentes regiões citoplasmáticas que possuem composição molecular e função próprias. Cada uma destas regiões participa de um grupo específico de interações celulares, seja transmitindo e recebendo sinais em nível sináptico, seja interagindo com as células gliais que rodeiam e sustentam os neurônios. Os prolongamentos citoplasmáticos dos neurônios são regiões características

que recebem o nome genérico de neuritos. As células nervosas emitem dois tipos de neuritos, o axônio e os dendritos. Os axônios (geralmente um para cada neurônio) são prolongamentos delgados cujo diâmetro não decresce à medida que se afastam do corpo celular; suas ramificações se estendem em ângulo reto em relação ao ramo que lhe dá origem e são às vezes capazes de percorrer grandes distâncias antes de chegar à célula-alvo — outro neurônio, uma fibra muscular, uma célula glandular ou outra — que recebe o estímulo e efetua a resposta. Os dendritos, ao contrário, são espessos em sua origem e delgados em seus segmentos terminais, que se ramificam profusamente segundo um padrão característico para cada célula nervosa (figura 1).

O axônio é encarregado de transmitir os sinais gerados no neurônio, enquanto os dendritos recebem os sinais originados em outras células. No sistema nervoso, este intercâmbio de informação se realiza nas sinapses, em que interferem regiões especializadas, tanto dos axônios como dos dendritos. No caso dos axônios, estas regiões são os terminais pré-sinápticos e no dos dendritos, as especializações pós-sinápticas. A quantidade, a aparência externa e o tamanho destas microrregiões sinápticas são também características de cada tipo neuronal.

Quais são as causas que determinam a forma própria a cada neurônio? Existem, a este respeito, duas possibilidades consideradas ainda no início do século pelo notável neurobiólogo espanhol Santiago Ramón y Cajal. Uma delas é a hipótese de que a forma do neurônio seja determinada por fatores genéticos (ou endógenos); a outra, que sejam fatores epigenéticos (ou ambientais) os determinantes. Durante os últimos 20 anos tornou-se possível estabelecer com clareza que tanto o primeiro como o segundo tipo de fatores são importantes para determinar o desenvolvimento de axônios e dendritos e para definir, portanto, a arquitetura neuronal.

Dois tipos de evidências experimentais sugeriram a existência de fatores endógenos como determinantes da formação de neuritos. Os estudos de Frank Solomon, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT, nos Estados Unidos), demonstraram que as células de um tumor neuronal, todas elas descendentes de uma única célula-mãe, produzem neuritos de forma idêntica à da célula original. Este fenômeno indica claramente que a informação responsável pela forma é transmitida hereditariamente e que para isso deve encontrar-se em alguma das proteínas destas células. Mais recentemente, Gary Banker, no Departamento de Anatomia do Albany Medical College, também nos EUA, e o autor deste artigo mantiveram neurônios do córtex cerebral de embriões em culturas suficientemente diluídas, para que não houvesse contato físico entre as células. Estes neurônios estenderam axônios e dendritos consideravelmente semelhantes aos que aparecem nas mesmas células, quando estas se desenvolvem em seu ambiente natural. Ambos os fatos sugerem que as causas primárias determinantes da forma são endógenas e não dependem de fatores epigenéticos.

O conhecimento da natureza dos fatores endógenos motivou numerosas investigações científicas, num esforço que se intensificou principalmente nos últimos dez anos. Elas permitiram obter uma série considerável de informações sobre a maquina-

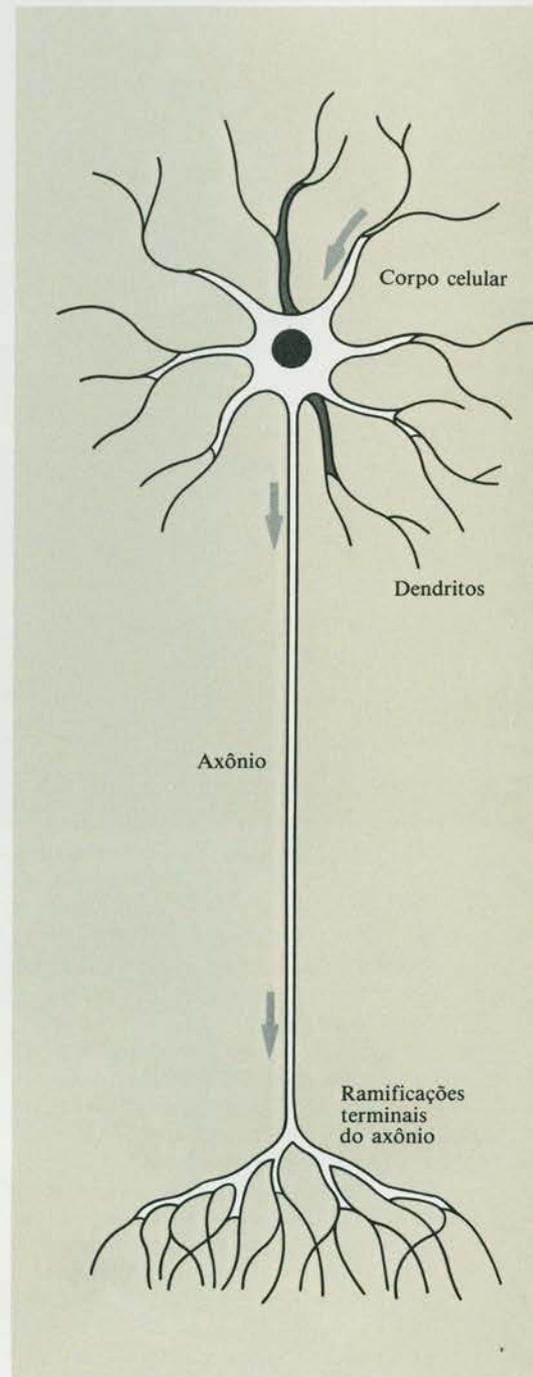
ria celular responsável pelas formas dos neurônios. Os estudos indicam claramente que um sistema de fibrilas composto por uma grande variedade de proteínas que se encontram no citoplasma da célula, o citoesqueleto, é o elemento-chave envolvido na formação de axônios e dendritos. Os componentes do citoesqueleto estão organizados de maneira altamente coincidente com a aparência externa da célula e, o que é ainda mais significativo, certos agentes capazes de modificar sua organização tridimensional produzem também importantes alterações na sua forma neuronal. Evidencia-se desse modo uma relação direta entre as alterações de forma e a distribuição espacial dos elementos do citoesqueleto, cuja evolução paralela pode ser acompanhada, seja durante o desenvolvimento normal da célula (a transformação de seus neuritos em axônio e dendritos), seja quando o mesmo se altera por diferentes causas.

Os resultados experimentais obtidos deram lugar à idéia de que os neurônios geram seus axônios e dendritos pela criação, em seu interior, de regiões estruturais diferentes, formadas por um grupo particular de proteínas do citoesqueleto, que lhes servem de armação. Quais serão essas proteínas? Há vários anos nosso grupo de trabalho está envolvido em pesquisas para determiná-las.

O citoesqueleto é formado por três grupos básicos de elementos, em forma de fibra, que se distinguem uns dos outros por seu diâmetro e composição molecular: os microtúbulos, os filamentos intermediários ou neurofilamentos e os microfilamentos. Os microtúbulos (MTs) parecem ser os que desempenham um papel mais importante para determinar a formação de axônios e dendritos. Esta idéia se origina de observações microscópicas que mostram que os MTs são elementos característicos dos neuritos (axônios e dendritos) de todos os neurônios do sistema nervoso; além disso, recentes estudos ultra-estruturais muito detalhados de neurônios que ainda se encontram em desenvolvimento concluíram que a maioria das alterações de forma observadas durante o crescimento dos neuritos se encontra associada à formação de MTs. Estas observações concordam com estudos farmacológicos realizados com a utilização de drogas que desarmam (despolimerizam) os MTs. Os trabalhos indicam que a preservação da integridade microtubular é essencial para o desenvolvimento e manutenção dos neuritos.

A pergunta fundamental que surge em relação a essas observações é: que tipo de informação fornecem os MTs aos neurônios para determinar, em cada momento de sua existência, a forma característica dos neuritos? A resposta se encontra na organização tridimensional dos MTs e em co-

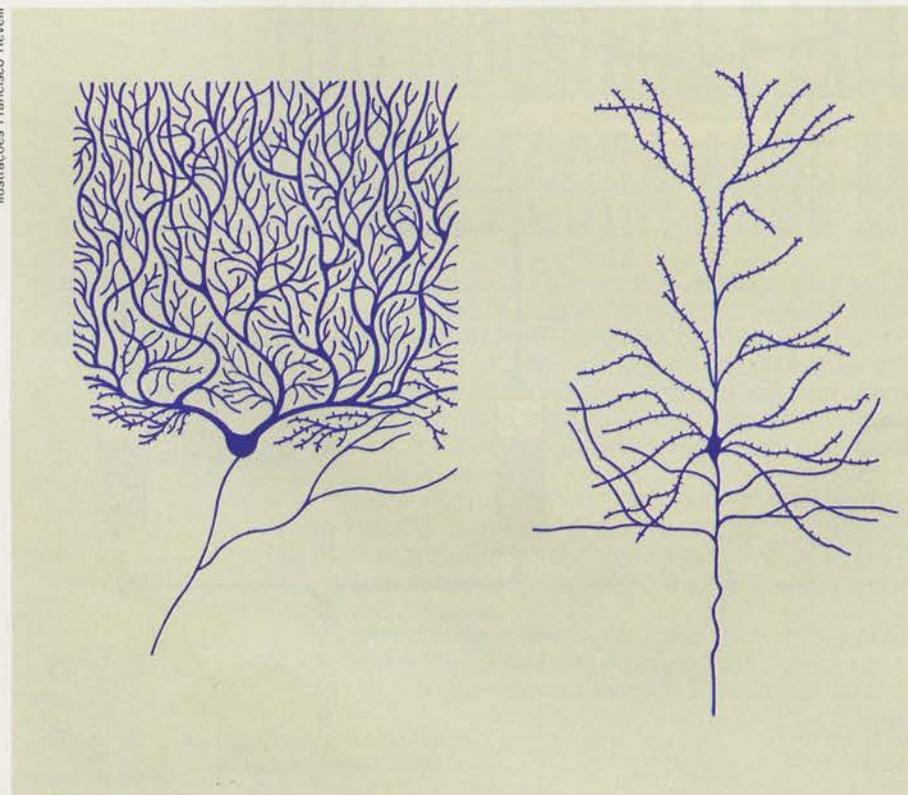
mo esta organização varia com o tempo. Os MTs são formados por moléculas de uma proteína denominada tubulina; existem dois tipos de tubulina (alfa e beta) que se unem para formar um dímero (molécula dupla). Estes dímeros, em determinadas condições, são capazes de associar-se a outros para formar uma cadeia de muitos elos (polímeros), que é o MT. O fenômeno é conhecido como polimerização ou montagem microtubular. A capacidade que têm as moléculas de tubulina de se associar espontaneamente é muito fraca; contudo, a formação do polímero se acelera enormemente na presença das chamadas proteínas



associadas a microtúbulos, ou MAPs (*microtubule associated proteins*). Além disso, em contato com essas proteínas, alguns MTs se estabilizam, o que se manifesta por sua resistência a substâncias despolimerizantes, em baixas temperaturas e na presença de íons, como por exemplo os do cálcio (figura 2).

Uma vez que as MAPs são capazes de promover a montagem e a estabilidade microtubular, pensou-se que elas poderiam ser encarregadas de regular a formação de MTs durante o desenvolvimento de axônios e dendritos. Em apoio a esta idéia, vários grupos de pesquisa, incluindo o nosso, demonstraram que durante o desenvolvimento neuronal o cérebro contém maior quantidade de MAPs. Além disso, empregando técnicas imunocitoquímicas, demonstramos que a aparição de MAPs neuronais ocorre exatamente no momento em que as células começam a estender axônios e dendritos. Utilizando células mantidas em cultura, nosso grupo pôde estabelecer que, nos neurônios em desenvolvimento no córtex cerebral e no cerebelo, a aparição de MTs e neuritos está estreitamente correlacionada ao incremento (no tempo) de um tipo particular de MAP, chamada MAP-2. Mais ainda: em condições experimentais que re-

Fig. 2. À esquerda: representação esquemática de um neurônio. As setas indicam a direção em que o impulso nervoso é transmitido. Acima, dois tipos de neurônios do sistema nervoso central: (a) célula piramidal do hipocampo; (b) célula de Purkinje.



sultam no incremento maciço dos níveis intracelulares desta proteína, verifica-se um grande aumento no número de MTs e no comprimento dos neuritos. Outro tipo de proteína associada, chamada MAP-1a, teria um papel semelhante, porém restrito à formação de MTs dendríticos.

Nossas observações mostram também que a estabilidade microtubular está intimamente relacionada com a estabilidade neurítica. Assim, agentes que inibem a formação de microtúbulos e produzem a retração de axônios e dendritos (colchicina ou nocodazole, por exemplo) são mais eficientes nos neurônios em desenvolvimento do que quando se encontram em neurônios maduros; esta diferença se deve ao fato de que os neuritos das células bem desenvolvidas têm MTs resistentes à colchicina, enquanto nas células jovens estes MTs estão ausentes ou são muito escassos. A presença de um grupo particular de MAPs, as proteínas Tau, é em grande medida responsável pelo desenvolvimento da estabilidade microtubular nos neurônios. Estas proteínas estão preferentemente associadas a MTs estáveis e além disso, quando injetadas na célula, são capazes de induzir um drástico incremento da estabilidade microtubular.

Deve-se assinalar, entretanto, que a ação das MAPs sobre a formação dos MTs é insuficiente para explicar o papel destes no complexo fenômeno da morfogênese neuronal. Seria interessante percorrer aqui, a título de exemplo, o caminho seguido pe-

los pesquisadores: se os MTs participam ativamente da formação de axônios e dendritos, deve existir neles algum detalhe molecular que lhes permita diferenciar-se em MTs axônicos e MTs dendríticos. Que elemento exerceria tal função? As proteínas MAPs pareceriam reunir as condições ideais para desempenhá-la, já que nos neurônios maduros observa-se uma associação preferencial de MAP-1 e MAP-2 com os MTs dendríticos, e de proteínas Tau com os MTs axônicos. Por esta razão pensou-se que, se a distribuição das diferentes MAPs ocorresse bastante cedo no desenvolvimento neuronal, elas poderiam contribuir para a distribuição seletiva dos MTs e originar assim a diferenciação entre axônios e dendritos. No entanto, estudos realizados no mencionado laboratório de Gary Banker e no nosso demonstram que essa idéia não é correta, porque a distribuição citoplasmática das MAPs ocorre depois de haver-se produzido a diferenciação morfológica em axônios e dendritos.

Experiências recentes sugerem que a informação necessária para esta segregação espacial dos MTs neuronais estaria associada, e seria eventualmente determinada, pela própria molécula da tubulina. Este fenômeno se relacionaria com alterações chamadas pós-translacionais que a tubulina sofre depois de sua síntese. Tais alterações consistem na adição ou supressão do aminoácido tirosina em sua molécula (tirosinação/detirosinação), ou de algum outro tipo de alteração química (metilação, acetilação, fosforilação). As modificações pós-translacionais da tubulina podem gerar microtúbulos com diferentes estabilidades e diferente distribuição intracelular. Assim, em células não polarizadas — ou simétricas — predominam os MTs instáveis, enquanto que nas células que respondem pelas alterações de forma prevalecem os estáveis.

A estabilização seletiva de MTs foi proposta pelos pesquisadores M. Kirchner e T. Mitchinson, do Departamento de Biofísica da Universidade da Califórnia (EUA), como um mecanismo geral para explicar a morfogênese. De acordo com esta hipótese, uma célula, na ausência de estímulos morfogenéticos, polimeriza ao acaso, em todas as direções, MTs instáveis. Um sinal morfogenético produziria uma alteração molecular capaz de incrementar a estabilidade de alguns MTs, o que daria lugar ao alongamento de uma porção do citoplasma celular ou, no caso dos neurônios, à extensão de um neurito. Para que esta estabilização se expresse em uma alteração permanente de forma, deveria ocorrer, no momento preciso, uma diferenciação pós-translacional da tubulina.

Um exemplo ilustrará a questão. Em nosso laboratório, Adriana Ferreira estu-

NEURÔNIOS EM CULTURA

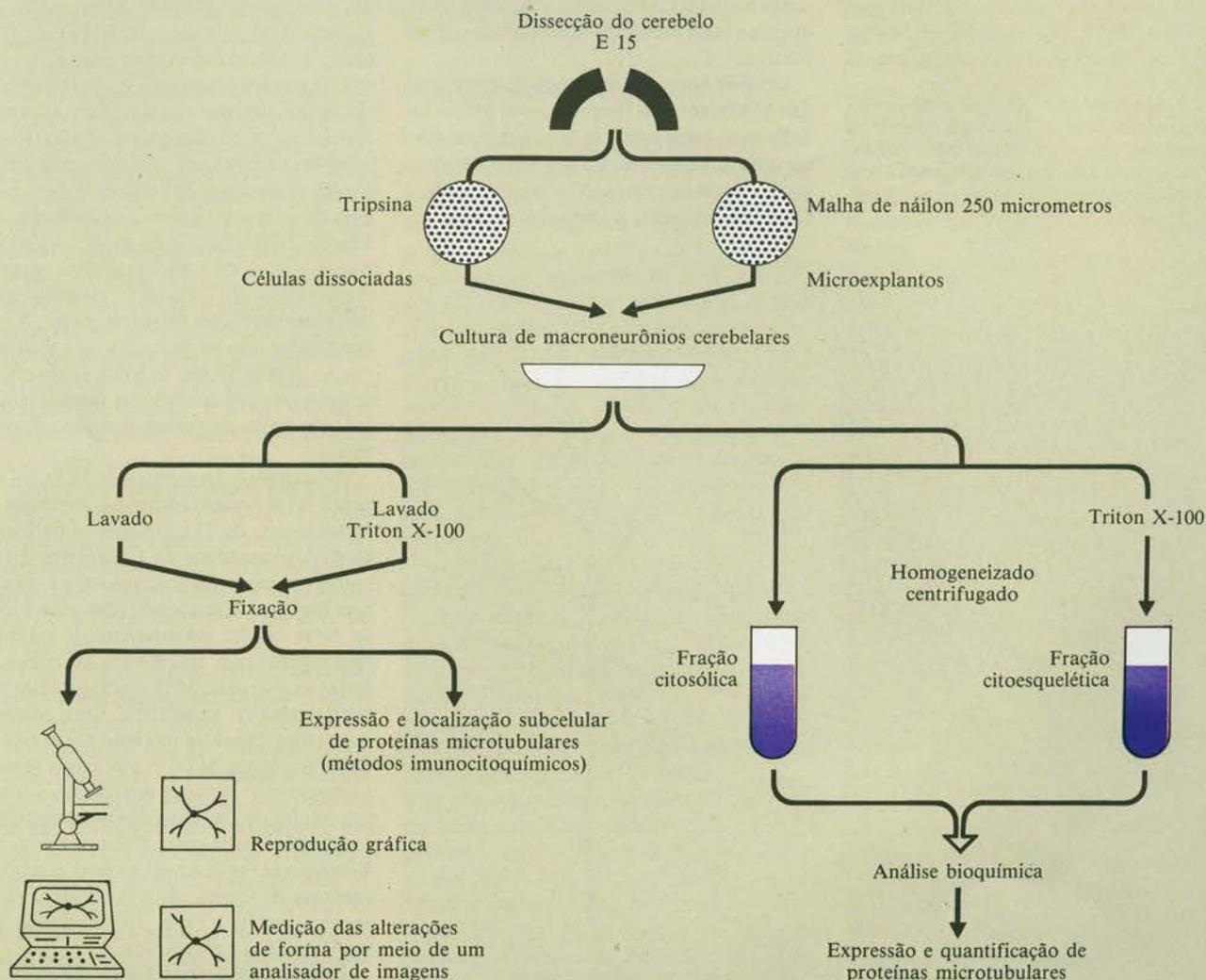
Sabe-se hoje que os microtúbulos cumprem um papel fundamental durante a diferenciação e crescimento de axônios e dendritos, prolongamentos característicos das células nervosas. Evidências experimentais mostram, além disso, que as proteínas associadas aos microtúbulos (MAPs) regulam a montagem e a estabilidade destes polímeros de tubulina. O estudo das funções que as MAPs desempenham durante o desenvolvimento axônico e dendrítico requer a cultura de neurônios em meios artificiais, com o objetivo de analisar todas as fases deste desenvolvimento e medir a massa de tubulina presente na montagem (polimérica), livre de tubulina solúvel. Sobre neurônios em cultura é possível aplicar procedimentos de extração com detergentes não iônicos (Triton X-100) que dissolvem as células porém preservam suas estruturas fibrosas, permitindo assim obter-se uma preparação de citoesqueleto.

Nosso grupo de pesquisa trabalhou com culturas de macroneurônios do cerebelo de embrião de rato obtidas aos 15 dias de gestação, para estudar a relação que existe entre (1) o desenvolvimento axônico e dendrítico, (2) a dinâmica da montagem microtubular e (3) a expressão das proteínas microtubulares.

O gráfico esquematiza as diferentes técnicas utilizadas para realizar esses estudos. Obtido o tecido do cerebelo, este é incubado com tripsina (enzima que destrói as proteínas extracelulares) para dissociar-se em neurônios individuais, ou é semeado na forma de 'microexplantos' (grupos de 20 a 50 neurônios), sendo, para tal, forçado através de uma malha de náilon de 250 micrometros. Quando a cultura atinge o desenvolvimento desejado, é utilizada na realização de dois tipos de experimento. No primeiro, as culturas são lavadas com Triton X-100 (preparação do citoesqueleto) ou sem ele e fixadas para

obter informação sobre a expressão e a localização das proteínas microtubulares. Utilizam-se com esta finalidade anticorpos monoclonais dirigidos à proteína estudada em cada caso (imunocitoquímica). Este material também é empregado para medir a forma dos neurônios (morfometria) e obter curvas de crescimento axônico e dendrítico durante o desenvolvimento dos neurônios em cultura.

Em outro tipo de análise utilizam-se técnicas bioquímicas. As culturas são tratadas com Triton X-100 (fração citoesquelética) ou diretamente homogeneizadas (fração citosólica) e centrifugadas. Este material é utilizado na realização de imunoenaios quantitativos, cujos resultados permitem correlacionar, de um lado, a massa total de tubulina e de MAPs e a massa polimérica de tubulina e de MAPs e, de outro, os dados sobre o crescimento axônico e dendrítico obtidos por meio da análise morfométrica.



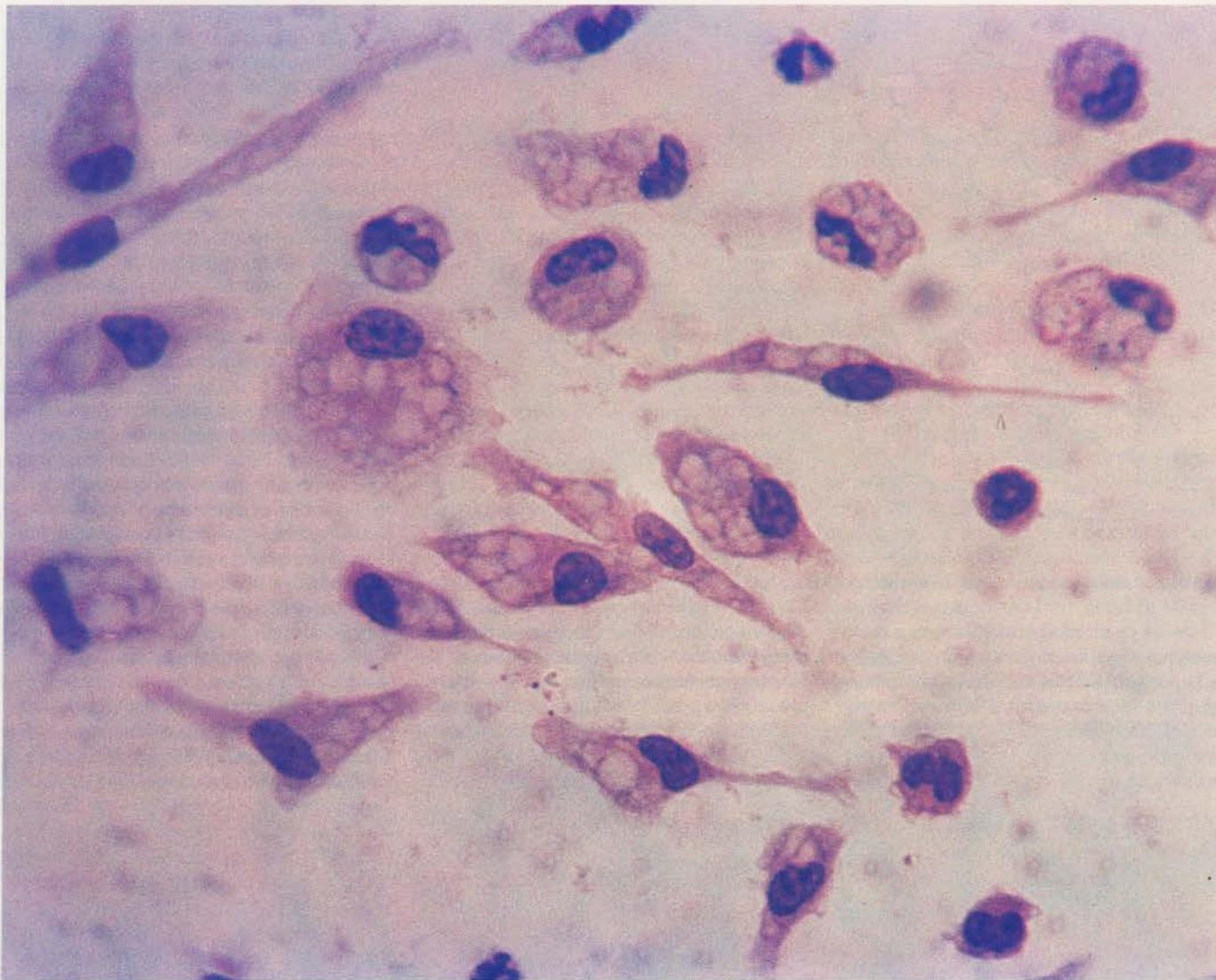


Fig. 3. Células nervosas não neuronais (astrócitos) de embrião de cobaia.

dou o desenvolvimento de neurônios do córtex cerebral ou de cerebelo mantidos em cultura. Durante o primeiro dia, as células emitem três ou quatro neuritos curtos e de mesma forma; nas horas seguintes, um deles se alonga consideravelmente, formando um axônio. A transformação de um neurito em axônio aparentemente impede que os outros neuritos se convertam em axônios e permite que eles se diferenciem como dendritos. A mudança de um neurito indiferenciado para axônio e o início de seu alongamento rápido são precedidos e acompanhados pela aparição de um grupo de MTs estáveis, localizados exclusivamente no referido neurito. Por sua vez, os dendritos que aparecem logo após a diferenciação axônica expressam MTs estáveis quando iniciam sua fase rápida de alongamento. A figura 3 é um esquema provisório dos fenômenos moleculares que poderiam determinar a formação e a diferenciação de MTs durante o desenvolvimento e a diferenciação de axônios e dendritos.

Numerosas linhas de investigação demonstraram que o meio que cerca os neurônios desempenha um importante papel na determinação da forma de axônios e dendritos. A ramificação dendrítica, por exemplo, parece resultar da interação dos dendritos em crescimento com os axônios de outras células, que entram em contato com eles. Isto é comprovado pelos efeitos que resultam da interrupção desses contatos. Quando as conexões são cortadas experimentalmente, o tamanho e a orientação das ramificações dendríticas se reduzem de maneira significativa; mais ainda, parece que os dendritos só se ramificam em lugares onde estabelecem contato com os axônios de outras células. Por outro lado, as características da zona terminal de um axônio são reguladas pelo tamanho e o número das células que o axônio inerva. Existem evidências adicionais a favor da idéia de que os sinais ambientais desempenham um papel fundamental na determinação do crescimento

neurítico. A presença de substâncias como fatores tróficos (fator de crescimento nervoso), hormônios (estrógenos, insulina e outros) e lipídios componentes da membrana neuronal, como os gangliosídeos, é capaz de estimular significativamente a formação de axônios e dendritos. Em alguns casos, estas substâncias são essenciais para o desenvolvimento e manutenção dos neuritos; em outros, simplesmente modulam a velocidade, a extensão e a qualidade do desenvolvimento neurítico.

Como podem reconciliar-se as evidências a favor da existência de um controle endógeno da forma neuronal com aquelas que mostram que o meio ambiente também desempenha um papel-chave para sua determinação? Em nosso laboratório, buscamos uma resposta para esta questão a partir da hipótese de que qualquer fator ambiental que influa no crescimento dos axônios e dendritos deve atuar sobre os determinantes endógenos da forma neuronal, isto é, sobre o citoesqueleto.

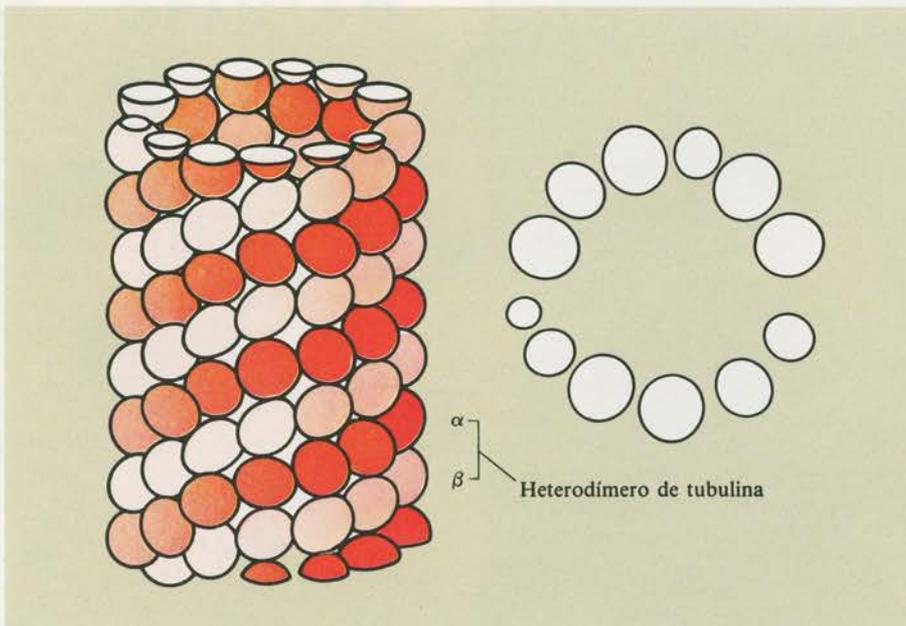


Fig. 4. Estrutura tridimensional de um microtúbulo.

Nossos resultados mostram que o meio ambiente — seja através da informação levada por substâncias difusíveis, como hormônios e fatores neurotróficos, seja através das interações célula-célula — é capaz de modificar a distribuição e a velocidade de aparição dos fatores endógenos que par-

ticipam na montagem e na estabilidade dos microtúbulos, cuja estrutura aparece de forma esquemática na figura 4. Por exemplo, o estrógeno, hormônio que pode estimular significativamente o crescimento axônico e dendrítico, incrementa simultaneamente a velocidade de síntese de pro-

teínas Tau e de MTs estáveis. Por outro lado, a administração de gangliosídeos a neurônios tumorais mantidos em cultura estimula a aparição de numerosas ramificações. Na ausência dos gangliosídeos, a extensão de neuritos nessas células se relaciona diretamente com a velocidade da síntese de MAP-1, de proteínas Tau e com a formação de MTs; em tais condições, estas células não fabricam MAP-2. Contudo, a adição de gangliosídeos ao meio de cultivo produz uma drástica indução desta proteína, fenômeno que se acompanha pelo incremento considerável na massa microtubular e na extensão dos neuritos (figura 5).

Experiências realizadas recentemente em nosso laboratório sugerem que, através da sinapse, um neurônio pode regular as proteínas microtubulares dos dendritos de outro neurônio. Deste modo, a denervação parcial das células de Purkinje do cerebelo produz uma significativa queda dos níveis da proteína microtubular dendrítica MAP-2 e da tubulina. Estas modificações ocorrem simultaneamente a várias das alterações estruturais que caracterizam a resposta das células de Purkinje à perda sofrida. Tanto as modificações nas proteínas microtubulares como as alterações estruturais dos dendritos são reversíveis: desaparecem à medida que o neu-

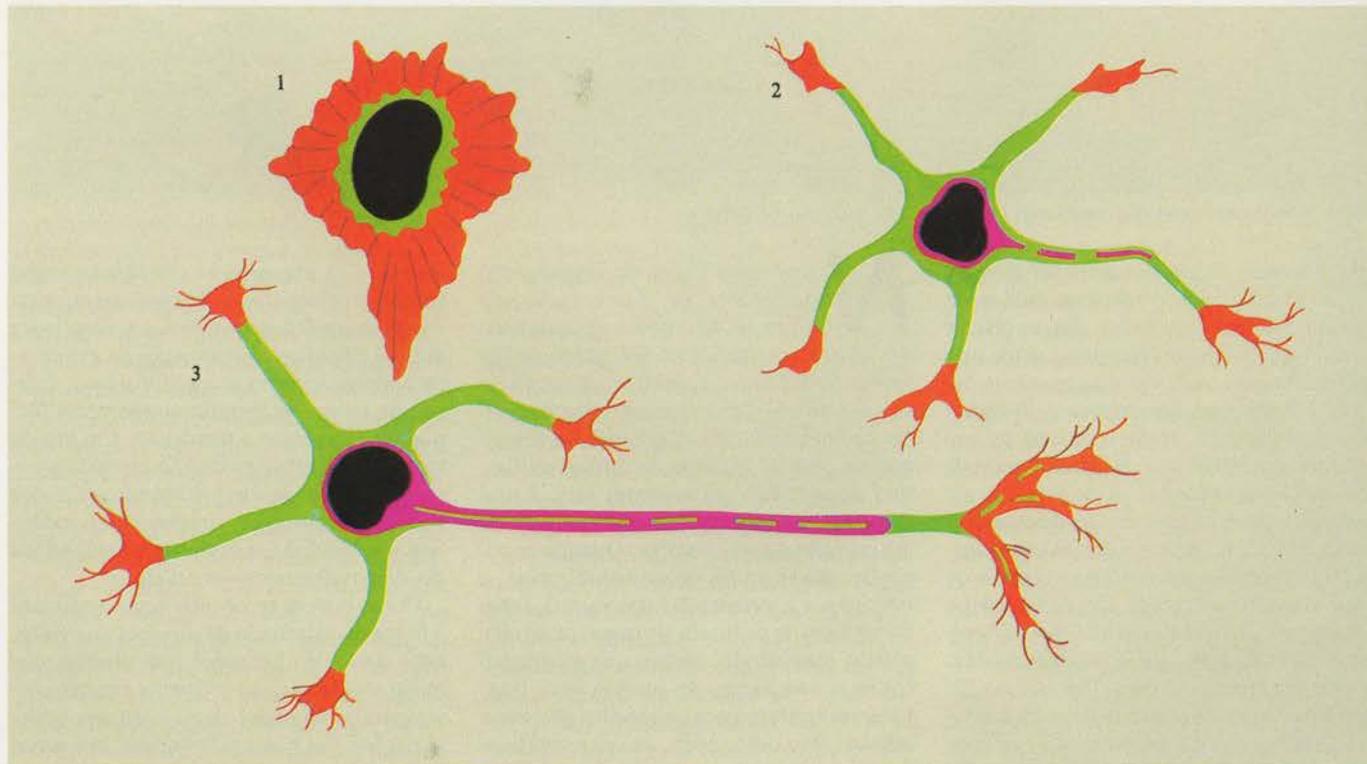


Fig. 5. Alterações na forma de axônios e dendritos e modificações correlatas do citoesqueleto. (1) O neurônio estende lamelipódios ricos em filamentos de actina (laranja); os escassos MTs são instáveis e se juntam no corpo neuronal (verde). Não são detectadas MAPs neuroespecíficas. (2) O neurônio estende 'processos menores', onde coexistem microtúbulos e microfilamentos. A massa microtubular aumenta e há predomínio de MTs instáveis na região perinuclear (magenta). Concentração dos filamentos de actina nos cones de crescimento. (3) Um dos 'processos menores' estabiliza sua estrutura e inicia um período de crescimento polarizado, com um alongamento pronunciado dando lugar ao axônio. Este neurito apresenta MTs estáveis associados a proteínas Tau.



Fig. 6. Foto de um neurônio mantido em cultura.

rônio se reinerva. Fenômenos semelhantes foram detectados em neurônios de outras regiões do sistema nervoso, após denervação parcial. Todas essas observações mostram que o citoesqueleto dos dendritos — e em particular dos MTs — muda dinamicamente em resposta a perturbações do ambiente sináptico (figura 6).

Quando uma área do cérebro sofre lesão, os axônios intactos e vizinhos à referida área emitem, em algumas regiões, filamentos neuríticos que reinervam os neurônios que perderam suas conexões. Este crescimento neurítico reativo é precedido e acompanhado por um aumento seletivo de um grupo particular de proteínas Tau, designadas como Tau *d e e*. A indução destas proteínas parece depender de sinais ambientais gerados no sítio da lesão. É inte-

ressante assinalar que estas formas de proteínas Tau sofreram modificações pós-translacionais e que se caracterizam por sua grande eficácia na promoção da montagem e da estabilidade microtubular.

As investigações realizadas durante os últimos dez anos nos permitiram estabelecer que a forma das células nervosas é a expressão de uma organização complexa, no espaço e no tempo, dos elementos de seu citoesqueleto, e em particular de seus MTs. A regulação da montagem microtubular é, portanto, um elemento-chave para o crescimento de axônios e dendritos e está intimamente relacionada à presença de fatores que promovem sua polimerização e/ou estabilização, a proteínas microtubulares (MAPs), e às modificações pós-translacionais da tubulina. Atuando sobre estes me-

canismos, os sinais ambientais podem regular a magnitude e a qualidade do crescimento neurítico.

Muitas são ainda as indagações. Entre outras questões, seria importante determinar se existe uma correlação estreita entre os padrões de ramificação neurítica de células diferentes e seus padrões de organização microtubular; quais são os sinais (endógenos ou exógenos) que iniciam a sucessão de eventos que resultam na estabilização seletiva de um grupo de MTs; quais são os sinais que ativam os genes codificados para as diferentes MAPs e as moléculas de tubulina; e que fatores determinam a formação das especializações regionais dentro dos axônios e dendritos vinculados à sinapse.

O considerável avanço alcançado no conhecimento da biologia dos MTs neuronais, assim como a incorporação de novas metodologias, abrem a perspectiva promissora de que num futuro próximo se chegará a um conhecimento detalhado dos mecanismos que determinam a formação de axônios e dendritos. Isto será de fundamental importância não só para o estudo do desenvolvimento normal do sistema nervoso, como também para entender sua função e o porquê de sua limitada capacidade regenerativa.

Nota: este artigo, escrito originalmente em espanhol, foi preparado pelas equipes de texto e de arte de Ciencia Hoy, revista produzida na Argentina, e adaptado pelas equipes de Ciência Hoje.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- CÁCERES A., BANKER G. & BINDER L., 'Differential subcellular localization of tubulin and the microtubule-associated protein (MAP-2) in brain tissue as revealed by immunocytochemistry with monoclonal hybridoma antibodies'. *Journal of Neuroscience* 4 (2), 1984.
- BINDER L., FRANKFURTER A., KIM H., CÁCERES A., PAYNE M. & REBHUM L., 'Heterogeneity of microtubule-associated protein 2 during rat brain development'. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 81, 1984.
- CÁCERES A. & DOTTI C., 'Immunocytochemical localization of tubulin and microtubule-associated protein 2 in Purkinje cells deprived of climbing fingers'. *Neuroscience*, 16, 1984.
- BUSCIGLIO J., FERREIRA A., STEWART O. & CÁCERES A., 'An immunocytochemical and biochemical analysis of the microtubule-associated protein Tau during post-lesion afferent reorganization in the hippocampus of adult rats'. *Brain Research* 419, 1987.
- KIRCHNER M. & MITCHINSON T., 'Beyond self assembly: from microtubules to morphogenesis'. *Cell* 45, 1986.
- MATUS A., 'Microtubule-associated proteins: their potential role in determining neuronal morphology'. *Annual Reviews of Neuroscience* 11, 1988.

Fábio Domingos Pannoni

Divisão de Pesquisa Tecnológica, Companhia Siderúrgica Paulista

Stephan Woly nec

Escola de Politécnica, Universidade de São Paulo

A FERRUGEM

Os aços ditos patináveis são leves, têm maior resistência mecânica e resistem à corrosão. Podem dispensar pintura, até porque a película que sobre eles se forma é valorizada por muitos arquitetos por seus efeitos estéticos.

No país, uma versão desses aços é usada pela indústria automobilística. É também esse tipo de metal que forma a estrutura da catedral de Brasília. O que ainda permanece um desafio é a plena compreensão do modo como se forma essa película, indispensável à obtenção de ligas mais resistentes e ao seu bom aproveitamento.

*Gold is for the mistress, Silver for the maid
Copper for Craftsman, cunning at his trade.
'Good!', said the Baron, sitting on his hall,
But Iron — Cold Iron — is master of them all.*

Todos os aços contêm pequenas quantidades de elementos de liga, tais como carbono, manganês, silício, fósforo e enxofre, seja porque estes integravam as matérias-primas (minérios e coque) com que foram fabricados, seja porque lhes foram deliberadamente adicionados, para lhes conferirem determinadas propriedades. De modo geral, as adições são pequenas, de no máximo 0,5 a 0,7% do peso total do metal, proporção em que tais elementos não têm qualquer efeito apreciável sobre a resistência deste à corrosão atmosférica. As pequenas variações de composição que inevitavelmente ocorrem durante o processo de fabricação do metal tampouco afetam significativamente suas características.

Entretanto, existem exceções. Sabe-se há mais de 70 anos, por exemplo, que a adição de pequenas quantidades de cobre, fósforo e outros elementos tem um efeito be-

néfico sobre os aços, reduzindo a velocidade em que são corroídos, quando expostos ao ar. Mas o grande estímulo ao emprego de aços enriquecidos com esses elementos — chamados aços de baixa liga — foi dado pela companhia norte-americana United States Steel Corporation que, no início da década de 1930, desenvolveu um aço cujo nome comercial era Cor-Ten.

O que distinguia o novo produto dos aços comuns, no que diz respeito à resistência à corrosão, era o fato de que, sob certas condições ambientais de exposição, ele podia desenvolver em sua superfície uma película de óxidos aderentes e protetores — uma pátina que atuava reduzindo a velocidade do ataque dos agentes corrosivos do meio ambiente. A figura 1 mostra as curvas típicas de avaliação da resistência à corrosão de um aço Cor-Ten e de um aço carbono comum expostos a uma atmosfera industrial.

QUE PROTEGE

A scanning electron microscope (SEM) image showing a highly textured, porous surface. The surface is composed of numerous interconnected, rounded, and elongated structures that resemble a complex, three-dimensional lattice or a network of fibers. The overall appearance is that of a highly porous, irregular material, likely a corrosion product or a protective coating. The lighting is directional, creating strong highlights and deep shadows that emphasize the three-dimensional nature of the structure.

Células de corrosão ao microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 6.200 vezes).

A formação dessa película é função de três tipos de fatores. Os primeiros a destacar estão ligados à composição química do próprio aço. Os principais elementos de liga que contribuem para aumentar-lhe a resistência frente à corrosão atmosférica, favorecendo a formação da pátina, são o cobre e o fósforo. O cromo, o níquel e o silício também exercem efeitos secundários. Cabe observar, no entanto, que o fósforo deve ser mantido em baixos teores (menores que 0,1%), sob pena de prejudicar certas propriedades mecânicas do aço e sua soldabilidade.

Em segundo lugar vêm os fatores ambientais, entre os quais sobressaem a presença de dióxido de enxofre e de cloreto de sódio na atmosfera, a temperatura, a força (direção, velocidade e frequência) dos ventos, os ciclos de umedecimento/secagem etc. Assim, enquanto a presença de dióxido de enxofre, até certos limites, favorece o desenvolvimento da pátina, o cloreto de

sódio em suspensão nas atmosferas marítimas prejudica suas propriedades protetoras. Os ventos, que carregam esses agentes até o local em que se encontra o metal, têm importante efeito sobre os ciclos de umedecimento e secagem, considerados essenciais no desenvolvimento de películas protetoras. O efeito da temperatura, embora provável, ainda não foi claramente caracterizado.

Finalmente, há fatores ligados à geometria da peça, que explicam por que diferentes estruturas do mesmo aço dispostas lado a lado podem ser atacadas de maneira distinta. Esse fenômeno é atribuído à influência de seções abertas/fechadas, drenagem correta das águas de chuva e outros fatores que atuam diretamente sobre os ciclos de secagem/umedecimento. Assim, por exemplo, sob condições de contínuo molhamento, determinadas por secagem insatisfatória, a formação da pátina fica gravemente prejudicada.

O aço Cor-Ten foi desenvolvido originalmente para a indústria ferroviária, e sua grande virtude aparente era ser mais leve, o que permitiria reduzir o peso dos vagões. A propriedade de resistir à corrosão foi alcançada por casualidade, embora desde o fim do século XIX já se conhecessem as influências benéficas do cobre e do fósforo.

Em 1958, o arquiteto norte-americano Eero Saarinen utilizou-o na construção de um edifício em Moline, no estado do Illinois. O aço foi deixado aparente nessa obra, tendo o arquiteto considerado que a ferrugem que sobre ele se formava constituía por si mesma um revestimento não só aceitável, como atraente. O pleno esclarecimento do mecanismo responsável pela formação da pátina protetora só veio a ser alcançado já nos anos 70.

Desde o lançamento do Cor-Ten até os nossos dias, desenvolveram-se outros aços com comportamento semelhante, que constituem a família dos aços conhecidos como patináveis. Enquadrados nas normas norte-americanas ASTM A-242, A-588 e A-709, que especificam limites de composição química e propriedades mecânicas, esses aços têm sido utilizados no mundo todo na construção de pontes, viadutos, edifícios, silos, torres de transmissão de energia, defensas etc. Sua grande vantagem, além de dispensarem pintura, é possuírem uma resistência mecânica maior que a dos aços comuns. Em ambientes extremamente agressivos, como as regiões que apresentam grande poluição por gás sulfuroso ou aquelas próximas da orla marítima, a pintura lhes confere uma proteção superior àquela conferida aos aços comuns.

No Brasil, aços desse tipo encontram também grande aceitação entre os arquitetos. Além de inúmeras pontes e viadutos espalhados por todo o país, formam a estrutura da catedral de Brasília e do edifício-sede da Associação Brasileira de Metais, em São Paulo. A própria indústria automobilística brasileira utiliza, com sucesso, uma versão dos aços patináveis com teores inferiores de cobre.

O fenômeno da corrosão atmosférica do aço ocorre num sistema particularmente complicado que envolve, além do metal, produtos de corrosão, eletrólitos (íons do metal e os provenientes da atmosfera, como sulfatos, cloretos e carbonatos, dissolvidos em solução) e a própria atmosfera. Trata-se de um processo eletroquímico que se verifica em células de corrosão, desde que um eletrólito esteja presente na superfície metálica.

Basicamente, a ferrugem é constituída por cinco diferentes compostos de ferro: α -FeOOH (goethita), β -FeOOH (akaganeíta), γ -FeOOH (lepidocrocita), δ -FeOOH e Fe_3O_4 (magnetita).

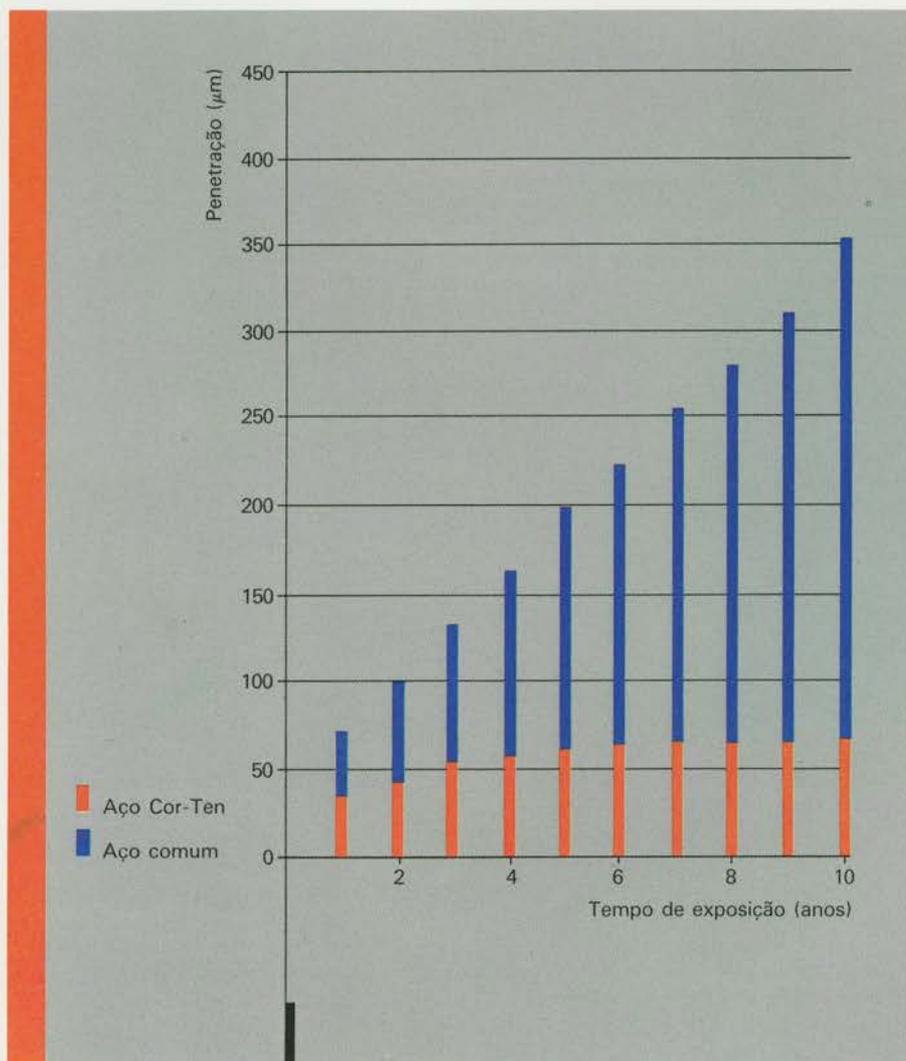
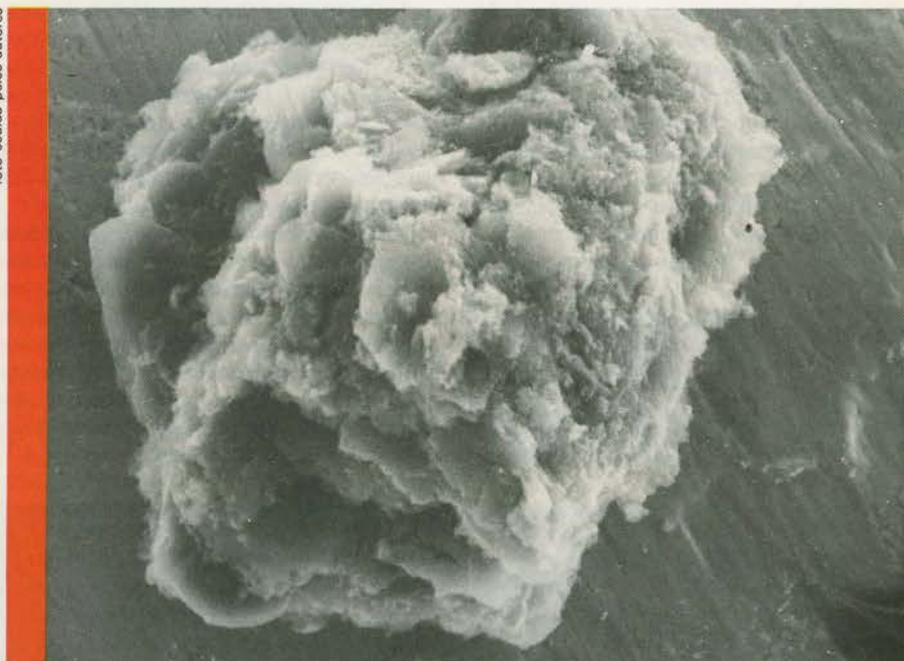


Fig. 1. Resistência à corrosão de um aço Cor-Ten e de um aço carbono comum expostos à atmosfera industrial de Pittsburgh (EUA). A medida é feita em termos de penetração (em micrometros) em função do tempo de exposição (em anos). Observe-se que, após cerca de um ano de exposição, a penetração do aço Cor-Ten se estabiliza.

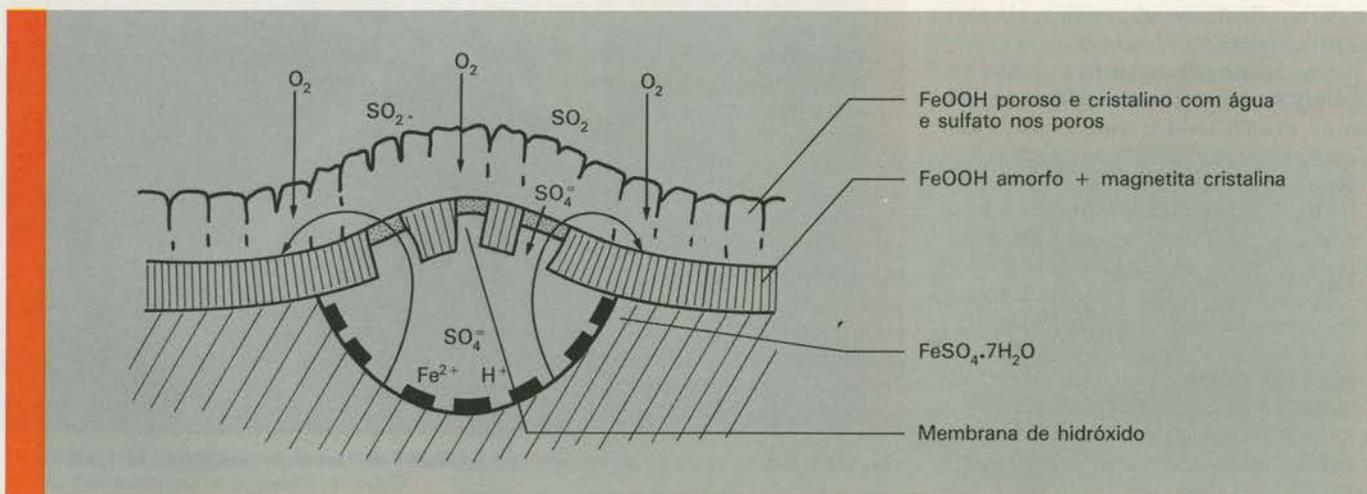


A corrosão de uma superfície metálica limpa exposta a uma atmosfera não contaminada por dióxido de enxofre, mesmo que esteja saturada por vapor d'água, é um processo lento. Nessas condições, espécimes metálicos podem apresentar superfícies livres de produtos de corrosão mesmo ao cabo de anos a fio de exposição, o que indica a existência de camadas protetoras.

O processo de corrosão pode ter início em inclusões superficiais de sulfeto de manganês. A figura 2 mostra o surgimento da corrosão sobre uma inclusão complexa que contém sulfeto de manganês. Outro fator importante é a deposição, na superfície do metal, de sais higroscópicos, como clore-

Fig. 2. Célula de corrosão gerada sobre uma inclusão superficial complexa contendo sulfeto de manganês. A foto foi obtida por microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 1.060 vezes).

Fig. 3. Esquema de uma célula de corrosão, formada em superfície metálica.



Os óxidos predominantes costumam ser α - e γ -FeOOH, e suas quantidades relativas dependem do tipo de atmosfera e do tempo de exposição do espécime. Nas ferrugens formadas recentemente sobre aços expostos a atmosferas que contêm dióxido de enxofre, o óxido predominante é lepidocrocita. À medida que a exposição se prolonga, a razão γ/α decresce. Em atmosferas marinhas, em que o eletrólito contém cloreto, está presente a akaganeíta, que pode conter na sua constituição mais de 5% em peso de íons de cloreto. Além destes, outros produtos de corrosão têm sido encontrados na ferrugem, como géis solúveis e insolúveis, sulfatos e outros.

A ferrugem que se produz sobre a superfície dos aços comuns compõe-se, de modo geral, de duas regiões distintas: uma interna, próxima à interface aço/ferrugem, e constituída principalmente de FeOOH denso, e outra externa, que apresenta cris-

tais pouco agregados de lepidocrocita, de goethita ou de ambas.

A composição e a estrutura cristalográfica da ferrugem que se forma sobre os aços patináveis são similares às da ferrugem gerada sobre o aço carbono. A goethita e a lepidocrocita estão presentes em ambos, em proporções similares. Nos primeiros, contudo, constata-se a presença, na interface metal/ferrugem, de uma nova fase amorfa ou polimérica rica daqueles elementos de liga neles presentes, como o cobre, o fósforo e outros. É justamente essa camada que, limitando o suprimento de água, oxigênio e estimuladores de corrosão à superfície metálica, inibe a dissolução desta, reduzindo drasticamente a velocidade com que sua corrosão se processa. Segundo vários autores, δ -FeOOH é o principal constituinte da película interna, que se forma ao longo de exposições prolongadas do material à atmosfera.

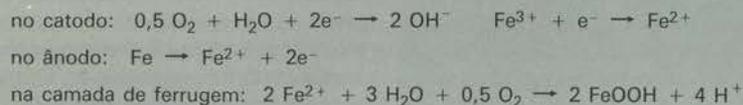
tos e sulfatos, que provocam o seu molhamento. Partículas carbonáceas depositadas podem adsorver o dióxido de enxofre e a água da atmosfera, propiciando também o início do processo corrosivo.

Em atmosferas úmidas poluídas com gás sulfuroso, o processo de corrosão inicia-se independentemente da deposição de partículas ou sais sobre a superfície do metal. Os focos de ferrugem assim gerados podem adsorver de modo significativo o dióxido de enxofre atmosférico e transformá-lo cataliticamente no ânion sulfato. Disto resulta a formação de aglomerados de sulfato — também chamados ninhos de sulfato — na superfície do metal.

Quando tal superfície é umedecida (por orvalho, chuva ou mesmo por adsorção do vapor d'água da atmosfera), os ninhos de sulfato produzem as células de corrosão, cujo esquema é mostrado na figura 3. Os ânodos — que são as regiões de dissolução

metálica — localizam-se dentro desses ninhos, onde o pH mantém-se baixo. As áreas próximas atuam como catodos, promovendo a redução do oxigênio do ar.

A magnetita existente na ferrugem, que é um bom condutor eletrônico, permite a continuidade das reações eletroquímicas. As reações descritas abaixo podem fornecer uma idéia geral do que acontece na célula de corrosão:



Os ninhos de sulfato são enclausurados em membranas semipermeáveis de hidróxido formado pela hidrólise de íons de ferro. A corrente elétrica na célula de corrosão faz com que os ânions sulfato migrem para seu interior. A figura 4 mostra células de corrosão tal como podem ser vistas com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura.

O mecanismo de corrosão dos aços patináveis ainda é objeto de intensas pesquisas no mundo todo e também no Brasil. Uma teoria sobre esse processo que encontrou grande receptividade foi proposta por Luiz Roberto Miranda, da Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Segundo essa formulação, quando o aço patinado é exposto a uma atmosfera sulfurosa, a ciclos de umedecimento/secagem e a temperaturas relativamente baixas (aproximadamente 20°C), a camada de ferrugem é constituída essencialmente de lepidocrocita. A exposição a temperaturas mais elevadas (35-60°C) favorece a formação, sob a camada de lepidocrocita, de uma camada interna isotrópica, constituída essencialmente de goethita. Quando submetido a essas temperaturas, os elementos de liga (notadamente o cobre) começam a se dissolver no interior das células de corrosão. Esses elementos inibem a formação da magnetita, que não é protetiva, ao mesmo tempo em que catalisam a formação da goethita, protetiva, na interface metal/ferrugem.

Portanto, quando os elementos de liga não podem penetrar na ferrugem (isto é, sob temperaturas inferiores a aproximadamente 35°C), ou quando o aço não os contém — caso do aço carbono comum — ocorre a formação de magnetita, e não da goethita protetora, e a corrosão prossegue.

Os mecanismos descritos acima dizem respeito a etapas macroscópicas do processo de corrosão, cuja ocorrência demanda longos tempos de exposição, em geral de mais de um ano. Esse prazo dilatado cons-

titui uma barreira para a pesquisa e o desenvolvimento de aços patináveis, de tal modo que se passou a buscar métodos de investigação que permitissem o estudo desses processos após tempos de exposição menores. O sucesso dessas tentativas, porém, tem sido apenas relativo.

Uma forma de reduzir o tempo das pesquisas consistiria em estendê-las aos estágios iniciais do processo corrosivo. Os es-

A investigação das fases iniciais de crescimento de películas sobre os aços tem levado a algumas conclusões interessantes. Torna-se claro, por exemplo, que a espessura e as próprias leis de crescimento dessas películas são muito influenciadas pelas características do ambiente em que se desenvolvem.

Tem sido demonstrado que a umidade relativa é uma variável significativa no desenvolvimento das primeiras camadas. Quer esteja contida na estrutura da película, quer seja adsorvida superficialmente, a umidade alterará o potencial elétrico desenvolvido através da camada, aumentando a corrente do efeito túnel, o que causa alterações de ordem cinética no processo.



foto cedida pelos autores

Fig. 4. Células de corrosão ao microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 1.060 vezes).

tudos feitos nessa linha, contudo, têm sido escassos e a extrapolação dos resultados obtidos para tempos de exposição maiores permanece precária.

As características microscópicas do processo corrosivo em seus estágios iniciais dificultam a realização dessas pesquisas. Um recurso, contudo, tem se mostrado bastante efetivo. Trata-se da elipsometria, uma técnica óptica que permite examinar interfaces, utilizando a mudança de polarização da luz previamente polarizada que ocorre durante a reflexão de um feixe de luz na superfície do metal, num ângulo de incidência oblíquo. Além dos parâmetros ópticos de um dos meios envolvidos, a elipsometria permite determinar, nos casos em que há uma película interfacial, a espessura e as propriedades ópticas desta. Torna-se possível, assim, identificar a constituição, as heterogeneidades e a cinética de crescimento de películas finas emergentes sobre o metal.

A estrutura intrínseca do óxido varia da interface metal/óxido para a interface óxido/gás. Em consequência, o aumento da espessura da película é acompanhado de mudanças em suas propriedades físicas e químicas: as camadas mais próximas ao ar são mais hidratadas; entre os átomos de ferro e de água, formam-se óxidos poliméricos contendo pontes dióxi e diidróxi; as camadas mais próximas à interface metal/óxido são mais cristalinas e contêm menos água. A espessura das camadas de óxido e de água adsorvida aumenta com a elevação da umidade relativa — a cada nível de umidade corresponde a formação de uma camada estacionária com espessura definida.

Os ciclos de umedecimento/secagem também têm efeitos sensíveis sobre a película pois a secagem parcial desta dá lugar a alterações de ordem cinética, à oxidação superficial da película e à formação de películas com espessuras diferenciadas.

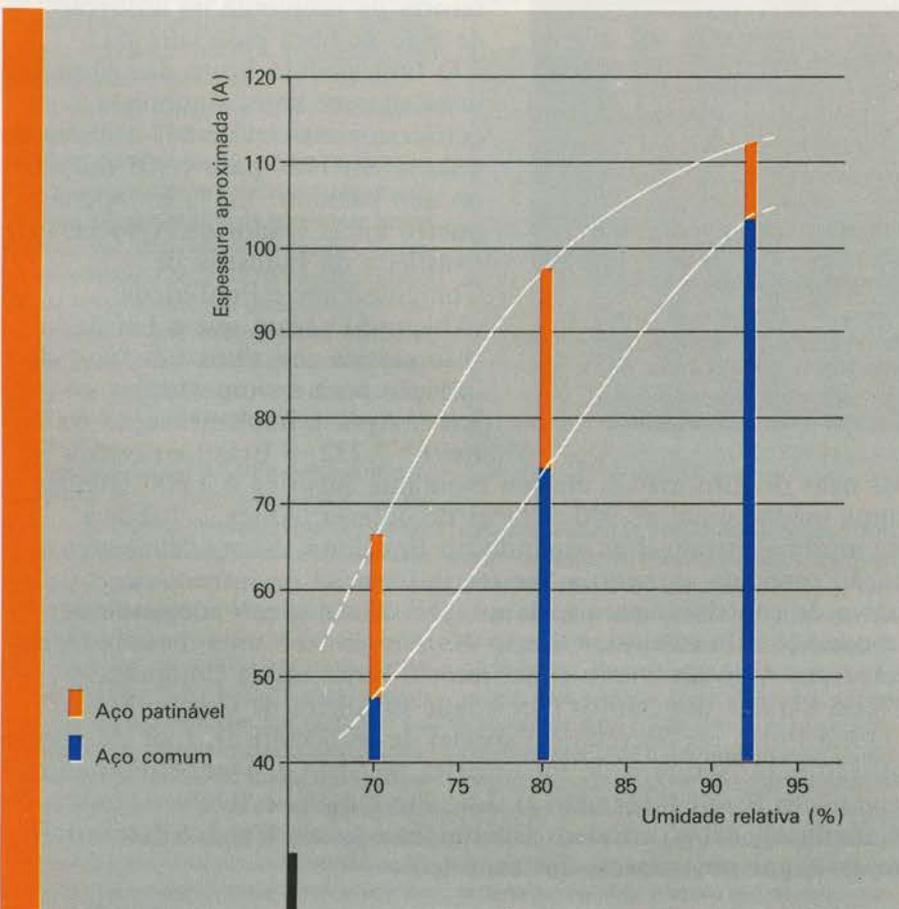
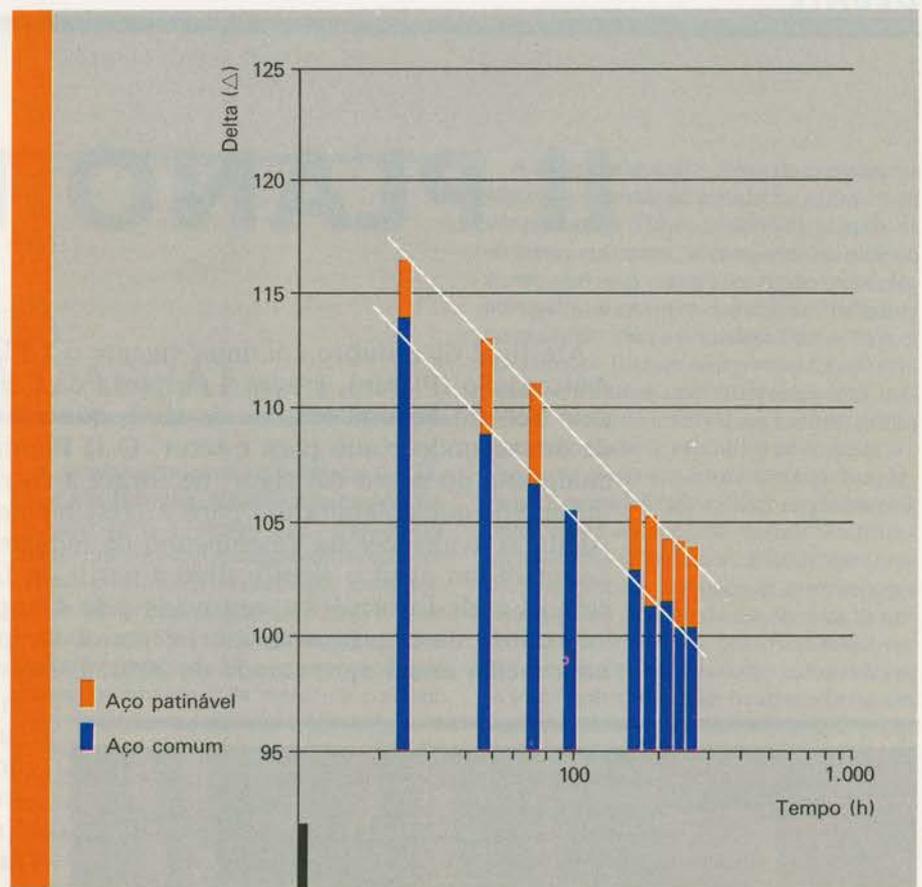
As películas desenvolvidas pelos aços patináveis distinguem-se, tanto constitucional quanto cineticamente, daquelas formadas pelos aços carbono. Essa diferença pode ser observada na figura 5, em que as espessuras das películas de óxido formadas sobre um aço carbono e um aço patinável são comparadas. Constata-se ali que o aço patinável tende a desenvolver películas mais espessas que o aço carbono.

Essas diferenças que se observam entre diversos tipos de aço decorrem da incorporação dos elementos de liga ao óxido que sobre eles se forma. A existência de elementos formadores de rede polimérica (como o cobre e o níquel) na presença de campo elétrico, de tensões ou de água pode acelerar o tempo em que ocorre a cristalização de películas semicristalinas. Esses íons atuam de alguma maneira na polimerização dos oxiidróxidos de ferro.

A equação que descreve o crescimento de películas finas emergentes sobre os aços expostos ao ar é do tipo logarítmica (tanto

Fig. 5. Espessura aproximada das películas formadas sobre um aço patinável e um aço carbono em função da umidade relativa, após 264 horas de exposição.

Fig. 6. Variação de Δ em função do logaritmo do tempo para um aço carbono e um aço patinável expostos a umidades relativas de 97%.



direta quanto inversa). A figura 6 representa o logaritmo do tempo em função do ângulo Δ . Este, obtido por técnica elipsométrica, representa a retardação de fase gerada entre os feixes paralelo e perpendicular (em relação ao plano de incidência da radiação) após a reflexão da luz no metal.

O conhecimento mecanístico da corrosão dos aços patináveis tem propiciado o desenvolvimento de ligas mais resistentes à corrosão atmosférica, além de auxiliar na correta utilização desses materiais.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- PANNONI F., *Investigação elipsométrica do efeito do ar atmosférico sobre um aço carbono e um aço patinável*. Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Engenharia Metalúrgica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1988.
- EVANS U. R. e TAYLOR C. A. J., 'Mechanism of atmospheric rusting', *Corrosion Science*, vol. 12, p. 227, 1972.
- MISAWA T., ASAMI K., HASHIMOTO K. e SHIMODAIRA S., 'The mechanism of atmospheric rusting and the protective amorphous rust on low alloy steel', *Corrosion Science*, vol. 14, p. 279, 1974.
- MIRANDA L. R. de, 'Les aspects électrochimiques de la corrosion atmosphérique des aciers patinables', *Rapports Techniques CEBELCOR*, vol. 125, R.T. 221, 1974.

II PLANO NACIONAL

Até final de outubro continua vigente o I Plano Nacional de Informática e Automação (Planin), graças à proposta da Câmara dos Deputados, aprovada pelo Senado Federal em fins de abril, que adiou por mais seis meses a votação de um segundo plano para o setor. O II Planin terá como meta uma revisão cuidadosa do plano em vigor, de forma a corrigir falhas e a resgatar medidas e incentivos que colaboraram para o crescimento e a prosperidade da área. Algumas avaliações do desempenho da indústria brasileira de informática apontam um avanço significativo a partir da Lei n.º 7.232, também conhecida como Lei de Informática, aprovada pelo Congresso em 3 de outubro de 1984.

A oferta de empregos de nível superior na indústria nacional vem crescendo a uma média anual aproximada de 20%. É importante notar que no setor de

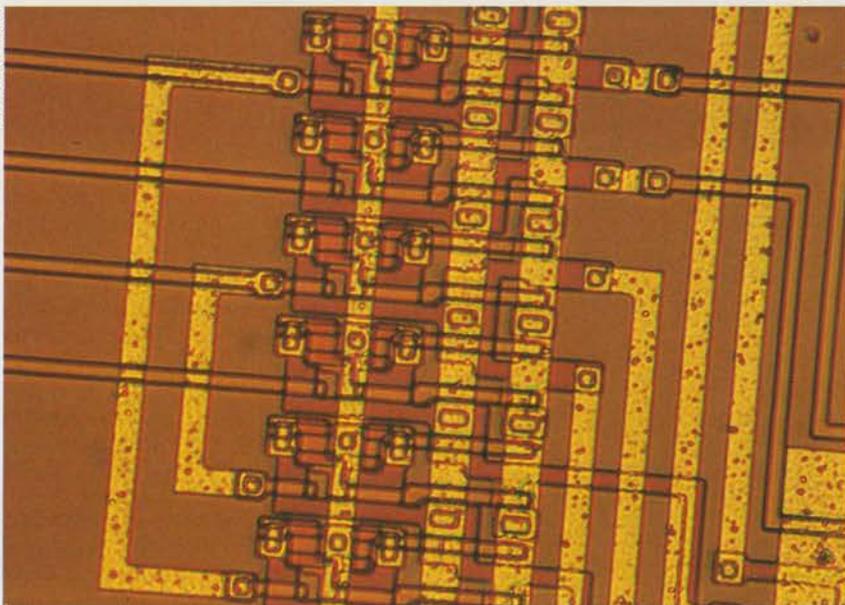
informática os profissionais de nível superior representam cerca de 35% do total, enquanto na indústria de transformação não chegam a 5%. Esses dados mostram que os fabricantes de computadores têm investido mais do que outros setores da economia na absorção de mão-de-obra especializada.

O faturamento bruto das empresas brasileiras de computadores e periféricos cresceu de 847 milhões de dólares em 1984 para 1.905 milhão no ano passado: 125% em apenas quatro anos. Dados da Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos (Abicom) negam que a Lei de Informática constituía um fator de inibição para as importações no setor. Após a implementação da Lei n.º 7.232, o Brasil autorizou

importações de bens de informática em um montante superior a 3.600 milhões de dólares, numa média anual de 900 milhões de dólares. Antes, a balança comercial das empresas estrangeiras atuando no Brasil era sistematicamente negativa, situação revertida segundo a Secretaria Especial de Informática.

Com o objetivo de contribuir para a elaboração de um plano adequado às necessidades e condições brasileiras, *Ciência Hoje* organizou uma mesa-redonda da qual participaram Antonio Olinto (Laboratório Nacional de Computação Científica), Clésio Saraiva dos Santos (Sociedade Brasileira de Computação), José Rubens Dória Porto (ex-Secretário Especial de Informática), Luiz de Castro Martins (Comissão para Assuntos de Informática da SBPC), Manoel Fernando Calicchio (Movimento Brasil Informática), Luciano Coutinho (Universidade Estadual de Campinas), Alberto Passos Guimarães e Ennio Candotti (editores de *Ciência Hoje*). Segue uma síntese das exposições.

foto Dick Weilton



L DE INFORMÁTICA

Clésio: O Planin não é um documento de definição política, mas de complementação. Não cabe a ele equacionar todos os problemas que são levantados e sim reconhecer os que procedem e encontrar medidas capazes de solucioná-los adequadamente. Esse plano deve conduzir as questões que têm respostas; não deve ser um documento polêmico. Não tem que ser quantitativo no sentido de estabelecer metas muito específicas. Por outro lado, se ele se fixar em generalidades, pode deixar escapar pontos importantes.

Calicchio: É importante que no âmbito do Congresso Nacional se discutam as diretrizes gerais da política e não um plano operacional. Acredito que o Planin deva conter os grandes objetivos e as prioridades que eventualmente possam ser objeto de planos setoriais, como a área de microeletrônica, recursos humanos, *software* etc.

Dória: Observam-se no I Planin uma série de diretrizes gerais, instruções de natureza política que, sem dúvida alguma, devem constar de um segundo plano a ser submetido ao Congresso. Mas isso não impede que se estipulem metas quantitativas, particularmente para as atividades que dependem de recursos governamentais. Metas que, inclusive, estavam colocadas no I Planin. Havia uma previsão de três anos para a alocação de verbas para p&d, formação de recursos humanos e outras áreas, definindo prioridades. Esses números não existiam por acaso: eram o resultado de um conjunto de trabalhos realizados para a área de microeletrônica, automação, computação etc., que, em alguns casos, continham detalhes até o nível de projeto. Esses trabalhos foram feitos a partir de consulta ampla a todos os setores interessados. Embora tenha sido difícil chegar a um consenso, foi possível quantificar, prever programas, projetos, estimar recursos para um horizonte de três anos. Todos esses itens constam no primeiro plano. No entanto, ele era incompatível com o modelo de gerência e planejamento do país. Existe ainda outra questão: se olharmos para o que ocorre em c&t no país, vamos perceber uma grande insatisfação das pessoas frente à eventual falta de competitividade dos produtos brasileiros, particularmente no que se refere a tecnologias mais modernas. Mas ninguém quer entender que, para haver competitividade, é preciso investir em p&d, na formação de recursos humanos. Não adianta cobrar se não se faz investimento. Se, na expectativa de obter recursos, tentarmos especificar tudo no Planin, mais uma vez

iremos nos frustrar. É necessário que as entidades se comprometam, que se especifique a fonte de recursos, senão tudo vai acabar se transformando em apenas um desejo.

Olinto: O desenvolvimento da informática no país não pode ocorrer de forma dissociada de outras tecnologias nem da capacitação de recursos humanos. Alguns colegas de institutos e laboratórios sentiram-se prejudicados com a limitação que a reserva de mercado significou em termos de políticas e equipamentos necessários às universidades e laboratórios de pesquisa. Agora, a SEI parece estar abrindo a discussão sobre esse problema. É preciso deixar claro que qualquer plano para a área de informática deve levar em conta o desenvolvimento da tecnologia como um todo. As medidas a serem adotadas não podem inibir o desenvolvimento tecnológico em geral. Deveria existir salvo-conduto para a importação de equipamentos por determinadas áreas — como a biotecnologia —, se eles forem necessários para o desenvolvimento de suas pesquisas. Isso não está acontecendo. Até mesmo a aplicação pelas empresas dos 5% do Planin para o desenvolvimento de c&t ocorre na maioria das vezes de forma muito específica, na informática *stricto sensu*, quando deveria ser em *lato sensu*.

Luiz Martins: Voltando ao tema do nível de detalhamento, insisto em que o Planin não está nem do lado de uma lei puramente regular, conceitual, nem do lado de uma lei executora, como a do orçamento. Ele é um meio termo. Por ser um plano trienal, deve ser visto como uma sintonização da aplicação da lei de informática de três em três anos. Não creio que deva continuar em aberto; penso, de fato, que tem que se estreitar um pouco o foco para poder estabelecer direções em que os agentes são os responsáveis.

Ennio: É exatamente pela falta de um programa de governo mais consistente que a discussão se torna mais política. Provavelmente na próxima discussão do Planin não se falará mais sobre metas quantitativas, mas sobre a Política Nacional de Informática (PNI). Fazer um diagnóstico da atual situação da PNI é essencial para avaliar o que resultou do Planin I: o que se conseguiu fazer e o que deixou de ser feito. Levando em conta essa realidade (falta de planejamento industrial, de coerência e de unidade por parte do governo), poderíamos discutir algumas soluções. O segundo plano deveria, nas suas diretrizes, preparar o terreno pa- ▶

ra o próximo salto. Sem formalizar um mercado diferente, com as guias da Cacex substituindo as da SEI... Seríamos capazes de iniciar uma caminhada nessa direção? Ou devemos fazer um Planin inviável à interrupção da reserva de mercado? São essas decisões políticas que vão marcar toda a filosofia do novo plano.

Calicchio: É curioso notar que os indicadores de desempenho do setor são todos do tipo quantitativo, o que mostra que a política foi um sucesso. Não há indicação de eventuais deficiências.

Ennio: Apesar de todos os indicadores serem favoráveis, encontraríamos dificuldades numa discussão no Congresso.

Calicchio: Apesar das dificuldades, acredito que teríamos mais chance se nos fixássemos nessa linha de detecção de falhas, busca de caminhos alternativos e definição de opções.

Alberto Passos: Eu diria que a bandeira da crítica às falhas da execução da política deve estar nas mãos dos defensores de tal política. Temos que tomar a bandeira das mãos dos seus inimigos.

Clésio: Falta estabelecer como essa análise deve ser feita e quais os indicadores que utilizaremos para avaliar se essa política deu certo ou não. Será que o aumento do faturamento do setor ocorreu em função do plano? Como não havia objetivos explicitamente colocados, não existe hoje critério para se julgar o sucesso ou insucesso do plano.

É necessária uma permanente organização, disposição e comprometimento para levar para a frente um plano como esse.

Dória: É clara a necessidade de uma avaliação, mas ela deveria ser feita anualmente — como aliás é previsto em lei — com a participação do Congresso Nacional. Desta forma, as deficiências podem ser corrigidas a tempo. Estamos agora discutindo o Planin II e, dentro de três anos, iremos nos reunir de novo para ver o que foi feito. Não adianta! É necessária uma permanente organização, disposição e comprometimento para levá-lo adiante.

Luiz Martins: É preciso que o Conin e o Congresso cumpram com sua obrigação de fazer as revisões anuais do Planin. Se isso tivesse sido feito com o primeiro plano, omissões e erros teriam sido corrigidos quase espontaneamente.

Calicchio: Pela leitura do Planin II nota-se que a avaliação feita da política de informática é tópica. Buscou-se pinçar os indicadores do desempenho do setor como um todo e, obviamente, eles se mostraram excelentes. Não há dúvidas que o setor cresceu, gerou empregos, aumentou o número de empresas etc. O quadro atual desse capítulo é cor-de-rosa. Mas ainda não se fez um diagnóstico dos pon-

tos de estrangulamento. Existem conflitos sérios no contexto de uma política industrial geral que prejudicam o setor.

Olinto: A meu ver, o Planin deveria estimular fusões de indústrias nacionais.

Dória: Isso está proposto no novo texto, mas eu particularmente sou contra. Numa área como essa, gera-se no mundo inteiro uma quantidade enorme de oportunidades para o surgimento de pequenas empresas, desde que tenham algumas condições adequadas. Por que vamos fazer o contrário aqui no Brasil? Não devemos atacar na frente da grande escala de investimentos e sim escolher nosso nicho adequado, o da pequena empresa, da criatividade, do dinamismo próprio desse setor tecnológico. O grande grupo brasileiro que porventura existir só estará guardando lugar para qualquer grande grupo mundial. Só terá chances de sobreviver quem tiver o dinamismo próprio do pequeno.

Calicchio: O faturamento global do setor no Brasil certamente corresponde ao faturamento de uma única empresa norte-americana. Isso é ridículo!

Dória: Muita gente gosta de usar a Coréia do Sul como exemplo, dizendo que ela já está fazendo microeletrônica, memória etc. A Coréia do Sul tem quatro grandes conglomerados. Qualquer um deles — com um faturamento de 20 a 25 bilhões de dólares ao ano — é maior que a Petrobrás inteira. Isso não é o Brasil! Se formos optar por esse modelo, não teremos condições de assumi-lo.

Olinto: Então, quando a reserva acabar, será mais conveniente fortalecer a microempresa?

Dória: A microempresa tem possibilidade de viver. Quando a dinâmica tecnológica é muito acentuada, o que ocorre? A grande empresa já fez pesados investimentos numa determinada direção, para uma dada solução tecnológica e não pode jogá-los pela janela. Então, quando aparece uma solução nova, aquele que não fez o investimento pesado consegue entrar nela, ganhando liderança. Nós precisamos ter essa competência e para isso devemos reunir pessoas preparadas. Não há como negar que o ponto central da política de informática é o emprego de pessoal mais qualificado. Não é por acaso que grande parte dos vestibulandos se prepara hoje para os cursos de informática. Isso não ocorre na área de farmácia ou biotecnologia, que têm características muito próximas. A geração de mão-de-obra qualificada é, portanto, o parâmetro e o marco de tal política.

Clésio: Existe uma outra questão que diz respeito à organização *sui generis* da área de informática. A SEI sempre apresentou os números do setor in-

dustrial, das empresas existentes, sua classificação de acordo com o porte e a função etc. É uma área organizada e que paga um preço por ser assim. Tudo o que acontece na informática é muito visível e isso chama a atenção do inimigo. A ele são mostradas as estratégias, o modo de agir do setor etc. Por outro lado, o país está começando a encarar problemas que parecem muito maiores que os da informática. Um deles é o da distribuição de renda. Sabe-se que na área de alta tecnologia não se consegue exportar sem ter um mercado interno forte. No setor de informática, a exportação não depende do excedente, mas da qualidade. A esperança que se tem é que a informática — tal como foi estruturada e organizada — sirva de modelo para os outros setores.

Luiz Martins: Conversando com um renomado professor, ex-diretor de um prestigiado departamento de engenharia mecânica de universidade brasileira, me dei conta que ele não sabia que hoje só é possível ensinar uma engenharia decente no país graças à reserva de mercado fortíssima que existiu naquele setor e que durou 15 anos. Até quatro anos atrás, nenhuma empresa estrangeira de engenharia podia fazer projeto no Brasil se não fosse subcontratada por uma empresa nacional. Foi graças à reserva de mercado que nossas empresas de engenharia ganharam competência a ponto de terem sido contratadas por países do Oriente. E esse professor é contrário à atual reserva de informática.

Dória: Cabe ressaltar que tal reserva foi derrubada em 1986 por pressão norte-americana.

Calicchio: Pela lei, a universidade sempre pôde importar equipamentos não produzidos no país. Às vezes, a SEI criava dificuldades por falta de recursos, mas a política de informática sempre permitiu importar.

Olinto: Existem problemas concretos. Se quisermos importar um microcomputador, por exemplo, não poderemos fazê-lo porque existe o similar nacional. Mas acontece que nem sempre o equipamento brasileiro é adequado, além de não possuir o desempenho e a manutenção do importado. No meio acadêmico, em áreas de pesquisa, quando se trabalha com computadores que apresentam problemas e não têm manutenção adequada, a irritação é grande. Conheço várias pessoas progressistas, nacionalistas, que sempre combateram as multinacionais mas que odeiam a reserva de mercado porque se vêem limitadas nas suas pesquisas.

Clésio: É bom lembrar que, antes de se instalar essa forma de encarar a informática, as universidades não dispunham de equipamentos de último tipo por uma razão que ainda hoje persiste: falta de recursos. Naquela época não havia restrições à im-

portação, mas também não éramos vistos como um mercado suficientemente competente para demandar equipamentos sofisticados. Costumávamos ser receptores de máquinas obsoletas. O próprio fato de estarmos hoje conscientes da existência de uma demanda qualificada de elementos de difícil acesso — seja pela política de reserva, seja por motivos econômicos — decorre, em parte, da competência que se instalou na área de informática e do crescimento da área científica como um todo. Não se trata de um problema advindo da reserva. A política de informática trouxe novamente um velho problema, mas de uma maneira bem mais qualificada: hoje não possuímos determinados elementos mas temos competência para identificar tal necessidade.

Luciano: Negar a insatisfação e o quadro de dificuldades é uma estupidez. Convivemos com problemas típicos de uma indústria imatura: dificuldades de assistência técnica, regularidade, preço, controle de qualidade. São sintomas de uma indústria que ainda não se solidificou. Ou somos capazes de começar uma nova etapa para a informática, inscrita dentro de uma política industrial e de desenvolvimento tecnológico do país, ou então vamos ficar chafurdando em questões miúdas. Precisamos repensar globalmente essa política, a partir de uma nova orientação: como acelerar a transição de uma estrutura industrial fragmentada e ainda não amadurecida para outra mais robusta e mais madura do ponto de vista empresarial? A comunidade científica deveria se envolver de modo a ser uma voz ativa na liderança desse processo. É necessário refletir e imaginar um projeto para *software*, para a área de microeletrônica e de equipamentos. Devemos descobrir como combinar uma política para desenvolvimento de estação de trabalho com uma de suprimento e de abastecimento na universidade e em outros setores. Ou bem tentamos formular uma perspectiva com certo grau de ousadia, que possa significar um avanço substantivo para todo o esforço de uma política de informática, ou correremos o risco de perder o trabalho acumulado.

Calicchio: Como construir um Planin que facilite esse processo? Deveríamos primeiro fazer um diagnóstico do momento que vivemos e da conjuntura do setor. A proposta do Planin, a meu ver, é muito parcial. Há uma grande lista de indicadores que mostram o sucesso geral da política de informática. Porém não se mencionam os pontos de estrangulamento, principalmente no que diz respeito à ação do Estado e à iniciativa privada. Ao Estado poderíamos perguntar se a política de financiamento e de incentivos foi adequada, se a normatização e a fiscalização foram corretas, se houve compatibilidade entre a política de controle de impor- ▶

Como acelerar a transição de uma estrutura industrial fragmentada para outra mais robusta, mais amadurecida? Os cientistas devem assumir uma voz ativa na liderança desse processo.

tações e aplicação de incentivos, se foram alcançadas as metas de formação de recursos humanos etc.

Luciano: Deixe-me discordar. Não acredito que os problemas da área possam ser resolvidos a partir de acertos e avaliações de política cambial, importação, licenciamento e formação de recursos humanos. O que temos é um quadro de deterioração da capacidade do Estado na realização de qualquer política, uma situação conjuntural grave para a política de c&t como um todo. Para pensar o Planin em três anos, deveríamos situar a política de informática no contexto geral do país: na questão da capacitação de recursos humanos e na possibilidade do Brasil de acompanhar a aceleração tecnológica do resto do mundo, recuperando um mínimo de dinamismo. É fundamental imaginar como a política de informática deve articular-se com uma política industrial, se vamos optar pela proposta neoliberal de abertura da economia ou se vamos imaginar outro rumo para a estrutura industrial brasileira, em que seja possível combinar uma expansão grande do mercado interno com produtividade crescente e com a inserção também no sistema internacional. Tudo o que está em jogo depende do país sair do atoleiro, da crise profunda em que se encontra o Estado. A política de c&t no Brasil deve estabelecer prioridades para o desenvolvimento científico e tecnológico, assumindo todas as consequências. Isto implicaria atingir um índice de investimento expressivo, engajar pesadamente o setor privado e estruturar um sistema de c&t a nível governamental.

É fundamental que a política de informática não venha a inibir qualquer desenvolvimento científico ou tecnológico, mesmo em área aparentemente não relacionada à informática.

Calicchio: A política de informática foi discutida no âmbito do Congresso Nacional sob todos os aspectos. Felizmente, tanto a comunidade científica quanto os segmentos nacionalistas das Forças Armadas apontaram para a mesma direção: a de um modelo de desenvolvimento econômico que privilegiasse a autonomia tecnológica nacional, a criação de uma indústria forte no setor e a geração de empregos qualificados. Surpreendentemente a lei da reserva foi aprovada num momento extremamente desfavorável. A política de informática era um estranho no ninho, pois nas outras áreas da política industrial não havia nada parecido.

Luiz Martins: De qualquer forma, não podemos deixar de prestar atenção às queixas. Mencionouse aqui o problema da universidade, a necessidade de se ter mais instrumentos para a pesquisa. Eu colocaria uma outra queixa. Que se refere à questão do *software*. A política de *software* sempre esteve atrelada à de *hardware*, assim como a própria política de serviços. No momento de repensar a linha que vamos seguir, isso deve ser levado em conta, ou então, ao invés de contribuir para o desenvolvimento, estaremos promovendo o enrijecimento.

Luciano: Se o sistema não está produzindo resultados econômicos, se a expansão da capacitação interna está sendo obstaculizada, devemos identificar os problemas e removê-los. A política deve ter como fundamento habilitar o país para que ele participe dos avanços científicos e industriais; deve funcionar também como um motor dinâmico que irradie a capacidade de crescer para o resto do sistema industrial.

Clésio: Em relação à capacitação, tenho tido algumas discussões com grupos de empresários sobre como interpretar esses objetivos de autonomia tecnológica. Muitos acreditam que seria utópico para a política de informática pensar em colocar o Brasil na frente de outros países. Mas acho impossível ter como objetivo andar um pouco atrás dos países que estão na vanguarda. Nas áreas de ponta, se o Brasil andar seis meses atrás, pode ter um atraso de dez anos. Entendo que capacitação é habilitar o país a conceber novas soluções, de modo a colocar-se na vanguarda. Isso é utópico?

Ennio: É constante o conflito entre os planejadores econômicos e o mundo científico. A proposta de reivindicar recursos humanos é importante para que se criem novas formas de absorver essas competências. As áreas de tecnologia de ponta evoluem numa velocidade tal que não se pode esperar que o mercado demande mão-de-obra qualificada para começar a formá-la. Ou essa competência cria o próprio mercado ou o salto será sempre atrasado.

Luciano: Acredito que a seletividade, combinada com o fortalecimento da indústria nacional, possa ser um caminho consensual. As propostas para *software* e para microeletrônica contidas no Planin precisam ser repensadas cuidadosamente. Mas há um outro problema que diz respeito à conexão da política de informática com o sistema de automação industrial, que tem sido o tempo todo uma história de complementação da capacidade de oferta nacional com a importação. Agora temos que operar num nível de complexidade e seletividade muito mais detalhado e ágil. Às vezes é preferível reduzir temporariamente o grau de nacionalização de certos produtos em troca de preços mais baixos. Deve-se partir para uma rediscussão da política e para isso é necessário um grau mínimo de ousadia. A elaboração de um novo Planin é o momento para corrigir deficiências e descobrir novos caminhos para acumular forças e capacidades.

Olinto: O ponto fundamental é que a política de informática não pode inibir qualquer desenvolvimento científico e tecnológico, mesmo que num campo aparentemente não ligado à informática. Por outro lado, a informática é indispensável ao século XXI; ela tem a capacidade ímpar de propiciar avanços em países subdesenvolvidos. ■

A nova Constituição do Rio reservou 2% da receita do Estado para a Faperj. A ciência agradece.

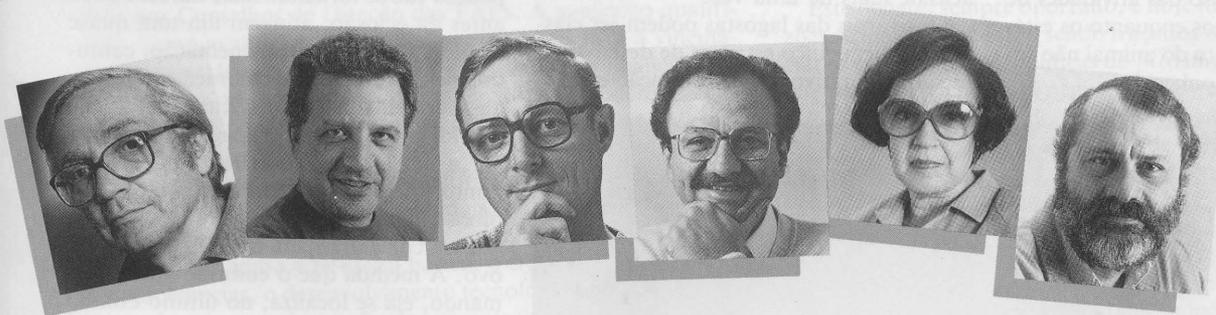
A Faperj, desde 1987, faz o possível e o impossível para estimular a pesquisa no Estado do Rio. Primeiro com recursos limitados, mais tarde com verbas estáveis, ela concedeu centenas de auxílios diretos e bolsas a pesquisadores atuando nas mais diversas áreas da ciência e da tecnologia.

Esse trabalho foi reconhecido.

Agora, com direito garantido a 2% da receita estadual, a Faperj pode ampliar ainda mais a sua atuação. Não só grupos de pesquisa, como também instituições se beneficiarão. E toda a ciência sairá ganhando.

Para isso, a Faperj criou uma nova modalidade de auxílio à pesquisa denominada *Projetos Especiais*, que abrange estudos de maior impacto no progresso científico do Estado.

A ciência só tem uma palavra para expressar os seus sentimentos diante de tudo isso: obrigada.



Estes são alguns cientistas que obtiveram da Faperj auxílios e bolsas para suas pesquisas.

- 1 - Professor Leopoldo de Meis.
- 2 - Professor Constantino Tsallis
- 3 - Professor Wolfgang Christian Pfeiffer
- 4 - Professor Jacob Pallis Junior
- 5 - Professora Dirce Côrtes Riedel
- 6 - Professor Humberto Brandi

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DO ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

FAPERJ

Fundação
de Amparo
à Pesquisa
do Estado do
Rio de Janeiro

Av. Erasmo Braga, 118 - 6º andar - Tels.: 221-5219 e 221-7846 - RJ

REPOVOAÇÃO DE LAGOSTAS NO HÁBITAT NATURAL

A lagosta é o crustáceo de maior valor econômico e social para o Nordeste brasileiro. No entanto, a pesca predatória e as alterações no seu hábitat, entre outros fatores, estão prejudicando a sobrevivência e reprodução da espécie. A cada ano diminuem os estoques conhecidos e o tamanho dos indivíduos capturados. Por isso, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e a ex-Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), absorvida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), vêm há algum tempo estudando novos processos para aumentar a produção e melhorar a produtividade.

Os principais problemas encontrados para o estudo da reprodução e cultivo desses palinurídeos são de natureza biológica: o longo tempo exigido para a larvicultura e a extrema agressividade das larvas e juvenis em cativeiro limitam as possibilidades de sucesso dos empreendimentos. Além disso, as exigências nutricionais das larvas são altas e ainda não estão esclarecidas. Elas crescem lentamente, mesmo em ambientes naturais, o que dificulta o sucesso das atividades de repovoação, pelo menos enquanto os estádios de desenvolvimento do animal não forem suficientemente conhecidos.

Com o objetivo de estudar amplamente os diversos estádios necessários para a complementação do ciclo biológico da lagosta vermelha *Panulirus argus*, o Ibama realizou durante quatro anos (1984-1988) um experimento junto a uma pequena indústria lagosteira, localizada na praia do Pina, em Recife, uma área que nos primeiros anos de exportação foi considerada das mais promissoras (figura 1). Ali foram instaladas maternidade, incubadora e laboratório destinados à observação e criação dessa lagosta, do ovo até a larva.

A reprodução das lagostas ocorre por acasalamento e deposição, sobre o externo da fêmea, da massa espermatofórica (espermoteca) do macho. Inicialmente gelatinosa e incolor, essa massa se torna, em contato com a água, rígida e escura. Como existem machos capazes de copular em qualquer época, fêmeas com espermoteca podem ser encontradas durante todo o ano, embora isso não signifique necessariamente que elas estejam em reprodução. É possível que uma mesma fêmea acasale mais de uma vez.

Os ovários das lagostas podem ser classificados em cinco estádios de desenvolvimento maturativo: (1) de coloração esbran-

quiçada e de superfície lisa, provavelmente de fêmeas que deverão entrar pela primeira vez em reprodução; (2) de coloração amarelada e ligeira rugosidade, apresentando, além das ovogêneas (óvulos não maduros nem fecundáveis), numerosos ovócitos I e II (originados por duas segmentações sucessivas das ovogêneas); (3) dotados de estrutura complexa, de coloração alaranjada, com membrana muito transparente, em que aparecem os primeiros óvulos, que podem ser liberados com uma leve pressão nas paredes do órgão; (4) de aspecto uniforme, bastante volumoso, de coloração alaranjada, quase vermelha, nos quais os óvulos também são liberados com pequena pressão; (5) flácidos, com numerosos espaços vazios, resultantes da liberação dos óvulos.

Ao serem expelidos, os óvulos são fertilizados externamente pelo esperma contido na espermoteca e liberado quando a fêmea arranha o local com as pequenas unhas da quinta pata. Os ovos fecundados apresentam — de acordo com a literatura especializada — cor marrom escura e aos poucos vão se tornando mais claros. Pouco antes da eclosão, atingem um tom quase incolor. Em nossa experimentação, contudo, eles apresentavam coloração alaranjada-avermelhada (figura 2.a), tonalidade que foi gradualmente se apagando, até chegar a um alaranjado brilhante com dois pontos negros, que dariam origem aos olhos (figura 2.b).

Essa cor alaranjada deve-se à gema do ovo. À medida que o embrião vai se formando, ela se localiza, no último estágio embrionário, no cefalotórax do embrião, que a absorve e distribui por toda parte do seu corpo. O embrião, todo encurvado, é envolto por duas películas, uma externa e outra interna. Ainda dentro do ovo, ele toma uma cor transparente, com manchas avermelhadas em suas patas ou pereópodos (figura 2.c). Logo em seguida dá-se a eclosão do ovo, com a transformação do estágio embrionário em larva transparente, leitosa e brilhante (figura 2.d).

De modo geral, a fecundidade destas espécies aumenta com o comprimento do indivíduo. A lagosta *Panulirus laeviscauda* (de Cabo Verde) apresenta um crescimento final inferior à lagosta *P. argus* e, por conseguinte, desova com um comprimento me-

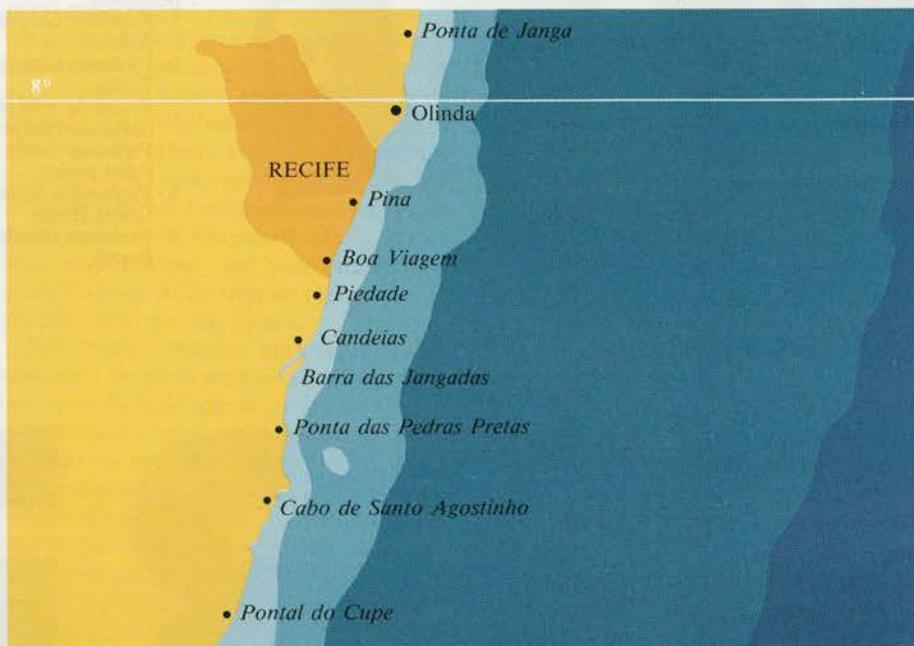
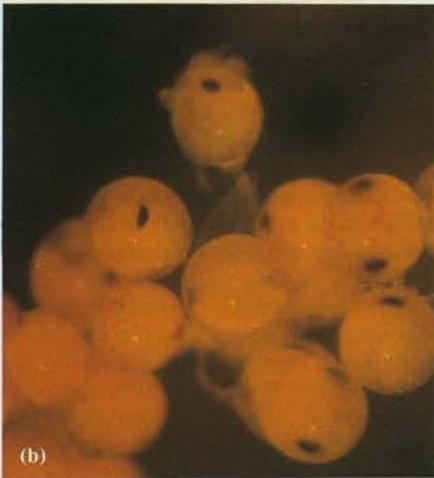


Fig. 1. Praia do Pina, Recife (PE), centro de pesca e pesquisa da lagosta.



fotos cedidas pela autora

Fig. 2. Desenvolvimento dos ovos fecundados até a eclosão: (a) os ovos fecundados apresentam coloração alaranjada-avermelhada; (b) os olhos começam a se formar; (c) o ovo, transparente, deixa entrever as patas; (d) transformação do estágio embrionário em larva transparente que ainda sofrerá metamorfose.

nor. Foi observado que, em geral, 50% das lagostas da espécie *P. argus* completam a primeira maturação sexual ao atingir 18,3 centímetros de comprimento total, enquanto a mesma proporção de *P. laeviscauda* a completaria com cerca de 15,8 centímetros.

Vários trabalhos foram publicados sobre a fecundidade das lagostas e nem sempre os dados coincidem: a fecundidade de *P. argus* variou entre 108.176 e 728.019 ovos, enquanto a da espécie *P. laeviscauda* variou de 37.763 a 458.984 ovos. Vários autores estudaram também a época de reprodução da lagosta. Todos afirmam que é possível encontrar fêmeas reproduzindo durante todo o ano. Entretanto, os meses de março e abril são tidos como o período em que maior número de indivíduos realizam a desova. Outro período de desova coletiva, segundo estudos, tem início em julho. A desova das lagostas é definida como periódica (anual), mas pode ser considerada parcelada, com início em março e continuação em julho.

A desova da lagosta deve ocorrer em áreas mais profundas, próximas ao talude continental. As larvas, denominadas *phyllosoma*, ficam à mercê das correntes marítimas e são por estas levadas para as áreas costeiras, onde se desenvolvem. Permanecem de seis meses a um ano misturadas ao plâncton. Durante este período, as larvas passam por dez a 12 estádios de evolução, razoavelmente definidos, completando sua metamorfose até o estágio *puerulus*, que marca o início de uma existência bentônica, característica dos seres que vivem ligados a qualquer tipo de substrato.

As *phyllosomae* são tipicamente transparentes, achatadas e de pernas longas, forma que certamente maximiza sua capacidade de boiar. Os *puerulus*, apesar de ainda transparentes e levemente achatados, já parecem lagostas em miniatura. Esta aparência progride e é melhorada à medida que as pós-larvas desenvolvem pigmentação, o que acontece alguns dias depois de se acomodarem no fundo do mar.

A maior parte das migrações ocorre por ocasião da passagem de um estágio do ciclo vital para outro, ou em resposta às mudanças sazonais do ambiente. O estágio larval é responsável pelo imenso potencial de dispersão da espécie, por causa do longo período planctônico. Nesta fase, o ciclo migratório parece se dar num sentido perpendicular à costa marítima, em direção a áreas rasas.

Estádios larvais de *P. argus* foram obtidos em laboratório, a partir de fêmeas ovadas, cujos ovos fertilizados se desenvolveram normalmente, prosseguindo em sua evolução e chegando aos estádios larvais denominados prenaufilossoma, naufilossoma e prefilossoma.

Em 1934, em um simples arrasto de plâncton, José R. A. Guimarães encontrou filossomas de lagostas *Panulirus* spp (figura 3) na praia de Santos (SP), onde estava sendo instalado o Instituto de Pesca Marítima. Outras descrições destes estádios foram feitas pelo pesquisador cubano J. A. Baisre, em 1964, e, mais recentemente (1980), pelos norte-americanos B. F. Phillips e A. N. Sastry, que constataram o desenvolvimento dos filossomas em 11 estádios. Pesquisadores cearenses tentaram em 1967 provar o estágio de filossoma, através da extração de embriões em fêmeas ovadas, mas não obtiveram êxito.

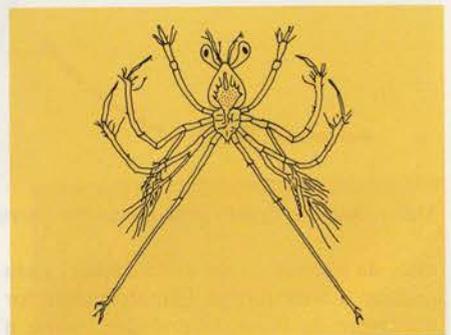


Fig. 3. Filossoma (larva de lagosta), aumentado 11 vezes aproximadamente.

Só com a pesquisa realizada na praia do Pina é que se conseguiu realmente comprovar a existência das fases larvais de prenaufilossoma, naufilossoma e prefilossoma no processo evolutivo da lagosta. É nessas fases que se pode intervir para delimitar seu crescimento e, conseqüentemente, o aumento de sua produção e produtividade.

Valdemira Maria Nunes de Araújo

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)

A MOSCA QUE RENDE US\$ 1 BILHÃO

Esta história começa quando um pesquisador do Instituto de Agricultura Tropical de Trinidad, D. J. Billes, observou pela primeira vez, em 1941, o hábito peculiar da mosquinha *Forcipomyia* de visitar a flor do cacauete e polinizá-la. Ocorre que a amêndoa do cacauete — base da elaboração do chocolate — resulta da reprodução sexuada desta planta, na qual o elemento masculino (pólen) tem que caminhar na busca do elemento feminino da flor (estig-

to Silva e John A. Winder, do Centro de Pesquisas do Cacau, na Bahia, em 1971, quando passamos a integrar a equipe. O estudo, concluído em 1984, não teria avançado sem a participação de Willis W. Wirth, taxônomo do Museu de História Natural de Washington, especialista em insetos ceratopogonídeos (família dos maruins), da ordem díptera. Ele nos orientou na criação da mosquinha em laboratório e, terminada essa tarefa, verificamos que

mais bem alimentados. Trata-se de um exemplo da forma mais completa de seleção natural, algumas vezes denominada 'seleção mútua'.

Ao estudar a polinização do cacauete, desenvolvemos duas direções principais para a pesquisa: de um lado, a biologia e os hábitos do inseto; de outro, o diagnóstico sobre seus locais naturais de criação. A identidade dos insetos capturados quando polinizavam as flores do cacauete foi confirmada por Wirth. Posteriormente, depois de conseguir criá-los em laboratório e conhecendo seus hábitos de polinização e de reprodução, foi possível propor medidas práticas de manejo de cacauais, visando ao aumento da produção pela multiplicação natural dos insetos polinizadores.

Entre as angiospermas, o cacauete constitui um caso especial, porque normalmente o pólen produzido por uma flor não é compatível com o gineceu (conjunto de órgãos femininos) de flores da mesma árvore. O pólen manifesta preferivelmente sua fertilidade quando depositado no pistilo da flor de outra planta de mesma espécie, o que caracteriza a chamada 'compatibilidade cruzada'.

Neste ponto, entra em jogo o papel da mosquinha *Forcipomyia*, tão pequena que o olho destreinado tem dificuldades para percebê-la. Observamos a mosquinha polinizar a flor enquanto ela andava, provando a superfície interior dos estaminóides. Eventualmente ela entrava nas conchas das pétalas, onde o pólen aderiria a seu dorso (figura 1). O espaço entre o estigma e os estaminóides é de tamanho apropriado para permitir a passagem do inseto, mas sua carga de pólen fica retida no estigma quando ele termina seu trajeto (figura 2).

A fêmea *Forcipomyia* jovem, quase minúscula (1,5mm de comprimento por 2 mm de envergadura), copula com o macho no ar, seguindo um hábito denominado 'revoada comunitária', particular aos ceratopogonídeos. Este hábito foi confirmado na Bahia, onde os insetos foram capturados simultaneamente com armadilhas de sucção colocadas acima do solo do cacauete, em três alturas: dois, seis e 12 metros.

Depois de fecundada, a fêmea passa por um período de cerca de 12 dias de gestação e amadurecimento dos ovos. Estudando fêmeas grávidas capturadas manualmente no campo, verificamos que elas põem

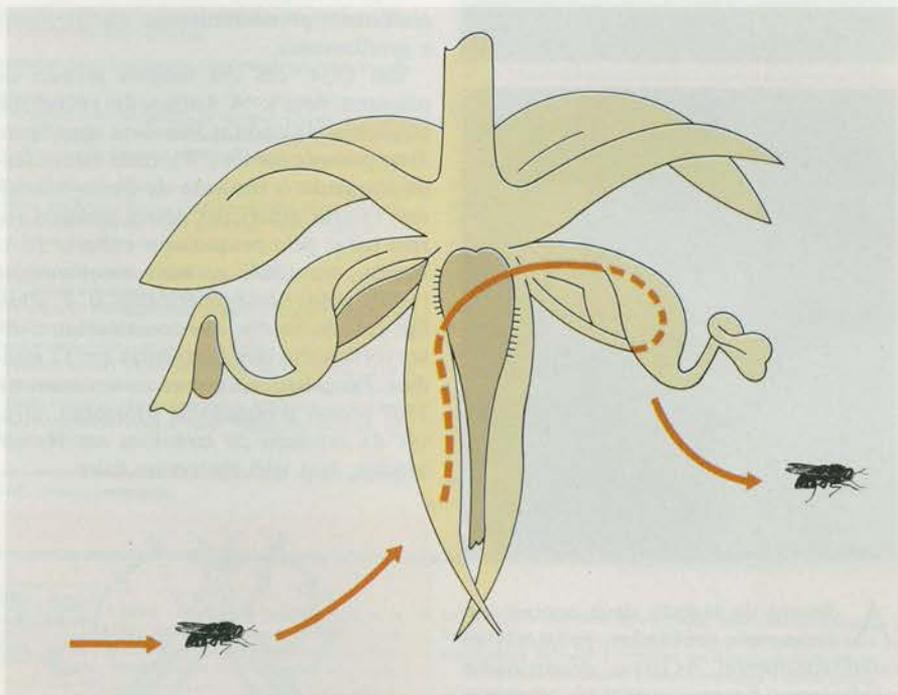


Fig. 1. Roteiro seguido pela mosquinha *Forcipomyia* para polinizar a flor do cacauete.

ma), da mesma ou de outra árvore, para realizar a fecundação. Quanto maior for o número de flores fecundadas, maior a produção de amêndoas. A exportação dessas amêndoas *in natura* representa para o Brasil 700 milhões de dólares ao ano, além de 300 milhões que rende a sua comercialização no exterior depois de processadas industrialmente, seja na forma de licor ou como base para a fabricação de chocolate. Além disso, o cacauete significa emprego para mais de dois milhões de brasileiros, no campo e nas cidades.

Em nosso país, o interesse pelo papel polinizador da mosquinha *Forcipomyia* começou com um projeto de pesquisa intitulado 'Estudo de polinização natural do cacauete', inicialmente elaborado por Pedri-

meia dúzia de espécies novas da família *Ceratopogonidae* haviam sido descobertas. Posteriormente, verificou-se que todas elas participam ativamente da polinização do cacauete no Brasil e em outros países.

Na maioria das angiospermas, a polinização por insetos é resultante de um padrão de evolução mútua entre insetos e plantas, que assegura a sobrevivência de ambos. No caso do cacauete, o processo envolve a produção de flores em número excessivo, situação que se tornou conhecida como 'síndrome de gratificação do inseto'. Essa relação mutualista representa o mais alto evento da evolução conjunta das angiospermas e de seus insetos polinizadores, que se beneficiam uns aos outros: as flores são mais bem polinizadas e os insetos ficam

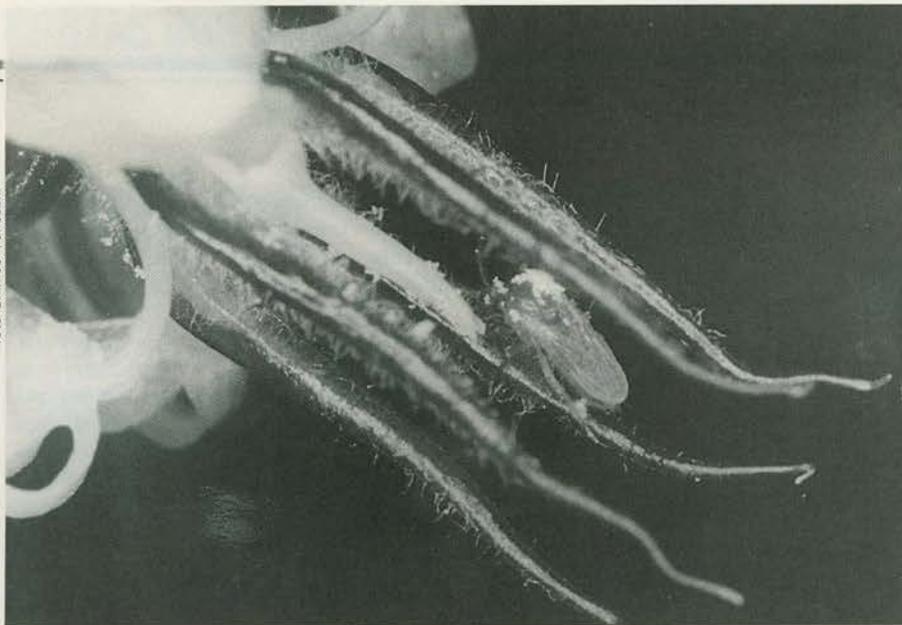


Fig. 2. Fotografia da mosquinha carregando grãos de pólen, ainda no interior da flor do cacauero, em aproximação de cerca de cem vezes.

ovos ao final de suas vidas, auxiliadas pelos estertores da morte, e deixam uma única desova, com 30 a 60 ovos que, juntos, assumem uma forma parecida com um cordão de contas. Em condições naturais, a oviposição é feita na camada de folhas do solo, mas há espécies também polinizadoras, do subgênero *Warmkea*, que depositam os ovos em habitats especializados como as cavidades na base das folhas dos gravatás, como *Vriesea procera*, onde a água fica armazenada durante os veranicos nas regiões de clima tropical úmido (ver 'Bromélias na trama da malária', em *Ciência Hoje* n.º 21).

Três a quatro dias depois, os ovos eclodem e dão origem a larvas milimétricas, que

emergem e caminham à procura de alimento. Este é constituído por fungos e bactérias, que crescem na matéria orgânica em decomposição. Observou-se o hábito de agregação dessas larvas até alcançarem sua saturação alimentar. Ao atingirem pleno desenvolvimento, elas estão medindo de dois a quatro milímetros e se acomodam para empupar (figura 3). O período larvar se completa em 12-14 dias, dependendo da espécie, da disponibilidade de alimento e da temperatura ambiente. O período pupal (na forma de casulo) dura três a quatro dias. Os machos emergem primeiro, as fêmeas depois. Em condições normais, o ciclo de vida se cumpre em aproximadamente um mês (figura 4).

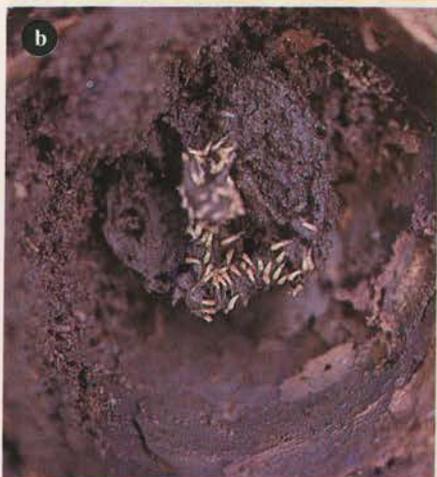
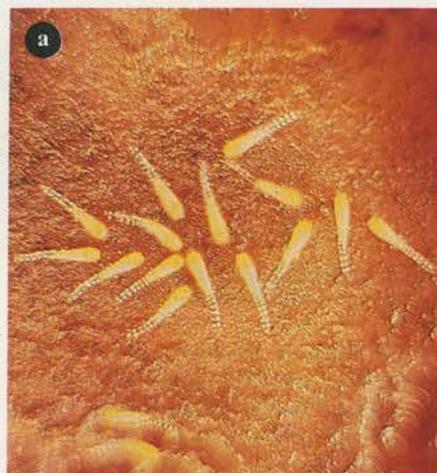


Fig. 3. À esquerda, larvas de *Forcipomyia* do último instar, alimentando-se de um complexo de fungos e bactérias no laboratório (aumento de aproximadamente 80 vezes). Acima, pupas em agregação no meio de cultivo, no laboratório (a) e em condições naturais (b). Aumento de aproximadamente 80 vezes.

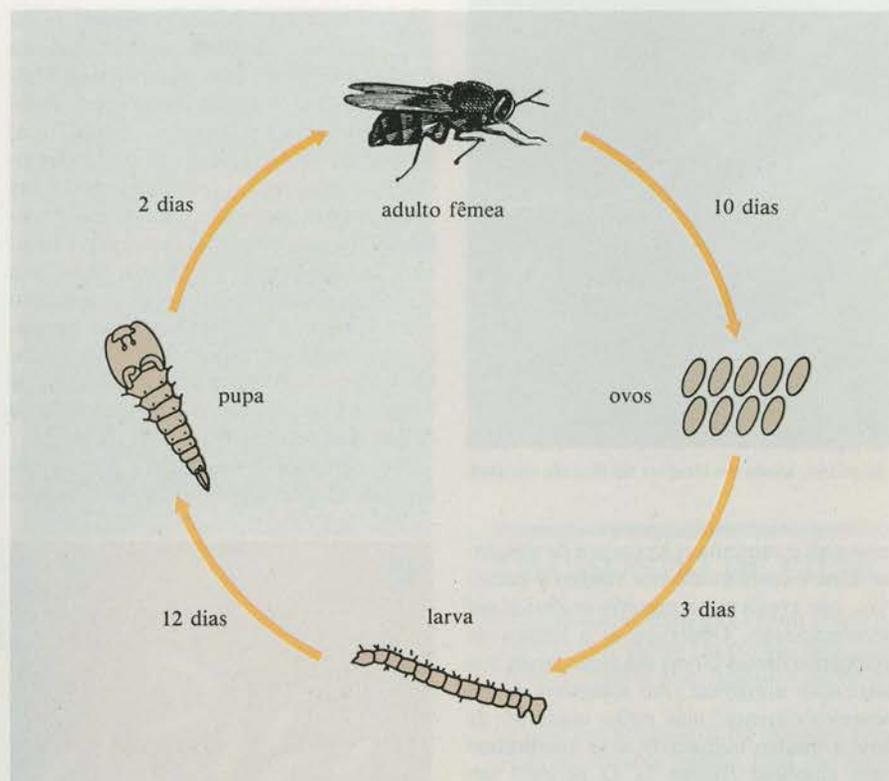


Fig. 4. Ilustração didática do ciclo de vida da mosquinha *Forcipomyia* em laboratório.

rada por alguns tipos de gravatás epífitos (que vivem apoiados em outras plantas), como a mencionada *Vriesea procera* (figura 5), que conservam água nos espaços interaxilares. No trópico sul-americano, a diversidade de vegetais que preservam água é grande, existindo plantas cujas flores desempenham o mesmo papel dos gravatás. A esse conjunto de vegetais conservadores de água os ecologistas dão o nome genérico de fitotélmatas.

As pesquisas de J. A. Winder na Bahia indicaram que a condição mais produtiva para a proliferação das mosquinhas é a existência da camada de folhas, que se enriquece ainda mais com a incorporação de pedaços de tronco (pseudocaules) de bananeira. Desta forma pode-se promover o aumento da população de polinizadores e estimular a produção do cacau. Na última Conferência Internacional de Pesquisas de Cacau, em São Domingo (República Dominicana), em 1987, experiências feitas em vários países confirmaram essa recomendação agrônômica. Entre as espécies de bananeira utilizadas, destacaram-se *Musa sapientum*, *M. paradisiaca* e *M. salbisiana* como as mais prolíficas para as mosquinhas. Sugeriu-se também a incorporação de re-



foto J. A. Winder

síduos de pós-colheita devidamente triturados à camada de folhas, pois as casqueiras de cacau são substratos que facilitam a multiplicação de fungos e bactérias saprófitas.

Outro fator importante é a preservação das árvores que fazem sombra e também protegem o cacau contra o excesso de energia solar, prejudicial a essa planta de

sub-bosque. Sem sombra, a água obtida da chuva se evapora rapidamente. A camada de folhas seca e as larvas das mosquinhas morrem por desidratação e falta de alimento.

Graças a essas pesquisas, podemos afirmar que o produtor de cacau desejoso de aumentar a colheita utilizando as mosquinhas *Forcipomyia* como agentes polinizadores deve ficar atento às seguintes recomendações: 1) preservar a camada de folhas que naturalmente se deposita ao longo do tempo sobre o solo; 2) no caso de plantações novas, adicionar matéria orgânica de origem vegetal, que favorecerá a multiplicação dos ceratopogonídeos polinizadores do cacau; 3) preservar a flora de gravatás-tanques e outras epífitas bromeliáceas existentes nas árvores de sombra, já que as mosquinhas se abrigam nos seus espaços interaxilares; 4) do ponto de vista ecológico, os sistemas de implantação de cacauais que utilizam plantas nativas como dossel de sombra oferecem vantagem

fig. 5. Gravatás-tanques (*Vriesea procera*), da família das bromeliáceas, fornecedores de mosquinhas *Forcipomyia* nos períodos de seca.

para a multiplicação de insetos polinizadores, porque estas árvores abrigam plantas epífitas e oferecem matéria orgânica seca abundante, facilitando a rápida obtenção da camada de folhas.

Saulo Jesús Soria

Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EM BUSCA DO OUROCARD.

COM O LANÇAMENTO DO OUROCARD, O BANCO DO BRASIL MUDAVA A HISTÓRIA DOS CARTÕES DE CRÉDITO NO PAÍS.

PELA PRIMEIRA VEZ UM SÓ CARTÃO SERVIA COMO CARTÃO DE CRÉDITO E DE GARANTIA DE CHEQUE, DAVA ACESSO AOS TERMINAIS ELETRÔNICOS, E PERMITIA SAQUE EM DINHEIRO, TANTO NAS AGÊNCIAS DO BANCO DO BRASIL COMO NOS ESTABELECIMENTOS LIGADOS AO CAIXA-OURO. DAÍ, OUTROS CARTÕES TAMBÉM COMEÇARAM A BUSCAR MAIS FACILIDADES.

COMO O OUROCARD, ELES RESOLVEM OS SEUS PROBLEMAS E TAMBÉM SÃO ÓTIMOS CARTÕES. ELES SÓ NÃO SÃO DO BANCO DO BRASIL.

OU SEJA: NEM TUDO QUE RELUZ É OUROCARD. VÁ EM BUSCA DO SEU.



**QUEM TEM
VALE OURO.**

"Eu só imito quem gosto". Luiz Ramalho, ator. Carlitos é uma de suas mais brilhantes imitações.



BANCO DO BRASIL

UM INSETICIDA NATURAL

Os inseticidas químicos se tornam a cada dia mais nocivos e ineficientes. São muitos os efeitos residuais que estas substâncias provocam e graves as consequências em termos de poluição ambiental. Isto sem falar da resistência crescente dos próprios insetos. Agora, no lugar dos inseticidas químicos, outro tipo de arma, bem mais poderosa e certa, começa a ganhar terreno no combate aos insetos indesejáveis: o bioinseticida. O segredo é muito simples: regula-se a densidade populacional dos insetos por meio de patógenos, parasitas ou predadores. Como se vê, muitas vezes, a natureza pode oferecer soluções mais eficazes, sem custos elevados para o meio ambiente.

Dentre os patógenos mais empregados estão microorganismos como vírus, bactérias, fungos, protozoários e nematóides, que podem causar doenças em insetos, alguns dos quais considerados verdadeiras pragas. Por isto, estes microorganismos são chamados entomopatogênicos. E neste grupo existem vários fungos excelentes para o controle de populações de insetos. São fungos que ocorrem na natureza, mas que podem ser produzidos por meios artificiais. Demonstraram eficiência contra um amplo número de espécies de insetos, não provocam infecções em parasitas e outros predadores considerados benéficos, além de não serem tóxicos para mamíferos.

A doença de insetos causada por fungos foi descrita pela primeira vez pelo italiano Agostinho Bassi, considerado por muitos o pai da patologia de insetos, em 1835. Mas a utilização destes fungos como agente controlador foi sugerida pelo russo Elie Metchnikoff, em 1879. Com a crescente ineficácia dos inseticidas químicos, a idéia foi retomada e hoje muitos países estão desenvolvendo programas científicos de controle biológico, entre eles a Inglaterra, a França, a União Soviética, a China, a Austrália e o Brasil. Há um grande número de fungos entomopatogênicos e os de maior interesse são as espécies de *Metarhizium*, *Beauveria*, *Verticillium*, *Nomuraea*, *Hirsutiella* e *Entomophthora*.

A ação dos bioinseticidas à base de fungos se diferencia dos demais porque os que são feitos com vírus, bactérias ou protozoários necessitam ser ingeridos pelo inseto para desencadear uma doença fatal. Ao contrário, a rota de invasão dos fungos entomopatogênicos passa pela superfície ex-

terna da cutícula. A doença provocada em insetos por fungos apresenta várias etapas. Primeiro, ocorre a ligação do conídeo (esporo assexuado) à cutícula do inseto (por meio de um processo ainda desconhecido). Em seguida, o conídeo germina, requerendo, para tanto, alta umidade relativa do ar (maior do que 60%) e temperatura entre 20 e 30°C.

A penetração da cutícula se faz por meio de forças mecânico-enzimáticas. Nesta fase, é importante a produção de enzimas extracelulares tais como lipases, proteases e quitinases, que facilitam a invasão do fungo no inseto. Estas enzimas atuam na dissolução dos principais componentes da cutícula, que são lipídios, proteínas e quitina. Após a invasão, o fungo se desenvolve no interior do inseto consumindo-lhe a água e os nutrientes. Em seguida passa a produzir toxinas que, se presume, são a *causa mortis* do hospedeiro. Esta morte é precedida por um período de tremores e da perda da coordenação motora, durante o qual o fungo facilmente se espalha por todo o corpo do inseto, imprimindo-lhe um aspecto de múmia. Uma vez morto o inseto, o fungo se espalha sobre o cadáver, emprestando-lhe um coloração variável de acordo com o tipo de fungo envolvido. O tempo que transcorre da penetração do fungo até a morte do inseto varia entre cinco e 15 dias, dependendo da espécie do inseto, do fungo usado e das condições de meio ambiente, como temperatura, umidade e radiação solar. Completado o ciclo, novas unidades infectivas (conídeos) aparecem, prontas para iniciar nova micose noutros insetos.

O Brasil ocupa uma posição de destaque nas pesquisas com o fungo *Metarhizium anisopliae*, utilizado no controle de cigarrinhas-da-cana-de-açúcar, especialmente no Nordeste, e no combate às cigarrinhas-das-pastagens (ver *Ciência Hoje* n.º 15). O interesse brasileiro também se explica pelo grande potencial deste fungo no controle de triatomíneos (barbeiros), insetos vetores da doença de Chagas, como comprovam as pesquisas conduzidas por Cláudio Luiz Messias, da Universidade Estadual de Campinas, e José Carlos da Silva, da Universidade Federal da Paraíba.

As experiências com este bioinseticida fazem parte de um programa de controle das cigarrinhas-da-cana-de-açúcar que tem o



ilustração Guy

apoio conjunto das agências governamentais, de usinas e cooperativas de uma vasta região nordestina — de Alagoas ao Rio Grande do Norte. Já se contam 19 anos de aplicação do *Metarhizium anisopliae* nas plantações desta área e, graças à eficácia do fungo, o emprego de inseticidas químicos estacionou desde então. Esta parte do Nordeste brasileiro é, hoje, a maior extensão de terras plantadas sujeita ao controle microbiano. Por isto, está sendo estudada a produção do *Metarhizium anisopliae* em larga escala. Para se chegar a um resultado comercialmente viável, várias técnicas diferentes de produção já foram examinadas. O objetivo é obter cultivos esporulados no menor tempo possível e livres de contaminações bacterianas e/ou fúngicas. Atualmente, o processo mais utilizado na produção e distribuição deste fungo é a cultura em sacos de polietileno, contendo arroz cozido como substrato para o desenvolvimento dos esporos do entomopatogênico. As aplicações no campo podem ser feitas por via terrestre ou aérea, usando-se geralmente 200 g de conídeos por hectare, o que corresponde a aproximadamente 2×10 conídeos/ha. Alguns trabalhos relatam altas porcentagens de controle de cigarrinhas-das-pastagens e da cana-de-açúcar por *M. anisopliae*, mas os índices obtidos variam de dez a 60%. Ainda assim, este é um resultado excelente, se comparado com os riscos de intoxicação dos agricultores e de contaminação de alimentos provocados pelos inseticidas químicos.

José Carlos da Silva

Departamento de Biologia Molecular,
Centro de Ciências Exatas e da Natureza,
Universidade Federal da Paraíba

Segurados da Previdência Social lotam 66 jogos no Maracanã.



Com seus serviços
totalmente
informatizados, a
Dataprev beneficia
diretamente 12 milhões
de segurados da
Previdência Social.
Isso corresponde a mais
de 66 Maracanãs lotados,
o que significa que a
Dataprev é jogo rápido.



DATAPREV

EMPRESA DE PROCESSAMENTO DE DADOS
DA PREVIDÊNCIA SOCIAL.

ciência e tecnologia hoje, construindo o amanhã.



AGORA É LEI: 1% DA RECEITA TRIBUTÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO SERÁ TOTALMENTE DESTINADO À CIÊNCIA E TECNOLOGIA - FOI O QUE A CONSTITUINTE PAULISTA DEFINIU. ISTO IRÁ GARANTIR UM SIGNIFICATIVO AUMENTO NO NÚMERO DE PESQUISAS, PROJETOS, BOLSAS DE ESTUDO, E MUITO MAIS PROGRESSO E BENEFÍCIOS PARA TODO O PAÍS. A FAPESP, ATRAVÉS DE SEUS TÉCNICOS E CIENTISTAS, ADMINISTRARÁ ESSES RECURSOS E TERÁ UM PAPEL FUNDAMENTAL NA SUA CORRETA APLICAÇÃO. A SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO AGRADECE A TODOS OS CONSTITUINTES QUE, COM SUA VISÃO DE FUTURO, AJUDARAM A TRANSFORMAR ESSE PROJETO EM REALIDADE.

O GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO INVESTINDO NO FUTURO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DA NAÇÃO

