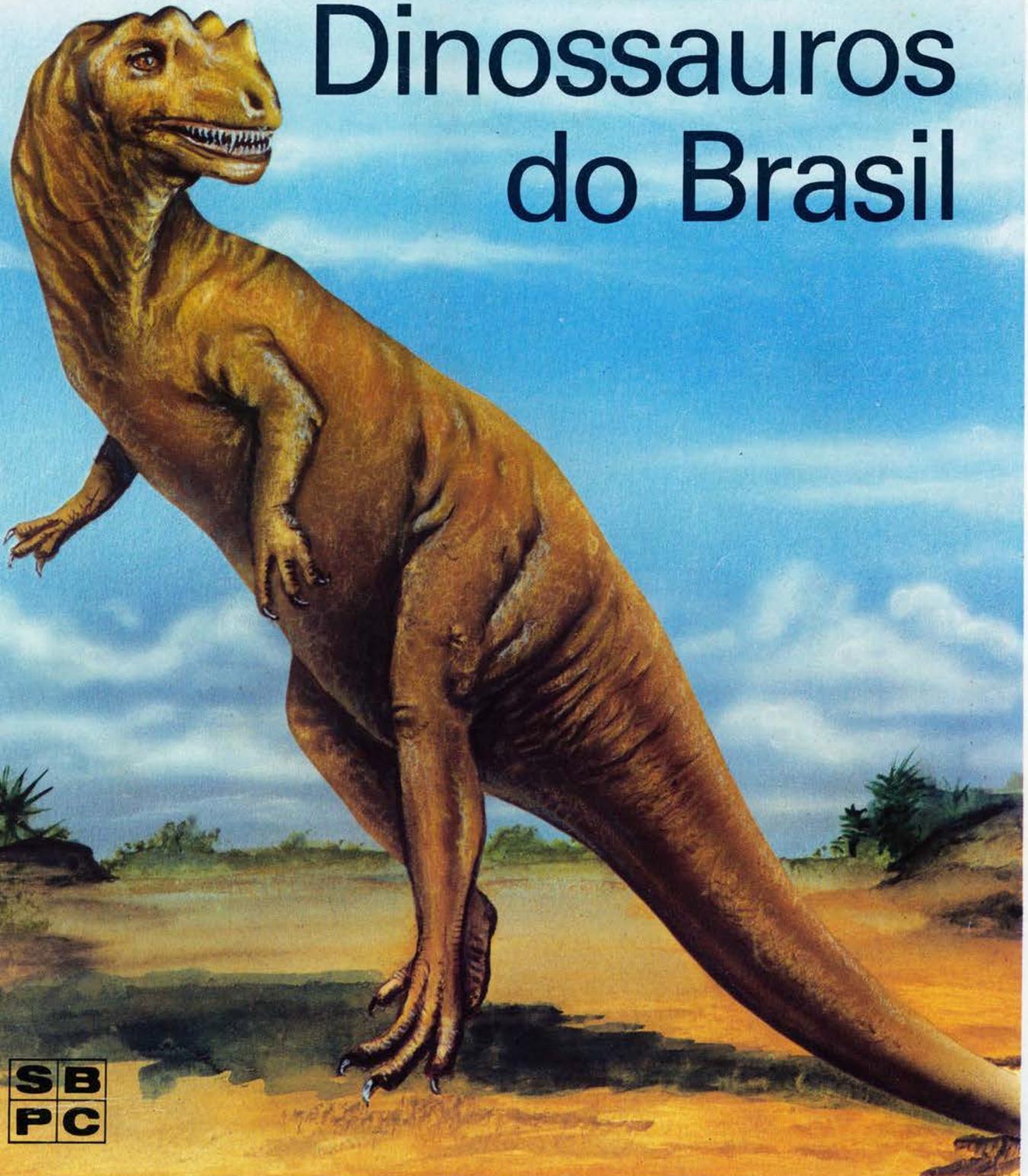


# CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

Vol. 2 N.º 15 Novembro/Dezembro de 1984 Cr\$ 4.000

## Dinossauros do Brasil



Manaus, Santarém, Boa Vista, Macapá, Altamira, Porto Velho, Jiparana e Rio Branco (via aérea) Cr\$ 5.200



**A** preocupação maior de quem compra um carro é a qualidade. E na Ford a qualidade começa aqui, no Departamento de Estilo.

Nós cuidamos de todos os detalhes do seu Ford, desde que ele começa a nascer, nos primeiros traços feitos no papel, até sair prontinho da linha de montagem.

Desenhamos os bancos. Escolhemos os tecidos. Fazemos a seleção de cores.

Pesquisamos as linhas do seu Ford, procurando melhor aerodinâmica e maior economia de combustível. Buscamos melhor visibilidade. Desenhamos um painel adequado aos instrumentos e de fácil leitura.

Projetamos as maçanetas, botões, alavancas

*Luiz N. Mora  
Gerente do Departamento de Estilo  
do Produto da Ford Brasil  
e sua equipe.*



de câmbio e volante no formato mais agradável para o contato de suas mãos.

# Nós fazemos a diferença do seu Ford.

Nossos cuidados vão até os fornecedores: colocamos à disposição deles os desenhos de cada peça



e os dados necessários para que ela seja construída dentro das especificações.

E tudo isso é feito por nós, brasileiros, aqui mesmo no Brasil. Fomos preparados para isso e fazemos esse trabalho com satisfação porque ele

# poderosa no estilo



resulta em mais conforto, segurança, durabilidade e um melhor acabamento para você.



E para aprimorar o nosso nível profissional, mantemos intercâmbio com estilistas da Ford no mundo inteiro.

Somos nós que fazemos para você o melhor carro do mercado. Somos nós, afinal, que fazemos a qualidade Ford, essa poderosa diferença.



**Qualidade. A Poderosa Diferença.**



LANÇAMENTO

# MÔNICA PLUS:

## VERSATILIDADE PONTO POR PONTO.

### 1 SE VOCÊ ESPERA VERSATILIDADE DO SEU MICRO, POR QUE NÃO EXIGIR ISSO TAMBÉM DA SUA IMPRESSORA?

A Mônica Plus aproveita todo o potencial do seu micro, provando, na prática, toda a sua incrível versatilidade.



Ela tem impressão bidirecional e procura lógica imprimindo à velocidade de 100 cps relatórios e tabelas com grande eficiência.

A 25 cps a Mônica Plus produz cartas com a mais perfeita definição de tipos e excepcional qualidade de impressão. Este é o resultado de sua matriz densa de 16 x 50: Qualidade Carta.

Ela permite, ainda, a impressão de gráficos de alta resolução com até 5.400 pontos por polegada quadrada, e muitos outros trabalhos que seu micro até hoje só podia guardar na memória.

### 2 A MÔNICA PLUS AJUDA VOCÊ A SAIR DO APERTO.

Ela tem carro largo de 15 polegadas, imprime grandes tabelas numéricas, textos e gráficos maiores, e com mais recursos de apresentação.



Com a Mônica Plus você pode imprimir até 220 caracteres por linha, com absoluta precisão.

### 3 A MÔNICA PLUS TIRA DE LETRA SEUS PROBLEMAS DE EDIÇÃO DE CARTAS E RELATÓRIOS PERSONALIZADOS.

Além de capacidade de impressão com Qualidade Carta, a Mônica Plus tem conjunto de caracteres selecionáveis pelo usuário, e ainda oferece a possibilidade de criação de tipos especiais para relatórios e cartas personalizadas.

Mônica Plus:  
mais eficiência na preparação  
e mais qualidade na edição.

Mônica Plus:  
mais eficiência na preparação  
e mais qualidade na edição.

Ela pode até seguir à risca a tipografia utilizada pela sua empresa, ou mesmo a de seu papel de carta pessoal. Sempre com uma definição e qualidade de tipos que nenhuma impressora de sua classe é capaz de reproduzir.

Versatilidade:  
o maior plus  
da Mônica Plus

Versatilidade:  
o maior plus  
da Mônica Plus

Versatilidade:  
o maior plus  
da Mônica Plus

### 4 O PRINCIPAL PAPEL DA MÔNICA PLUS: VERSATILIDADE.

Criada para imprimir tudo o que você programar no seu micro, a Mônica Plus vai passar a desempenhar um papel cada vez mais importante na operação do seu sistema.

A Mônica Plus aproveita todo o potencial do seu micro.

Sua alimentação pode ser feita pela frente ou por baixo, utilizando formulários contínuos ou folhas soltas de diferentes dimensões, tais como papel ofício, carta etc.

### 5 O PLUS DA MÔNICA PLUS NÃO É SÓ IMPRESSÃO.

De que adianta toda a capacidade do seu micro, se na hora de preparar ou editar um texto ele precisa ficar esperando pela impressora?

A Mônica Plus tem memória própria de 24 Kbytes para que você obtenha toda a versatilidade que se deve exigir de uma impressora. E o melhor de tudo é que ela reservou 8 Kbytes inteirinhos para seus usuários.

Na prática você pode passar, de uma só vez, 15 páginas de texto em apenas 8 segundos para a Mônica Plus.

Enquanto ela vai imprimindo o texto, você pode continuar utilizando o seu micro para outras tarefas.



IMPRESSÃO NORMAL (AMPLIADO 6 VEZES) QUALIDADE CARTA (AMPLIADO 6 VEZES)

### 6 NINGUÉM É LÍDER POR ACASO.

A Elebra Informática é a maior fabricante nacional de periféricos. Os equipamentos de sua linha de produtos (a mais extensa do país) não são líderes por acaso.

Todos são exemplos de tecnologia nacional de vanguarda, eficiência e confiabilidade.

Este também é o caso da Mônica Plus, o mais novo modelo da "Linha Mônica": a impressora mais vendida no Brasil.

A versatilidade, alta tecnologia e um sobrenome famoso são uma garantia a mais de que a Mônica Plus é, sem dúvida, a impressora mais profissional de sua faixa de mercado.

A Mônica Plus, além de equipar os melhores sistemas nacionais, também pode ser encontrada nas lojas especializadas de todo o país.

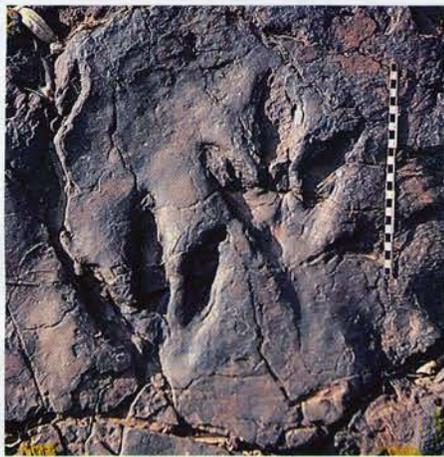
elebra  informática



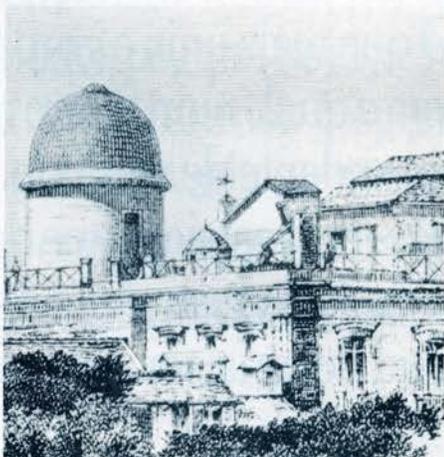
34



42



48



70

## ARTIGOS

### AS SEÇÕES INDISCRETAS

26

**Luiz A. Santaló**

Aplicações práticas da Geometria Integral em dois ramos da moderna tecnologia: a Estereologia e Tomografia Computadorizada.

### ARTE E CIÊNCIA NO BRASIL HOLANDÊS

34

**Petronella Albertin e Tales Faria**

Nassau espalhou-os pela Europa. Reagrupados na Alemanha, desapareceram durante a Segunda Guerra Mundial: foram parar na Polônia. Recentemente, foi possível fotografar o material. São gravuras da fauna e da flora brasileiras cobiçadas por zoológicos, botânicos, etnólogos etc.

### TAPIRAGEM

42

**Dante Luiz Martins Teixeira**

O que é a misteriosa técnica indígena da tapiragem? Percorrendo o pouco explorado campo da etnozootologia, pode-se compreender melhor o curioso fenômeno da mudança das cores nas aves.

### RASTROS DE UM MUNDO PERDIDO

48

**Giuseppe Leonardi**

A icnologia, ou estudo das pegadas fósseis, tem experimentado grande desenvolvimento no Brasil nos últimos anos, abrindo novas perspectivas para o estudo da evolução da vida em nosso território atual.

### A ENERGIA DO GÁS

62

**Luiz Carlos Toffoli, Dácio Figueiredo de Alencar e Márcio Rocha Mello**

Em dez anos, o Brasil triplicou suas reservas de gás natural. Com isso, aumentaram as possibilidades de aproveitá-lo efetivamente.

### A ÁRVORE DA CIÊNCIA

70

**Simon Schwartzman**

A história do desenvolvimento da ciência moderna no país e o conhecimento das sucessivas gerações de cientistas brasileiros mostram que o peso da nossa tradição acadêmica é mais importante do que supõem os que eventualmente ocupam posições de mando na administração e na política.

## SEÇÕES

CARTAS

6

AO LEITOR

11

TOME CIÊNCIA

12

O LEITOR PERGUNTA

24

OPINIÃO

86

RESENHA

88

É BOM SABER

92

HUMOR

95

# Uma das mais bonitas histórias deste país está guardada na memória de um computador brasileiro.

**P**olítica nacional de informática, reserva de mercado para micro e minicomputadores, desenvolver tecnologia própria ou comprar pronta. Com certeza, você tem ouvido muito estes temas nos últimos dias.

Nós temos uma história para contar que pode acrescentar alguma coisa a esta discussão. É a história de um grupo de pessoas que há 10 anos está fazendo computadores no Brasil.

No começo, eles nem se conheciam. Uns vinham de universidades, outros de empresas de processamento de dados, outros ainda de cursos de pós-graduação no exterior. Quando se juntaram, não foram só as experiências individuais que eles trouxeram para somar. O que mais unia o grupo era o sonho de ver seu país dominar uma tecnologia sem a qual, num futuro muito próximo, nenhum país do mundo pode ser independente de verdade.

Sonhadores sim, mas sem tirar os pés do chão, nossos pioneiros da indústria de informática começaram estudando as tecnologias estrangeiras então existentes, para definir com muita clareza qual deveria ser o caminho brasileiro.

Dissecando o que os outros faziam lá fora, adaptando tecnologia estrangeira para uso imediato no Brasil, eles começaram a dar os primeiros passos para a fabricação de um computador totalmente planejado, desenvolvido e construído no Brasil.

Em 1980, o sonho tornou-se realidade. Ao computador lançado na ocasião, conhecido no mercado como Cobra 530, vieram juntar-se outros dois: o Cobra 520 e o Cobra 540, este o mais potente computador feito com tecnologia 100% nacional.

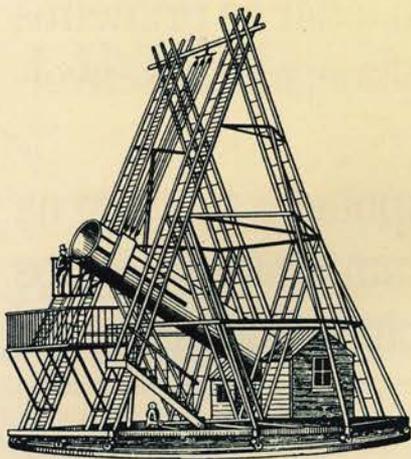
O grupo foi crescendo, absorvendo novos talentos, lançando novos produtos e conquistando a confiança do mercado. O pequeno escritório no bairro de Botafogo, Rio de Janeiro, onde foram feitas as primeiras reuniões, transformou-se numa imensa fábrica em Jacarepaguá, além de filiais e centros de assistência técnica espalhados por todo o país.

Hoje, quando se discute o futuro da indústria de informática, a história dessas pessoas serve para lembrar que esta indústria já tem passado. Os mais de 10.000 computadores e terminais que elas fizeram e que estão presentes hoje em centenas de empresas, competindo em nível de igualdade com os similares estrangeiros, são a prova mais eloquente de que a indústria brasileira de informática há muito deixou de ser uma experiência, para se transformar numa realidade mais forte do que qualquer discurso.

A história das pessoas que estão fazendo computadores no Brasil não acaba aqui. Ela continua sendo escrita todo dia, na fábrica da Cobra - Computadores e Sistemas Brasileiros, por aquele grupo de pioneiros, que hoje já soma mais de 2300 técnicos e operários. Ela está gravada na memória de cada computador Cobra que eles continuam produzindo diariamente.



# CARTAS DOS LEITORES



## ASTRONOMIA PARA AMADORES

Gostaríamos de divulgar nossa entidade junto ao público interessado em assuntos científicos. A União Brasileira de Astronomia é uma entidade amadorística de âmbito nacional que tem por objetivo fomentar o intercâmbio de informações sobre astronomia, bem como promover a divulgação desta ciência em nosso país (...) Os associados recebem bimestralmente o "Informativo Astronômico", publicação que consta de efemérides astronômicas, relatórios de observações, notícias e novidades na área da astronomia e assuntos correlatos. Nosso endereço é rua Ramiro Barcelos, 1820/801, CEP 90000 Porto Alegre, RS  
**Luiz Augusto L. da Silva**  
 Porto Alegre (RS)

## ENCHENTES NO SUL

A Associação Catarinense de Preservação da Natureza e a SBPC (Secretaria Regional de Santa Catarina), vêm a público externar sua posição a propósito das enchentes ocorridas recentemente:

1. Até o início da presente década, as enchentes no estado de Santa Catarina, exceção feita àquelas comumente consideradas "seculares", se resumiam a cotas consideradas toleráveis, com as quais a população já se acostumara a lidar com relativa pertinácia. Coincidindo com o agravamento das condições ambientais e de sua progressiva deterioração, e com a ocupação e uso desordenado do solo, surgiram enchentes intoleráveis, mesmo para o povo já acostumado a tão nefastas calamidades, supondo-se tornar, doravante, trágica rotina a repetição de tais eventos.

2. A execução de obras de contenção e de preservação das cheias anunciadas pelos poderes públicos torna-se inadiável e urge que sejam iniciadas e/ou retomadas e/ou concluídas imediatamente. Entretanto, impres-

cindível se torna a necessidade de averiguar suas conseqüências em termos ambientais.

3. Às obras anunciadas, quase todas de caráter estrutural, devem somar-se outras, de estrutura não-estrutural, para que se possam atingir os objetivos colimados pela população e pelos poderes públicos.

4. Ponto relevante e crucial deve ser o da recuperação do meio ambiente, consubstanciada principalmente no estabelecimento de programas de reflorestamento das nascentes e de outras áreas importantes, e de reconstituição da mata ciliar dos cursos d'água integrantes das bacias atingidas por enchentes.

De pouca valia serão as obras já anunciadas, ou pelo menos de efeito efêmero, se não se buscarem as causas básicas da deterioração das bacias hidrográficas vulneráveis a novas e, talvez, piores catástrofes.

**Aloir Arno Spengler,**  
 presidente da ACAPRENA  
**Norma Odebrecht,**  
 secretária-regional da SBPC  
 Blumenau (SC)

## ÍNDICES E NÚMEROS

Cordiais saudações de um jovem autodidata de 28 anos (...) Que tal um artigo "Como ler *Ciência Hoje*", em *Ciência Hoje*? Ajudaria muitos leitores leigos a entenderem uma linguagem (e assuntos) tão complicados para nós, que somos tão simples. (...) Pedidos: 1) que a revista que completar um volume possua um índice especial, separando os temas em assuntos (...) facilitando ao leitor uma releitura. 2) Em "Resenha", publicar o preço e as formas de adquirir estes livros ótimos; afinal, o Brasil possui tão poucas livrarias! Escrever para a editora pedindo informações para depois pedir o livro cansa muito! Concordam? (...)

Seria muito pedir-vos um exemplar de *Ciência e Cultura*? Afinal, é difícil para um vendedor ambulante de doces remeter 16 "barões" por uma revista desconhecida! Tem que conhecer seu conteúdo. (...)

**Valdir Amâncio da Silva**  
 São José dos Campos (SP)

● *A idéia sobre os livros será adotada, e seu pedido pessoal já foi atendido. Ciência Hoje publica índices de artigos, de autores, de seções e de resenhas ao final de cada volume, ou seja, no número relativo aos meses de maio e junho de cada ano.*

Gostaria de parabenizar o corpo editorial pela maneira como vem conduzindo a revista, uma realidade marcante na divulgação da ciência neste tão depauperado país. Alegria nos muito ver tal iniciativa tomar corpo em apenas dois anos de existência. Aproveito para sugerir que a numeração das páginas

se faça de modo corrido de um fascículo para outro (...) Quando da encadernação em volumes, a consulta, a partir do arquivo, se dificulta com seis páginas 20, seis páginas 40 etc. (...) Já não seria tempo de uma periodicidade mensal? (...) desejando futuro pródigo ao periódico.

**Fernando Augusto Soares**  
 Ribeirão Preto (SP)

● *O sistema de numeração usado foi adotado após consulta a técnicos em biblioteconomia. A periodicidade mensal está incluída em nossos projetos.*

## NOS ANAIS

O editorial do n.º 13 de *Ciência Hoje* sobre a defesa da política nacional de informática foi registrado nos anais da Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, por iniciativa do deputado Godofredo Pinto, em discurso pronunciado na sessão de 24 de outubro. Disse o parlamentar fluminense: "Vemos neste editorial um posicionamento claro e explícito de defesa da tecnologia e ciência nacionais, de defesa dos interesses do Brasil, dos interesses patrióticos e democráticos da nação brasileira". Para o deputado, a informática deve ser preservada "da gana e da gula dos capitais internacionais".



## ALGAROBA

No n.º 13 de *Ciência Hoje*, na seção "Tome Ciência", o artigo "As mil e uma utilidades da algaroba" informa que esta leguminosa do gênero *Prosopis* pertence à subfamília *Mimosaceae*. O nome correto desta subfamília é *Mimosoideae*. As duas outras subfamílias que compõem a família *Leguminosae* são *Caesalpinioideae* e *Papilionoideae*.

Parabéns pela excelente qualidade de *Ciência Hoje*.

**Cristina Windsor Andrews**  
 São Paulo (SP)

Solicito informações sobre a algaroba... achei excelente a síntese do assunto "As mil e uma utilidades da algaroba". Sou estudante

## CARTAS DOS LEITORES

de biologia da UFPR, curso a disciplina de Botânica Econômica... e peço a vocês mais detalhes sobre o vegetal (...)

**Luiz Claudio Fernandes**  
Curitiba (PR)

Gostaria de saber como poderia obter o manual de orientações sobre a cultura de algaroba, bem como onde conseguir mudas da planta e as possibilidades de cultivo na região Sudeste.

**Dalila Figueiredo Schechtmann**  
Campinas (SP)

• *Orientações básicas sobre a cultura da algarobeira podem ser obtidas com as seguintes pessoas, que contribuíram na elaboração do documento (todas em Recife, CEP 50000, PE):*

**Nelson Azevedo** — SUPRANOR — Suprimento de Rações do Nordeste Ind. e Com. Ltda. — Estrada do Barbalho, 111; **Job de Carvalho Mena** — SUDENE — Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste — Praça Sup. João Gonçalves, s/n — Cidade Universitária; **Luis Henrique de Oliveira** — IBDF — Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal — Delegacia Estadual de Pernambuco — Av. 17 de agosto, 1057 — Casa Forte — Tel. 268-3768; **Carlos de Araujo Torres e Djalma Cordeiro dos Santos** — IPA — Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária — Av. Gal. San Martin, 1371 — Tel. 225-0500; **Isabelle Maria Jacqueline e Cícero Gonçalves de Oliveira** — Universidade Federal Rural de Pernambuco — Depto de Agronomia — Rua Manoel de Medeiros, s/n — Dois Irmãos — Tel. 268-1357; **Luiz de Góes** — EMATER/PE — Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Pernambuco — Rua João Lacerda, s/n — Cordeiro — Tel. 228-4622.

### LARGO DA LAPA OU LARGO DO PAÇO

Gostaria de agradecer ao sr. Roberto Leal por ter apontado meu grave erro quanto ao nome do quadro cuja foto enviei. Sem dúvida o nome correto não é largo da Lapa e sim largo do Paço, como acentua o dr. Gilberto Ferraz (...) Contudo, houve omissão de trecho da minha carta. Na oportunidade, gostaria de corrigir Associação Fluminense de Fotografia para Sociedade Fluminense de Fotografia.

**Ricardo Xavier Vidal**  
Niterói (RJ)

• *As cartas são editadas devido à limitação de espaço.*

## TECNOLOGIA DO MILHO. ESTE É O NOSSO DESAFIO.

Pesquisar e descobrir todas as dimensões do milho para aplicações industriais é o desafio que a Refinações de Milho, Brasil vem enfrentando desde a sua fundação até hoje.

Através da Divisão Industrial já foram descobertas mais de 200 aplicações para as mais diversas áreas da atividade humana. Alimentação humana e animal, indústria têxtil, indústria petrolífera e de minérios, laboratórios de produtos farmacêuticos são alguns dos setores onde os derivados do milho são essenciais.

Mas o desafio é permanente. E a cada dia intensificamos as pesquisas para aprimorar nossos produtos e levar a tecnologia do milho a campos cada vez mais avançados.

**RMB**

**Refinações de Milho, Brasil Ltda.**

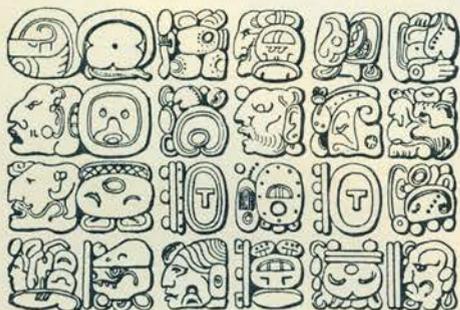
Divisão de Produtos Industriais  
Praça da República, 468 - 11º andar - CEP 01045  
Tel.: 222-9011 - Cx. Postal 8151 - SP

# CARTAS DOS LEITORES

## CONGRATULAÇÕES

A Câmara Municipal de Natal aprovou proposta do vereador Wober Junior, congratulando-se com *Ciência Hoje* "pelos inestimáveis serviços que vêm prestando ao desenvolvimento e a divulgação dos estudos científicos produzidos no Brasil". Trata-se, argumentou o vereador de "uma publicação genuinamente nacional", que "derrota a mística de que o valioso são apenas as publicações estrangeiras".

A Câmara Municipal de São Paulo voltou a se congratular com *Ciência Hoje* pela passagem de seu segundo aniversário. A iniciativa, desta feita, partiu dos vereadores Eurípedes Sales, Irede Cardoso, Luiz Tenório de Lima, João Carlos Alves, Jamil Achôa, Dalmo Pessoa, Antonio Carlos Fernandes, Gabriel Ortega, Ricardo Trípoli, Jooji Hato e Claudio Barroso Gomes. O requerimento destaca "o grande respeito e a penetração que *Ciência Hoje* conquistou entre cientistas, pesquisadores, professores, profissionais liberais e estudantes".



## OS MAIAS

(...) peço que me indiquem trabalhos especializados sobre a cultura da civilização maia (...)

**José Ricardo Dieb Maluf**  
Sumaré (SP)

• **Berta Ribeiro responde:**

A civilização maia floresceu na área que hoje corresponde à península de Iucatan e à Guatemala. Foi das poucas a desabrochar em região tropical e, em alguns aspectos, superou a prevalecente na Europa à época da conquista.

Os Maias praticavam uma agricultura intensiva, com o emprego de adubo e irrigação. Não alcançaram o esplendor imperial e urbano dos Inca e Asteca, mas nos terrenos artístico e científico destacaram-se mais do que esses povos.

Possuíam escrita ainda não decifrada, uma aritmética avançada (que empregava o conceito de zero) e um calendário tão preciso quanto o nosso. Na arquitetura,

assinalam-se pirâmides escalonadas, edificações sepulcrais e esculturas monolíticas — as estelas — não superadas, até hoje, como engenho humano.

Quando da conquista espanhola, os Maias estavam desagregados havia séculos, talvez em virtude da superexploração do território, o que ocasionou um declínio na população. Viviam em pequenas comunidades, que eram também centros religiosos, divididos em camadas de camponeses-artesãos, mercadores, funcionários e sacerdotes.

A maior parte dos descendentes dos Maias está concentrada na Guatemala, onde correspondem a 52% da população total.

A bibliografia sugerida é:  
MEGGERS, B.J. América pré-histórica. Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1979.

Indices Generales de Estudios de Cultura Maya. Volumes I a X, 1961 a 1977. Universidad Autónoma de México (UNAM), Ciudad Universitaria, México, D.F. 20 (Ref. da Bibl. do Museu Nacional: P-572-897 E. 2).

Estudios de Cultura Maya. Vol. XI, 1978; Vol. XII, 1979; Vol. XIII, 1981; Vol. XIV, 1982. UNAM, México (ref. da Bibl. do Museu Nacional: P-572-897 E.2).

OCHOA, L. e LEE JR., T.A. (eds.). Antropología e história de los Mixe-Zogues y Mayas. Homenaje a Franz Blom. UNAM/Brigham Young Univ., México, 1983.

PORRO, A.G.B. A civilização maia I. Bibliografia exhaustiva (1500-1966). Dedalo, 4(7), 21-198. USP, São Paulo (Compilação de 3874 livros e artigos sobre a civilização dos antigos Maias).

## APOIO

Considero *Ciência Hoje* a vanguarda da boa leitura e da informação extremamente necessária para a sobrevivência do Brasil como nação livre e pensante. Precisamos desta mentalidade científica, que a nossa revista está formando, para não sermos simplesmente "aldeia de bárbaros" em relação aos grandes centros civilizacionais (...) No entanto, não é só através do desenvolvimento no campo tecnológico e científico, como acredita o governo norte-americano, por exemplo, mas sobretudo por meio da evolução de todas as características e aspectos humanos que o Brasil e a humanidade poderão alcançar uma civilização superior (...) não renovei mais cedo minha assinatura porque (...) faço parte da massa de milhões de brasileiros desempregados — há quase um ano — e torna-se mais difícil manter em dia as diversas assinaturas de revistas que possuo.

**Sérgio Barbosa Ximenes**  
Rio de Janeiro (RJ)



Na abertura da matéria "Criogenia", publicada em *Ciência Hoje* n.º 13, kryos significa "frio" e não "gelo". Na tabela da página 89, onde está "ar", leia-se "Ar (argônio)".

Na resenha "Sociologia e estatística destruindo mitos", publicada na página 24 de *Ciência Hoje* n.º 14, houve uma mistura na montagem do texto. Toda a parte do texto que vai do 2.º parágrafo ("A segunda parte do livro é dedicada...") até o final do 5.º parágrafo ("...serve de testemunho de uma época.") corresponde ao final da resenha.

## PANTANAL AMEAÇADO

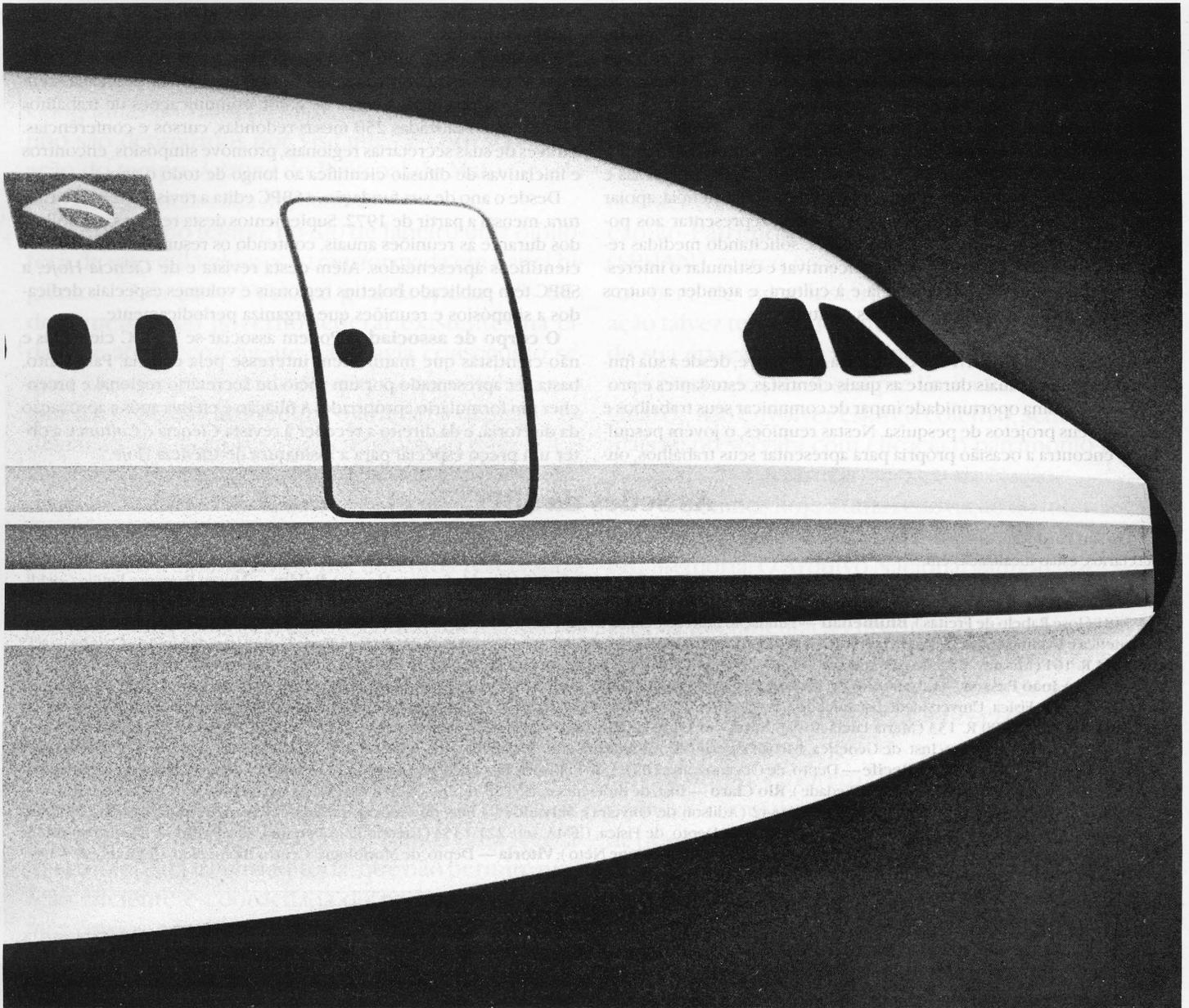
Sou estudante de ciências biológicas da Universidade Santa Úrsula e de medicina veterinária na UFF. Em julho estive no Pantanal Matogrossense realizando um estágio na EMBRAPA — UEPAE/Corumbá, onde tive acesso aos trabalhos realizados na área da fauna, como o projeto Jacaré (*Caiman crocodilus yacare*, Daudin, 1802). Este programa de pesquisas efetiva esforços para o conhecimento e a preservação de nossos recursos naturais (...).

O Pantanal é uma das maiores reservas faunísticas do mundo. Suas "baías", campos e cordilheiras (áreas de cerrado que circundam parcialmente as baías), fornecem alimento e abrigo a inúmeros animais. Muitos possivelmente jamais foram descritos (...) Algumas destas espécies vêm sofrendo um enorme decréscimo, através da caça ilegal (...)

(...) há comentários na região a respeito da intenção de se transportar combustíveis para regiões mais ao norte de Corumbá, com o uso de barcaças pelo rio Paraguai, podendo em caso de acidentes (...) causar enormes danos à fauna e flora da região, além de causar prejuízos à população, ligada à pesca e à indústria do turismo, comprometendo à economia das cidades ali existentes (...)

**Reinaldo F. Ferreira Lourival**  
Niterói (RJ)

# PLANO BRASIL NA PALMA DA MÃO NÃO DEIXA VOCÊ NA MÃO.



Passe no seu Agente de Viagens e veja: o "Plano Brasil na Palma da Mão" dá a você a chance de criar o seu próprio pacote econômico para a sua viagem. Você escolhe os passeios, os hotéis, os carros que vai alugar, e paga pelo Credi-Sem. Aí você usa a sua maquininha de calcular e descobre que quase dá para

transformar imaginação em dinheiro. E ainda com os descontos de 20 a 92,5% das tarifas BTI e BTG. Com o "Plano Brasil na Palma da Mão" dá para ir mais longe, gastar menos e aproveitar mais. Com este plano, você vê que o seu Agente de Viagens e a Vasp colocam o Brasil inteiro na sua mão. Sem meter a mão no seu bolso.

# VASP

Viaje Vasp.  
É mais gostoso.

# O QUE É A SBPC

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, tendo em vista o reconhecimento de sua operosidade, do respeito pela sua pessoa, de sua liberdade de pesquisa e de opinião bem como do direito aos meios necessários à realização de seu trabalho; lutar pela remoção de empecilhos e incompreensões que embarcem o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política científica e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congrega pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem 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, desde a sua fundação, reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm uma oportunidade ímpar de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Nestas reuniões, o jovem pesquisador encontra a ocasião própria para apresentar seus trabalhos, ou-

vir apreciações, criticar e comentar trabalhos de outros. Temas e problemas nacionais e regionais relevantes são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que tem ainda o direito de participar dos debates. Finalmente, assuntos e tópicos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948 por um pequeno grupo de cientistas, a SBPC reúne hoje mais de 17.000 associados, e em suas reuniões são apresentados cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realizadas 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.

Desde o ano de sua fundação, a SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*, mensal a partir de 1972. Suplementos desta revista são publicados 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 e reuniões que organiza periodicamente.

**O corpo de associados.** Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência. Para tanto, basta ser apresentado por um sócio ou secretário regional e preencher um formulário apropriado. A filiação é efetiva 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*.

## As Sedes da SBPC

Em São Paulo, encontra-se na Rua Pedroso de Moraes, 1512, Pinheiros — tels.: 211-0495 e 212-0740. Nos outros estados as regionais, com os respectivos secretários, estão localizadas em:

**Aracaju** — Coordenação de Pós-Graduação e Pesquisa, UFSE, tel.: 224-1331 R. 240 (Gizelda Santana Moraes); **Belém** — Museu Paraense Emilio Goeldi, tel.: 224-9233 R. 220 (Antonio Carlos Magalhães Lourenço dos Santos); **Belo Horizonte** — Depto. de Biologia Geral, Inst. de Ciências Biológicas, UFMG, tel.: 441-5481 (José Rabelo de Freitas); **Blumenau** — Fundação Educacional da Região de Blumenau, tel.: 22-8288 (Norma Odebrecht); **Brasília** — Laboratório de Genética e Evolução, Inst. de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Animal, UnB, tel.: 272-0000 R. 2161 (José Maria G. de Almeida Junior); **Cuiabá** — tel.: 361-2211 R. 161 (Miramy Macedo); **Fortaleza** — tel.: 223-5951 (Eduardo Diatay Bezerra de Menezes); **Goiania** — Inst. de Matemática e Física, UFGO (José Valter Péllico); **João Pessoa** — Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, UFPB, tel.: 224-7200 R. 2381 (Lauro Xavier Filho); **Londrina** — Centro de Ciências Exatas, Depto. de Física, Universidade Estadual de Londrina, tel.: 27-5151 R. 513 (Carlos Roberto Appoloni); **Manaus** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, tel.: 236-5700 R. 133 (Maria Lúcia Absy); **Natal** — Centro de Biotecnologia, Setor de Psicobiologia, UFRN, tel.: 231-1266 R. 289 (Lúcio Flávio de Souza Moreira); **Piracicaba** — Inst. de Genética, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, tel.: 33-0011 R. 252 (Paulo Sodero Martins); **Porto Alegre** — tel.: 36-8399 (Valério Rohden); **Recife** — Depto. de Oceanografia, UFPE (Silvio José de Macedo); **Rio Branco** — Depto. de Ciências da Natureza, Fundação UFAC, tel.: 224-2397 R. 138 (Luiz Rubens Piedade); **Rio Claro** — Inst. de Biotecnologia, UNESP, tel.: 34-7599 R. 28 (Maria Neysa Silva Stort); **Rio de Janeiro** — Av. Wenceslau Braz, 71 fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Adilson de Oliveira); **Salvador** — Inst. de Ciências da Saúde, Depto. de Bioquímica, UFBA, tel.: 245-8602 R. 12 (Luiz Erlon Araujo Rodrigues); **São Luís** — Depto. de Física, UFMA, tel.: 221-1354 (Laércio Elias Pereira); **São Paulo** — Escola Paulista de Medicina, Disciplina de Genética, tel.: 572-6033 R. 157 (Roque Monteleone Neto); **Vitória** — Depto. de Morfologia, Centro Biomédico, UFES, tel.: 225-1197 (Rodrigo Roque Lesqueves de Castro).

## Expediente

Publicada bimestralmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Redação e Secretaria: Avenida Wenceslau Braz 71, fundos, casa 27, CEP 22.290 — telefones 295-4442 e 295-4846. Jornalismo: Tales Faria. Edição de texto: Cesar Queiroz Benjamin

**Edição de arte:** Maria Regina Ferraz Pereira, Maria Rita Parreiras Horta e Silvia Lima Negreiros. **Diretor de comunicação:** José Monserrat Filho. **Administração:** Adalgisa S. Bahri, Maria Lúcia Glória Pereira, Zélia F. Caldeira, A. Roberto Moraes, Zairine Vianna Freire, José Augusto Vianna, Cláudio Costa Carvalho, Delson Freitas, Genésio Mello de Carvalho, Maria do Rosário. **Editores:** Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ). **Conselho editorial:** Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Antônio César Olinto (Laboratório de Computação Científica, CNPq), José Albertino Rodrigues (Núcleo de Pesquisa e Documentação, UFSCAR), José Monserrat Filho (jornalista), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Oswaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Reinaldo F. N. Guimarães (Instituto de Medicina Social, UERJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ronaldo Nóbrega (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, COPPE/UF RJ), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto). **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), Crodowaldo Pavan (Departamento de Genética e Evolução, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicologia, EPM), Fernando Gallembeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Welfort (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 Astronômico e Geofísico, USP), Joaquim Falcão (Fundação Joaquim Nabuco), José Antônio Freitas Pacheco (Observatório Nacional, CNPq), José Goldemberg (Instituto de Física, USP), José Reis (diretor de *Ciência e Cultura*, SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia, EPM), José Seixas Lourenço (Museu Paraense Emilio Goeldi), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luis de Castro Martins (Rio Data Centro, PUC-RJ), Luis Rodolpho R. G. Travassos (Departamento de Micrologia, EPM), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel R. Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto), H. Moyses Nussenzevig (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), Octávio Elisio Alves de Brito (Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa, MG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC-RJ), Ricardo Ferreira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA). **Núcleo Brasília:** Inaê Amado. **Núcleo Nordeste:** André Freire Furtado, Cid Bartolomeu Araújo, Gilene Vieira Araezes e Joaquim Falcão. **Colaboraram neste número:** Carlos Scliar, Guta, Petrucio, Selma Azevedo Fernandes, Vilma Gomez (ilustração); Carlos Secchin, Geraldo Nunes, Kako (fotografia); Danielle Martins Prazeres, Selma Azevedo Fernandes (arte-final); Marita Dias, Nelson Moreira (revisão). **Capa:** Guta.

### Assinaturas:

Brasil (6 números) ..... Cr\$ 24.000  
 América Latina e África (6 números) ..... US\$ 20.00 (superfície) e US\$ 40.00 (aérea)  
 EUA e Europa (6 números) ..... US\$ 25.00 (superfície) e US\$ 50.00 (aérea)  
 Números atrasados ..... Cr\$ 4.000

**Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Lídio Ferreira Júnior Artes Gráficas Ltda. **Produção Industrial:** Lastri S.A. Indústria de Artes Gráficas. Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (Fincp), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e a Fundação Ford. Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade dos autores. Todos os artigos enviados para publicação serão submetidos à aprovação do Conselho Editorial ou do Conselho Científico. Os originais não serão devolvidos. Todos os direitos reservados. Não é permitida a reprodução total ou parcial das matérias constantes desta edição sem o consentimento dos editores.

**Publicidade:** Rudiger Ludemann e Douglas Sampaio Vinditti. Av. Paulista, 807 — 3.º andar conj. 325, São Paulo, tel. 285-6585; Rio de Janeiro, tel. 295-4846 e 295-4442.



## AO LEITOR

Caro leitor,

Em Souza (PB), uma raríssima pegada fóssil de dinossauro é arrancada da rocha e desaparece. Em Congonhas do Campo (MG), os profetas do Aleijadinho são depredados por visitantes e corroídos pela ação do tempo. A fauna do Pantanal de Mato Grosso se extingue pela caça impiedosa.

Ao mesmo tempo, no Rio de Janeiro uma biblioteca de oito mil volumes é transformada em papel higiênico. O Arquivo Nacional guarda apenas 9% dos documentos do governo federal existentes na cidade, e até recentemente não havia conseguido sequer identificar a metade dos papéis recolhidos à sua guarda. O acesso aos arquivos militares depende da discricção dos diretores. A documentação referente à Guerra do Paraguai continua fechada à consulta no Arquivo Histórico do Itamarati, 114 anos depois do fim do conflito. Inexiste legislação que regulamente prazos para a liberação de documentos reservados, enquanto uma lei de 1968 permite incinerar, sem processo adequado de triagem, textos oficiais microfilmados. Se a carta de abdicação de dom Pedro I, recentemente leiloadada, fosse original, nenhum órgão ou instituição teria condições legais de embargar sua venda.

Bastam estes rápidos exemplos para retratar a situação do patrimônio histórico, cultural, artístico, arqueológico e ecológico do país. Temos uma legislação incompleta e contraditória, que não permite uma ação eficiente e coordenada do poder público. Temos órgãos e instituições financeiramente incapacitados para desempenhar suas tarefas. Encontramos resíduos absolutistas nas restrições impostas ao acesso a documentos, especialmente nos arquivos do Itamarati e das forças armadas. Há descompromisso da própria população com a preservação do que, em boa parte, foi por ela mesma construído.

Do lado do governo, descaso com a preservação e restrição de acesso ao que existe conservado. Do lado da população, falta de consciência do valor da sua própria história e cultura. Duas faces da mesma moeda: um governo desvinculado do povo e um povo alheio à ação do governo. Um país sem senso de patrimônio comum. Um país sem Nação.

Nesse contexto, as medidas oficiais quase sempre resultaram da ação isolada de servidores esclarecidos, que freqüentemente se aproveitaram inclusive de circunstâncias autoritárias. Não parece coincidência o fato de ter sido o ministro Capanema o criador, no início do Estado Novo, do antigo Serviço de Proteção ao Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), marco no esforço de preservação dos nossos bens de valor histórico e cultural. Tal estilo de ação talvez tenha sido o único possível nas condições de sua época, bem como nos últimos 20 anos. Mas seus resultados serão sempre limitados pelo vício original de não envolver esforço coletivo, sem o qual jamais se preservará com eficácia o patrimônio nacional, parte da construção mesma da Nação.

Assistimos hoje a uma renovação do interesse na preservação do patrimônio. Há iniciativas na área da Pró-Memória. O Arquivo Nacional ganhou nova sede. Tenta-se elaborar legislação mais adequada, tanto na área da documentação histórica quanto na relativa à proteção aos bens naturais. O CNPq apóia a criação do Vale dos Dinossauros (ver "Rastros de um Mundo Perdido", neste número de *Ciência Hoje*). Mas estamos também em tempos de ampliação do horizonte participatório, e a diretriz básica de todas as ações deveria ser o envolvimento do maior número possível de pessoas e instituições na preservação e construção do que é de todos. E a garantia de amplo acesso ao patrimônio comum.

O aparelhamento do poder público com instrumentos legais e financeiros capazes de possibilitar uma ação eficaz e a definição racional, sem ciúmes burocráticos, das atribuições dos vários órgãos relacionados a este trabalho são passos importantes. Mas para que se crie o senso de responsabilidade coletiva pelo bem coletivo é preciso também que as tarefas sejam descentralizadas; que as iniciativas de indivíduos e de instituições, públicas e privadas, sejam fomentadas; que as formas de ação se diversifiquem.

Preservar o patrimônio histórico e cultural é, principalmente, construir a Nação, patrimônio maior.

Os Editores

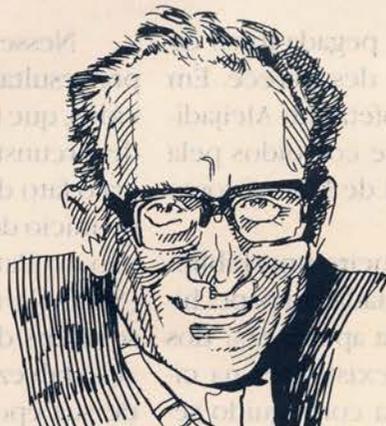
## TOME CIÊNCIA

## NOBEL DE MEDICINA

desenhos Perrúcio



G. Köhler



C. Milstein



N. Jerne

O argentino Cesar Milstein, o alemão George Köhler e o dinamarquês Niels Jerne dividiram o Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia do corrente ano, os dois primeiros pelo desenvolvimento da técnica de produção de anticorpos monoclonais e o último por suas teorizações que conduziram a uma nova concepção sobre o funcionamento do sistema imune. Assim, foi um prêmio dividido entre dois trabalhos de características muito distintas — o primeiro puramente metodológico e o segundo essencialmente conceitual — mas relacionados entre si, pois os anticorpos monoclonais têm contribuído muito para a demonstração experimental das idéias de Jerne.

Depois de contribuir para a formulação da Teoria da Seleção Clonal na década de 1950 (trabalho que deu o Prêmio Nobel ao australiano Mac-Farlane Burnet em 1960) e desenvolver uma das técnicas mais utilizadas para a quantificação das células produtoras de anticorpos, Jerne afastou-se das concepções tradicionais, que descreviam o sistema imune como uma série de clones celulares dotados de receptores capazes de localizar e atacar os antígenos que conseguissem penetrar no organismo. Era o que se poderia chamar de “percepção bélica” do sistema. Em seu lugar, propôs em 1974 uma teoria revolucionária, segundo a qual a reatividade imunológica não está voltada para fora do corpo, à espera de contatos eventuais com materiais estranhos, mas sim... voltada para si mesma. Trata-se de uma imensa rede multi-ramificada de interações que, quando perturbadas, exigem compensações capazes de reconstruir a harmo-

nia do sistema consigo mesmo, o que torna irrelevante um dos problemas centrais da imunologia clássica: os mecanismos de discriminação entre a estrutura do próprio organismo, *self*, e a de materiais estranhos, *non-self* (ver “Reconhecer a si próprio - idéias para uma nova imunologia”, em *Ciência Hoje* n.º 7).

Esta intrincada rede de intercomunicações deve obedecer a algumas regras básicas, para que o sistema como um todo não experimente um colapso. Em *Towards a network theory of the immune system* (Ann. Inst. Pasteur, 125c:373-398, 1974), Jerne sugeriu a existência de circuitos reguladores coordenados, mais tarde descobertos experimentalmente, e propôs as regras básicas de seu funcionamento. Cada linfócito integra um sistema complexo, no qual cada célula reconhece e é reconhecida por, pelo menos, uma outra, através de estruturas denominadas paratopos e idiotipos. O equilíbrio dinâmico do conjunto (*steady-state*), mantido através de interações ativadoras ou inibidoras do sistema, é rompido com a presença de um antígeno, e a volta ao estado de equilíbrio define a resposta imune.

O sistema imune dos vertebrados superiores é formado essencialmente pelos linfócitos B e T. Os primeiros são responsáveis pela síntese e excreção dos anticorpos e os outros pela imunidade celular e a regulação do sistema como um todo, organizado em clones celulares. O reconhecimento do antígeno é fragmentado, isto é, cada uma das células B ou T só é capaz de re-

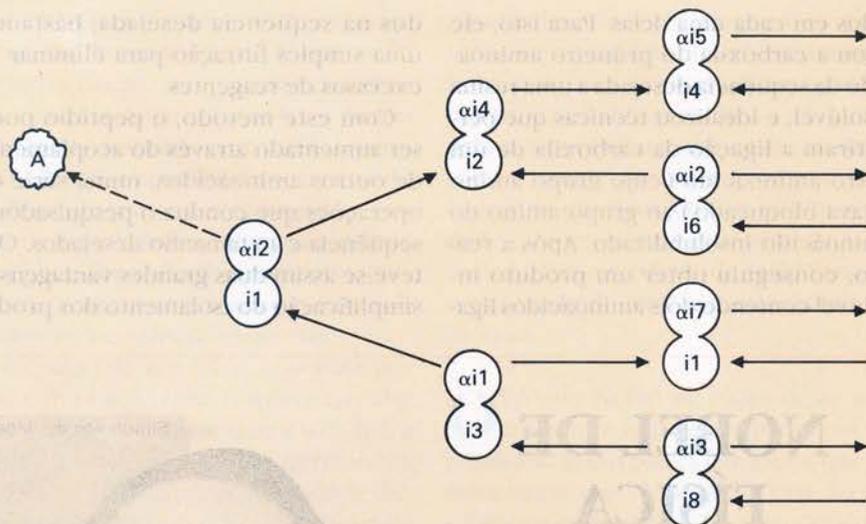
conhecer um único epítipo (determinante antigênico) de um antígeno. Cada célula B, por sua vez, produz um único tipo de anticorpo, capaz de reconhecer apenas um determinante antigênico. Na grande maioria das imunizações, artificiais ou naturais, os antígenos estimulam diversos clones de células B, cada um deles produtor de anticorpos específicos. Forma-se então uma mistura heterogênea de anticorpos que reconhecem diferentes especificidades antigênicas e possuem diferentes afinidades pelos antígenos. O grau desta heterogeneidade varia conforme a natureza do antígeno e a forma de imunização, o que obviamente dificulta (e às vezes impossibilita) a obtenção de quantidades de anticorpos dotados de uma especificidade restrita.

Os anticorpos são essencialmente moléculas voltadas para o reconhecimento de outras moléculas (seja em suspensão, seja na superfície das células). Assim, a obtenção de quantidades ilimitadas de anticorpos capazes de reconhecer um único determinante antigênico teria múltiplas aplicações em áreas distintas da medicina e da biologia. Foi isto o que Milstein e Köhler conseguiram com a técnica de produção de anticorpos através de hibridomas. Eles publicaram em 1975 o trabalho *Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity* (Nature, 256:495-497, 1975), onde descrevem seu método: fundem-se (hibridizam-se) uma célula neoplásica (tumoral) e um linfócito B obtido de um animal (em geral, camundongo ou rato) imunizado com o antígeno contra o qual se deseja obter o anticorpo. A célula

la híbrida resultante da fusão (hibridoma) herda da célula neoplásica a capacidade de manter-se em crescimento contínuo, e do linfócito B a de secretar anticorpos. Como o hibridoma se origina de uma única célula B, ele produz apenas um tipo de anticorpo, equivalente ao produzido por um único clone de célula B. Daí sua denominação: anticorpo monoclonal. O hibridoma pode ser mantido em crescimento contínuo em cultura ou na cavidade peritoneal do animal utilizado para a obtenção da célula imune.

Os anticorpos monoclonais revolucionaram a medicina e a biologia, permitindo desde a obtenção em larga escala de antígenos puros até os mais refinados estudos sobre a estrutura química e a função de moléculas de interesse biológico. Eles abriram novas perspectivas para a profilaxia, a classificação, o diagnóstico e o tratamento das mais variadas doenças do homem e de outros animais. Sem dúvida, é a técnica que mais encurtou a distância entre uma biomedicina básica e sua aplicação prática.

Marcello A. Barcinski

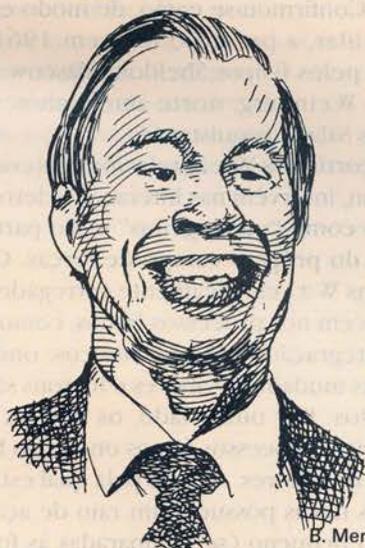


O esquema apresenta cada linfócito como um par de círculos unidos: um representa o paratopo (local de combinação dos receptores celulares, indicados por  $\alpha i$ ) e o outro o idiotipo ( $i$ ). A teoria de Jerne afirma que cada linfócito reconhece e é reconhecido por, pelo menos, uma outra célula, pois o paratopo de um interage especificamente com o idiotipo de outro, conforme mostram as setas.

Tome como exemplo o primeiro linfócito, à esquerda. Seu paratopo  $\alpha i2$  reconhece o idiotipo  $i2$  de outro linfócito e, ao mesmo tempo, está associado ao idiotipo  $i1$ , que, por sua vez, é reconhecido por outro linfócito, possuidor de um receptor anti- $i1$  ( $\alpha i1$ ). Assim, cada célula pode ser ativada através do reconhecimento do idiotipo da outra, mas sofre simultaneamente uma ação inibidora por parte da célula que reconhece o seu idiotipo. As interações ativadoras e inibidoras estabelecem o equilíbrio dinâmico do conjunto, rompido quando aparece um antígeno (A). No caso retratado no esquema, o epítipo do antígeno se assemelha ao idiotipo  $i2$ , o que provoca a ativação da célula com o paratopo  $\alpha i2$  e, finalmente, a produção do anticorpo correspondente.

## NOBEL DE QUÍMICA

desenho: Petrucio



B. Merrifield

O norte-americano Robert Bruce Merrifield, de 63 anos, recebeu o Prêmio Nobel de Química de 1984 pelo desenvolvimento, na década de 50, de uma técnica que propiciou um extraordinário avanço na síntese de peptídios,

com importantes conseqüências para o conhecimento do mecanismo de ação destes compostos, bem como sua aplicação em biologia, medicina e engenharia genética.

Os peptídios, assim como as proteínas, são compostos formados por cadeias de aminoácidos unidas, numa seqüência bem definida, através de ligações químicas que envolvem os grupos ácido (carboxila) e amino ( $NH_2$ ) de dois aminoácidos distintos. A síntese de peptídios em laboratório foi obtida pela primeira vez no início do século pelo grande químico alemão Emil Fischer, que desenvolveu métodos para permitir a união de dois aminoácidos, na seqüência desejada, através do bloqueio dos grupos amino e carboxila que se desejava manter desunidos e da ativação da carboxila que deveria reagir com o grupo amino para formar a ligação desejada. A partir dos trabalhos de Fischer, desenvolveram-se numerosas técnicas para obter peptídios com até 20 ou 30 aminoácidos. Entre elas, destaca-se o emprego do grupo carbobenzoílo no bloqueio do grupo amino, método des-

crito por Max Bergman na década de 1930, que tornou mais praticável a síntese dos peptídios e deu grande impulso às aplicações práticas da síntese de moléculas de interesse biológico. Um dos resultados mais notáveis relacionados a esta descoberta foi a preparação, em 1953, do primeiro hormônio peptídico sintético, a ocitocina, realizada por Vincent du Vigneau.

No entanto, até a publicação do primeiro trabalho em que Bruce Merrifield descrevia seu novo método, as técnicas empregadas na síntese de peptídios eram extremamente laboriosas e demoradas, envolvendo muitas etapas e numerosos isolamentos de produtos intermediários. Estes só podiam ser obtidos através de cristalizações muitas vezes difíceis, pois ao fim de cada etapa da síntese (ou seja, de cada reação realizada em solução) era necessário separar o produto e os excessos de reagentes, que poderiam interferir na etapa seguinte do processo. A grande idéia de Merrifield foi utilizar uma fase sólida em todas as etapas, facilitando enormemente o isolamento dos produtos dese-

# TOME CIÊNCIA

ados em cada uma delas. Para isto, ele ligou a carboxila do primeiro aminoácido da seqüência desejada a uma resina insolúvel, e idealizou técnicas que permitiram a ligação da carboxila de um outro aminoácido (cujo grupo amino estava bloqueado) ao grupo amino do aminoácido insolubilizado. Após a reação, conseguiu obter um produto insolúvel contendo dois aminoácidos liga-

dos na seqüência desejada, bastando uma simples filtração para eliminar os excessos de reagentes.

Com este método, o peptídeo pode ser aumentado através do acoplamento de outros aminoácidos, numa série de operações que conduz o pesquisador à seqüência e ao tamanho desejados. Obteve-se assim duas grandes vantagens: a simplificação do isolamento dos produ-

tos intermediários, justamente a parte mais trabalhosa da síntese em solução, e a possibilidade de padronização das reações necessárias a cada etapa, o que abriu o caminho para uma automatização do trabalho através da construção de máquinas programáveis para realizar a síntese de peptídios e até mesmo de proteínas.

Antônio Paiva

## NOBEL DE FÍSICA

fotos CERN



Carlo Rubbia



Simon van der Meer

“A descoberta de Rubbia e van der Meer nos leva de volta ao sonho de Einstein sobre a existência de um quadro unificado, com uma só força para explicar todas as forças da natureza.” Com estas palavras, Cecilia Jarlskog, porta-voz da Academia de Ciências da Suécia, justificou a concessão do Prêmio Nobel de Física de 1984 ao físico italiano Carlo Rubbia, nascido em Gorizia (Itália) em 1934, e ao engenheiro Simon van der Meer, nascido em Haia (Holanda) em 1925, principais personagens da equipe, formada por centenas de cientistas, que detectou no ano passado as partículas W e Z no Laboratório Europeu para a Física de Partículas (CERN).

A existência dessas partículas já havia sido prevista pelos físicos teóricos há

bastante tempo, mas sua descoberta experimental é decisiva para completar o quadro que os cientistas construíram nas últimas duas décadas sobre as forças fundamentais da natureza e os constituintes mais elementares da matéria (ver “A matéria indivisível”, em *Ciência Hoje* n.º 14). O trabalho de Rubbia e van der Meer foi crucial na concepção dos instrumentos construídos para criar e detectar as partículas, a partir de uma colisão de prótons e antiprótons. Para realizar a experiência, foi necessário conceber um mecanismo capaz de gerar antiprótons (ver “O leitor pergunta”, em *Ciência Hoje* n.º 5), armazená-los até acumular uma quantidade suficiente, esfriar o gás de antimatéria e fazê-lo circular no anel do Super Proton Synchrotron (SPS) em direção contrária a um feixe de prótons.

O SPS foi construído originalmente como um acelerador de prótons de 6,9 quilômetros de circunferência. Inau-

gurado em 1977, passou a ter quatro anos depois uma função dupla, operando parte do ano de acordo com a idéia original e parte como anel de colisão próton-antipróton. Para observar as partículas, foram instalados em cavernas à volta dos pontos de colisão de matéria e antimatéria enormes detectores, cuja operação envolve centenas de físicos, engenheiros e técnicos trabalhando em monitoragem, detecção, estocagem e processamento de dados. Deles, o UA1 e o UA2 permitiram detectar as novas partículas.

O bóson W foi identificado pelo sinal de um elétron ou um múon incidindo sobre os detectores com enorme energia sem que se registrasse nenhuma deposição de energia na direção oposta; o bóson Z, pela presença de um par elétron-pósitron ou múon-antimúon (ver “Tome ciência”, em *Ciência Hoje* n.º 5 e 7). Confirmou-se então, de modo espetacular, a predição feita em 1961-1968 pelos físicos Sheldon Glashow e Steve Weinberg, norte-americanos, e Abdus Salam, paquistanês.

As partículas W e Z, relacionadas com o fóton, intervêm nas interações eletrofracas como “mensageiras” e são partículas do próprio campo de forças. Os bósons  $W^{\pm}$ , eletricamente carregados, aparecem nos processos fracos, como a desintegração beta nos núcleos, onde quarks mudam de sabores e léptons são gerados. Por outro lado, os bósons Z medeiam processos fracos onde não há troca de sabores. A razão pela qual estas forças fracas possuem um raio de ação muito pequeno (se comparadas às forças eletromagnéticas) está associada à enorme massa dos Ws e Zs, que contrasta com a ausência de massa dos fótons. A grande massa dessas partículas contribui aliás para dificultar sua criação em laboratórios.

# TOME CIÊNCIA

A carreira de Rubbia sempre foi marcada por sua forte personalidade, grande inteligência e notável capacidade de trabalho. Formado nos anos 50 na antiquíssima Scuola Normale Superiore de Pisa (Itália), onde nos últimos dois séculos a física tem recebido importantes contribuições, ele é um físico experimental completo, capaz de idealizar experimentos extremamente complexos, reconhecer as características mais importantes do sistema em estudo e descobrir como colocá-lo em evidência. No decorrer dos anos 60, Rubbia participou, no CERN e nos Estados Unidos, de inúmeras experiências relacionadas à física de partículas elementares. Quando os anéis de colisão próton-próton do CERN, que iam entrar em operação em 1971, apresentaram numerosos problemas em feixes, eletrônica e detecção, ele contribuiu de forma importante para a sua resolução, participando das primeiras experiências com o novo sistema. Ironicamente, enquanto os outros grupos experimentais obtiveram êxito imediato, o seu apresentou falhas que só foram corrigidas posteriormente.

Rubbia, que acumula seu trabalho na Europa com uma cátedra na Universidade de Harvard (EUA), foi quem convenceu o comitê científico do CERN a alterar o projeto inicial do SPS, de modo a incluir o anel de colisão matéria-antimatéria, mas a demonstração da viabilidade desta proposta dependeu do trabalho de van der Meer, um engenheiro especialista na preparação de feixes de partículas para os aceleradores

do CERN. Depois de trabalhar nos laboratórios holandeses da Philips, onde durante a década de 50 foram construídos vários ciclotrons (um deles para o CERN), ele descobriu, em 1968, o princípio do "esfriamento estocástico" de um feixe de partículas carregadas. Trata-se de um engenhoso sistema capaz de corrigir a dispersão das partículas, provocada, entre outros fatores, pela repulsão elétrica existente entre elas.

No pulso de um feixe, que viaja por uma órbita aproximadamente circular com velocidade quase iguais à da luz, a velocidade das partículas permanece próxima à da média. Um medidor de dispersão colocado em um ponto da órbita informa a um corretor situado na diagonal oposta qual o desvio do pulso em relação à trajetória ideal. Como a informação viaja através do diâmetro do círculo, ela chega ao corretor antes do pulso, permitindo pequenas correções na órbita. Estes reajustes fazem com que mais partículas aproximem suas velocidades da velocidade média do pulso, aumentando a densidade espacial das partículas e melhorando a eficiência das colisões.

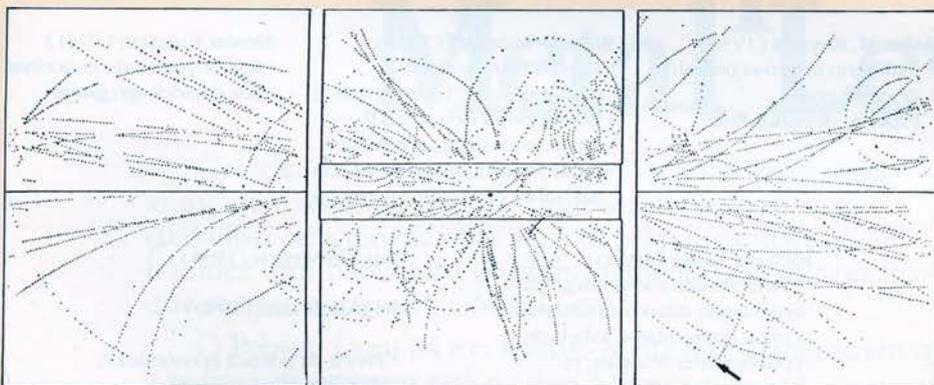
O mecanismo de esfriamento estocástico foi testado em 1975 no anel de colisão ISR do CERN. A partir de então, Rubbia, com o auxílio de van der Meer, passou a defender a adoção desse mecanismo para esfriar um feixe de antiprótons e introduzi-lo no anel do SPS, então em construção, criando assim um anel de colisão próton-antipróton. A produção destas últimas partículas é difícil. No acelerador PS do CERN são produzidos cerca de dez milhões de antiprótons

através da colisão de um pulso de prótons com energia de 30 GeV contra uma folha metálica (a energia de repouso de um próton é de cerca de 1 GeV). Mas para poder utilizar um feixe de antiprótons no anel, este número é multiplicado por um fator de dez mil, quantidade que exige três dias para ser acumulada. Depois, o feixe de antiprótons é manipulado de modo idêntico a um de prótons.

O Prêmio Nobel de Física deste ano também é uma recompensa para a persistência dos países europeus, que se associaram em 1954 para a criação do CERN e conseguiram 30 anos depois a liderança mundial no campo da física experimental das partículas elementares. Nos últimos dez anos, os investimentos no CERN foram de 600 milhões de francos suíços por ano (cerca de 600 bilhões de cruzeiros), plenamente recompensados pelos resultados científicos alcançados. Os últimos prêmios Nobel concedidos a europeus por contribuições experimentais em física de partículas couberam ao soviético Pavel Cerenkov em 1958 (por trabalhos realizados na década de 1940) e a Emílio Segré no ano seguinte, pela descoberta do antipróton, realizada nos Estados Unidos (prêmio que dividiu com Owen Chamberlain). Desde então, foram premiados, na mesma área, os norte-americanos Donald Glaser (1960), Robert Hofstadter (1961), Luis W. Alvarez (1968), Burton Richter e Samuel Ting (1976) e James Cronin e Val Fitch (1980).

Em sua teoria unificada da eletricidade e magnetismo, o inglês James Clerk Maxwell afirmou a existência das ondas eletromagnéticas 20 anos antes da sua descoberta experimental, realizada em 1887 pelo alemão Heinrich Hertz. Nesse século foram efetivadas as múltiplas aplicações dessas ondas, como o rádio e a televisão. Porém, passaram-se 20 anos desde o experimento de Hertz para que se percebesse que as equações de Maxwell traziam em seu bojo a relatividade especial. Haverá novas surpresas nas teorias eletrofracas, além das trazidas à luz nos brilhantes experimentos que mereceram o Nobel de 1984?

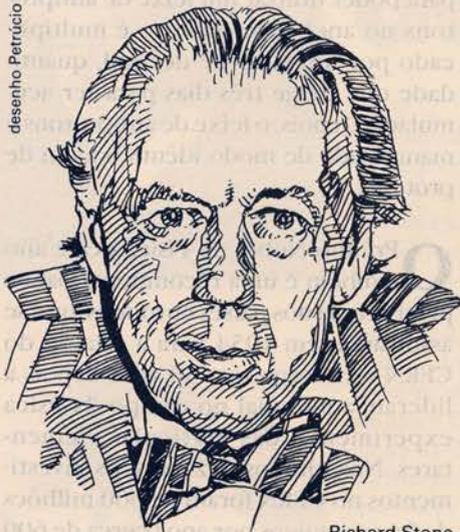
Juan Alberto Mignaco



Reconstrução de um dos eventos encontrados no detector UA1 nas experiências realizadas entre outubro e dezembro de 1982, mostrando um elétron com grande energia se deslocando fora do eixo dos feixes (seta). Este elétron se encontra "de costas" para uma região onde não há deposição de energia, o que indica a emissão de um neutrino, que não é observado no aparelho. As duas partículas são produtos de desintegração de uma partícula W.

# NOBEL DE ECONOMIA

desenho Petrucio



Richard Stone

O professor Richard Stone, prêmio Nobel de economia deste ano, pertence a uma longa tradição de investigadores que, desde os séculos XVII, com William Petty e Gregory King, e XVIII, com François Quesnay, vêm tentando elaborar, a partir de variáveis quantitativas, anatomias do organismo econômico e social de um país. Petty preocupou-se com as grandes medidas agregadas, como a renda nacional, e King com a mensuração abrangente da estrutura econômica e social da Inglaterra de 1688, baseada em uma classificação sócio-econômica da população. Quesnay, por sua vez, construiu na França em 1758 o famoso *Tableau Économique*, pioneiro no tratamento da interdependência entre setores sócio-econômicos, da importância do padrão de gastos setoriais para a avaliação do nível de atividade e, finalmente, do papel estratégico do excedente econômico (*produit net*) e da acumulação de capital produtivo no processo de crescimento.

No século XIX, as contribuições teóricas mais importantes para a contabilidade social vieram de Marx e de Walras. Os esquemas de reprodução do primeiro estruturavam a atividade econômica em “departamentos” de produção de bens de produção ou de consumo, e indicavam as condições de equilíbrio de uma economia capitalista face ao permanente risco de crises. Walras imaginou uma verdadeira “astronomia de

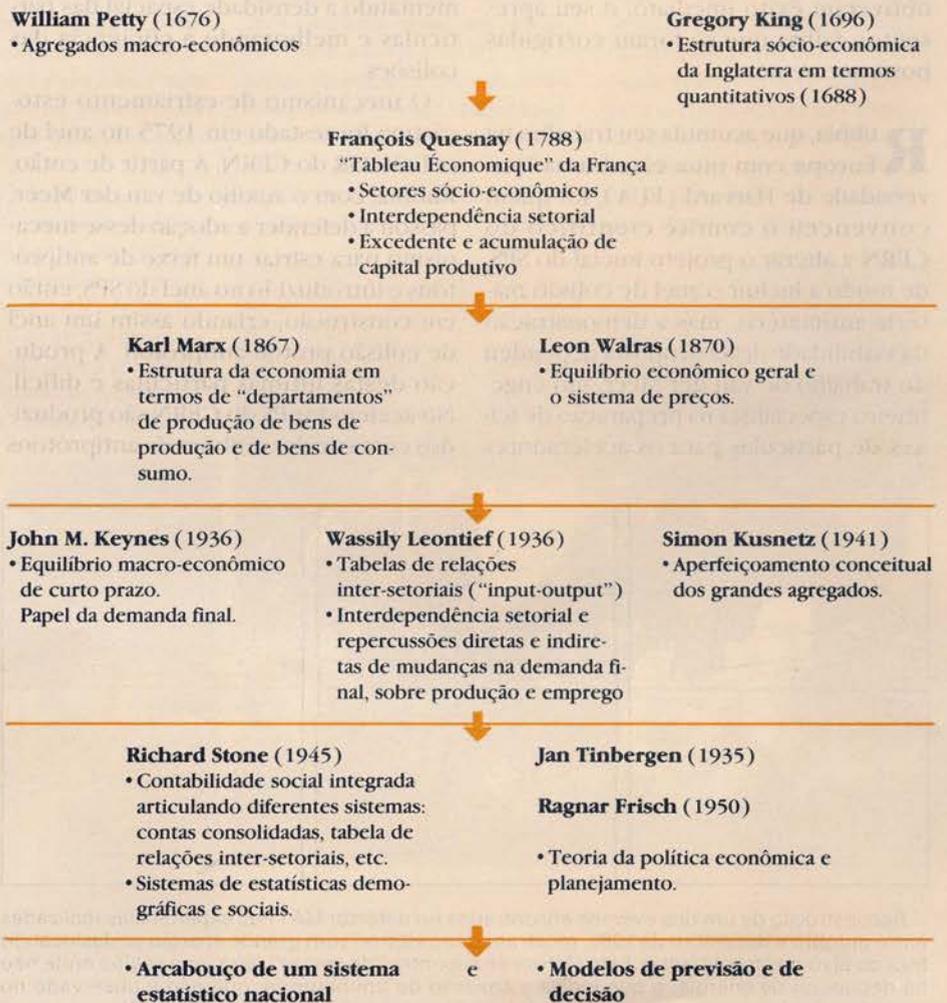
mercadorias”, mostrando como, dadas as preferências dos consumidores, determinada disponibilidade de fatores é alocada entre diferentes bens e serviços, e como, ao mesmo tempo, os preços são fixados. Seu sistema teórico explícita, do modo mais desagregado possível, o funcionamento interdependente da economia.

A sucessão de trabalhos de King, Quesnay, Marx e Walras acentua gradativamente a importância de uma visão mais detalhada do funcionamento da economia, em contraposição a simples mensurações globais. Mas só no século XX essas construções vieram a ser desenvolvidas empiricamente, com o aparecimento de duas contribuições fundamentais, datadas de 1936: a de J. M. Keynes, que formulou a teoria do equilíbrio macroeconômico de curto prazo, e a de W. Leontief, criador das ta-

belas de relações intersetoriais (*input-output*) que representam matricialmente a estrutura da economia, com amplo detalhamento principalmente do setor industrial.

Ao longo dos últimos 40 anos, o professor Stone foi um dos grandes responsáveis pelo desenvolvimento e disseminação das técnicas da contabilidade social. São de sua autoria praticamente todos os sistemas que, no período do pós-guerra, produziram recomendações internacionais nesse campo, desde o Memorando sobre Contas Nacionais (escrito em 1945 para a Liga das Nações) até o sistema atual, revisto e ampliado em 1967, e o Sistema de Estatísticas Demográficas e Sociais, de 1975. O traço comum desses trabalhos é uma arquitetura abrangente e integradora, que permite uma perspectiva cada vez

### Árvore genealógica da contabilidade social moderna, ressaltando a contribuição de sir Richard Stone



# TOME CIÊNCIA

Diagrama de um sistema simplificado de contabilidade social em termos de contas consolidadas



mais completa e ampla da anatomia e do funcionamento de uma sociedade. Trabalhando no Departamento de Economia Aplicada da Universidade de Cambridge, o professor Stone também desempenhou importante papel no desenvolvimento de um modelo de crescimento para a Inglaterra, com vistas a uma eventual utilização em um sistema de planejamento.

Que relação é possível estabelecer entre o trabalho de Stone e o Brasil? Em

primeiro lugar, deve-se ressaltar o duplo papel das informações estatísticas: além de apoiarem a elaboração da política governamental, elas devem permitir a diferentes segmentos da sociedade o acompanhamento e a avaliação destas políticas, pois a visualização mais clara dos grandes problemas existentes permite melhor participação nas decisões. Isso implica, por exemplo, a necessidade de enxergar mais longe do que a simples taxa de crescimento do famoso

Produto Interno Bruto (PIB), buscando compreender melhor a interrelação entre distribuição de rendimentos, padrão de consumo e perfil setorial da produção, ao longo do processo de crescimento econômico. Outro importante princípio é o do uso da contabilidade social como sistema de referência para a determinação de prioridades e seu apoio na estruturação de um sistema estatístico nacional.

Para finalizar, cabe observar que, ao contrário do que pode ocorrer em outras áreas, a evolução da ciência econômica não possui contribuições marcantes com uma freqüência que justifique a escolha anual de um agraciado com o Prêmio Nobel. Além disso, ou talvez por isso, as escolhas são freqüentemente questionadas, bastando lembrar que nem a inglesa Joan Robinson nem o italiano Piero Sraffa — dois nomes cruciais da teoria econômica contemporânea, falecidos no ano passado — foram agraciados pelo comitê sueco responsável pelas premiações.

Isaac Kerstenetzky

# Os prêmios Liceu e Mauá - duas conquistas da Metal Leve.

Geração de tecnologia própria e a adaptação da mais avançada tecnologia externa e administração financeira cuidadosa caracterizada por altos índices de capitalização e liquidez com baixo grau de endividamento, são os princípios que sempre nortearam a Metal Leve.

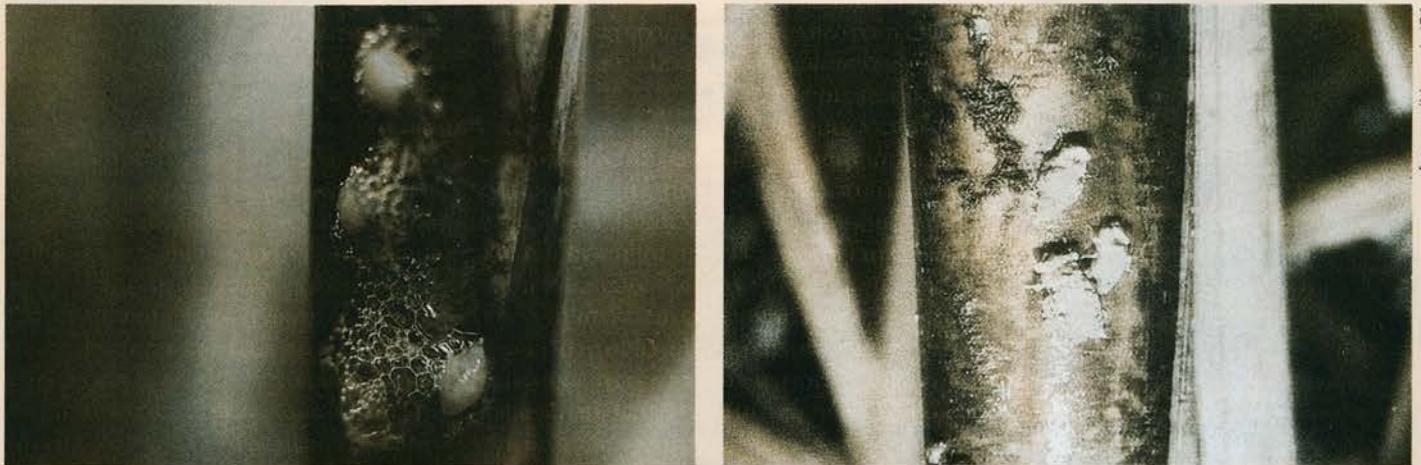
O Prêmio Liceu 84 e o Prêmio Mauá 83\* demonstram que a política da empresa está na direção certa.



METAL LEVE

\* O Prêmio Liceu é atribuído pelo Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo às empresas nacionais por inovações tecnológicas. O Prêmio Mauá é instituído pela Bolsa de Valores do Rio de Janeiro, Jornal do Brasil, Associação Comercial do Rio de Janeiro e ABRASCA - Associação Brasileira das Companhias Abertas, pelo bom relacionamento com os acionistas e o mercado de capitais.

## CIGARRINHA NA CANA-DE-AÇÚCAR



fotos cedidas pelo IPA

Formas jovens de cigarrinha: à esquerda, não parasitada; à direita, parasitada pelo fungo *Metarhizium anisopliae*.

Mais de 50% da economia pernambucana está alicerçada na agroindústria canavieira, seja pela exploração de açúcar, seja pela exploração de álcool carburante como fonte alternativa de combustível. À medida que esta cultura avança nos caminhos da modernização, aumentam os cultivos de grande concentração (monoculturas), capazes de gerar alguns problemas fitossanitários, como as pragas das lavouras.

A queda no rendimento das atividades ligadas à cultura da cana-de-açúcar devido à sua principal praga foi estimada em 11,2% no campo e 14,9% na indústria. Calcula-se que a safra 82/83 perdeu cerca de 825 mil toneladas de cana, o que equivale a um prejuízo de aproximadamente 3,4 bilhões de cruzeiros.

Todo esse problema deve-se ao pequeno inseto conhecido como a cigarrinha da folha da cana-de-açúcar, que apresenta um ciclo biológico completo entre 70 a 80 dias, passando por cinco formas intermediárias entre a larva e o adulto (estágios ninfais). Os machos adultos medem 12mm de comprimento por 5mm de largura e apresentam quatro manchas vermelhas no terço inferior das asas, enquanto as fêmeas adultas medem 14 por 6 milímetros e apresentam coloração marrom avermelhada mais escura que a dos machos. Ainda na fase adulta, os machos vivem cerca de sete dias e as fêmeas, cerca de 12.

As cigarrinhas não causam danos consideráveis em seus estágios ninfais, mas quando atingem a fase adulta sugam a seiva das folhas e injetam toxinas, oca-

sionando com isso a intoxicação sistêmica das folhas e causando a típica "queima" dos canaviais. A folha se fecha e reduz sua área fotossintética, causando um lento definhamento dos colmos (ou seja, da cana propriamente dita), o que provoca a queda no rendimento agrícola e industrial da cultura.

A elevada importância da cana-de-açúcar para a economia da região fez com que técnicos da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) estudassem formas de combater a praga da cigarrinha. Os técnicos do IPA afirmam que o controle de pragas de qualquer cultura deve basear-se no seu índice de limiar econômico, a fim de que os custos de sua introdução não se tornem mais elevados que o prejuízo provocado pela praga. Para se dar início ao controle da cigarrinha em cana adulta, por exemplo, é necessário que se encontre, pelo menos, dois adultos e duas ninfas (formas jovens) grandes do animal por cana. No caso da cana jovem, esse índice populacional é reduzido para a metade.

O combate à cigarrinha pode ser feito através de produtos químicos e pelo controle biológico. Os produtos químicos são usados quando é maior o índice de infestação da praga na forma adulta, enquanto o controle biológico é recomendado para índices populacionais onde seja maior a incidência de ninfas.

É usado no combate à praga o fungo entomógeno *Metarhizium anisopliae*, que tem ação parasitária

tanto para a fase jovem quanto para a fase adulta da cigarrinha. O pesquisador russo Metchinoff foi quem descobriu, em 1879, este fungo parasitando o besouro do trigo *Anisopliae austriaca*.

Em Pernambuco, os primeiros estudos de isolamento, seleção de meios de cultura e de testes de patogenicidade, em laboratório, foram realizados pelo IPA. Após vários testes a nível de campo, o fungo *Metarhizium anisopliae* tornou-se um dos principais métodos empregados na luta integrada contra a praga da cigarrinha.

Aplica-se o fungo por via aérea e por via terrestre, sendo que a escolha depende do local onde ocorre a infestação. A dosagem do produto é de 600 gramas do fungo por 20 litros d'água para aplicação aérea. Por via terrestre, usa-se 300 a 350 litros d'água para cada 600 gramas.

O processo infectivo apresenta a seguinte seqüência: o esporo do fungo, após entrar em contato com a cigarrinha, germina em 12 a 16 horas; com 24 a 72 horas, inicia-se a penetração no inseto; passados três dias, a cigarrinha começa a perder a mobilidade; e sete a oito dias depois o inseto apresenta-se mumificado (mumificado pelo fungo). É necessário que certas condições climáticas sejam estabelecidas para que ocorra esta seqüência: temperatura em torno de 28°C e umidade relativa do ar acima de 80%.

Romualdo Camelo de Sena  
Vanildo Alberto Leal B. Cavalcanti

# A ciência hoje é exportar.

A Duratex sabe que só exporta quem  
se importa com tecnologia.

E com a conquista da tecnologia,  
a Duratex conquistou a  
liderança mundial na exportação de  
chapas duras de fibra de madeira.

**DURATEX S.A.**



A Duratex S.A. produz também as louças e metais sanitários Deca e Hydra, rações balanceadas, concentrados protéicos, farinha de trigo e semolina marca Anhangüera.

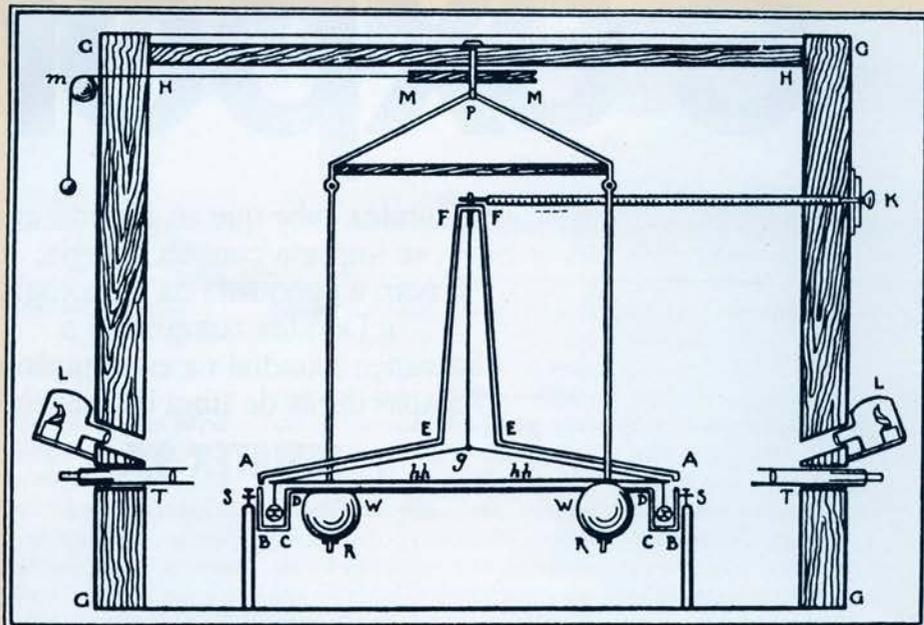
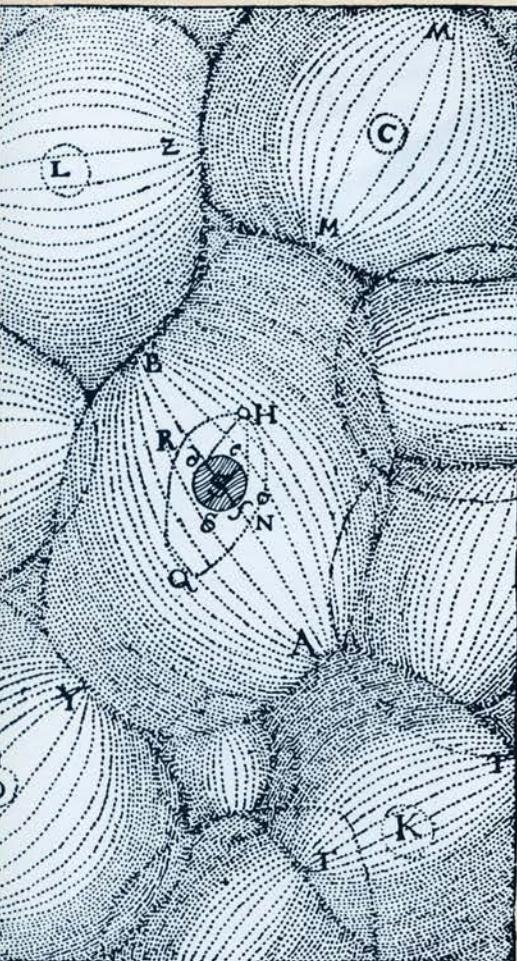
# TOME CIÊNCIA

## ESTAMOS DESCOBRINDO EFEITOS ANTIGRAVITACIONAIS?

**D**eterminações recentes realizadas em minas de carvão e de ouro e em poços de petróleo a grandes profundidades mostraram que a constante gravitacional ( $G$ ) difere do valor clássico obtido em laboratório através de experimentos do tipo *Cavendish*. Essas determinações — relatadas na revista inglesa *Nature*, de fevereiro deste ano — indicaram resultados cerca de 2% a 2,5% maiores que as medidas obtidas em laboratório.

Na verdade, a discussão sobre a variabilidade da constante gravitacional  $G$  não é recente. Em 1938, um dos grandes físicos deste século, Paul Dirac, propôs que as constantes físicas que caracterizam as interações da natureza variam com a idade do universo. Assim, a constante da estrutura fina, que caracteriza a intensidade das forças eletromagnéticas, bem como a constante gravitacional  $G$ , que caracteriza a intensidade do

Vórtices de Descartes



A balança de Cavendish

campo de gravitação, não seriam constantes verdadeiras: teriam diferentes valores conforme o tempo cósmico.

Desenvolvida posteriormente por muitos autores — entre os quais Jordan e Dicke —, a teoria de Dirac implicava que a constante gravitacional  $G$  deveria variar de uma parte em dez bilhões por ano. Embora tal valor represente uma taxa de variação extremamente pequena, os efeitos produzidos seriam perfeitamente observáveis em escalas astronômicas.

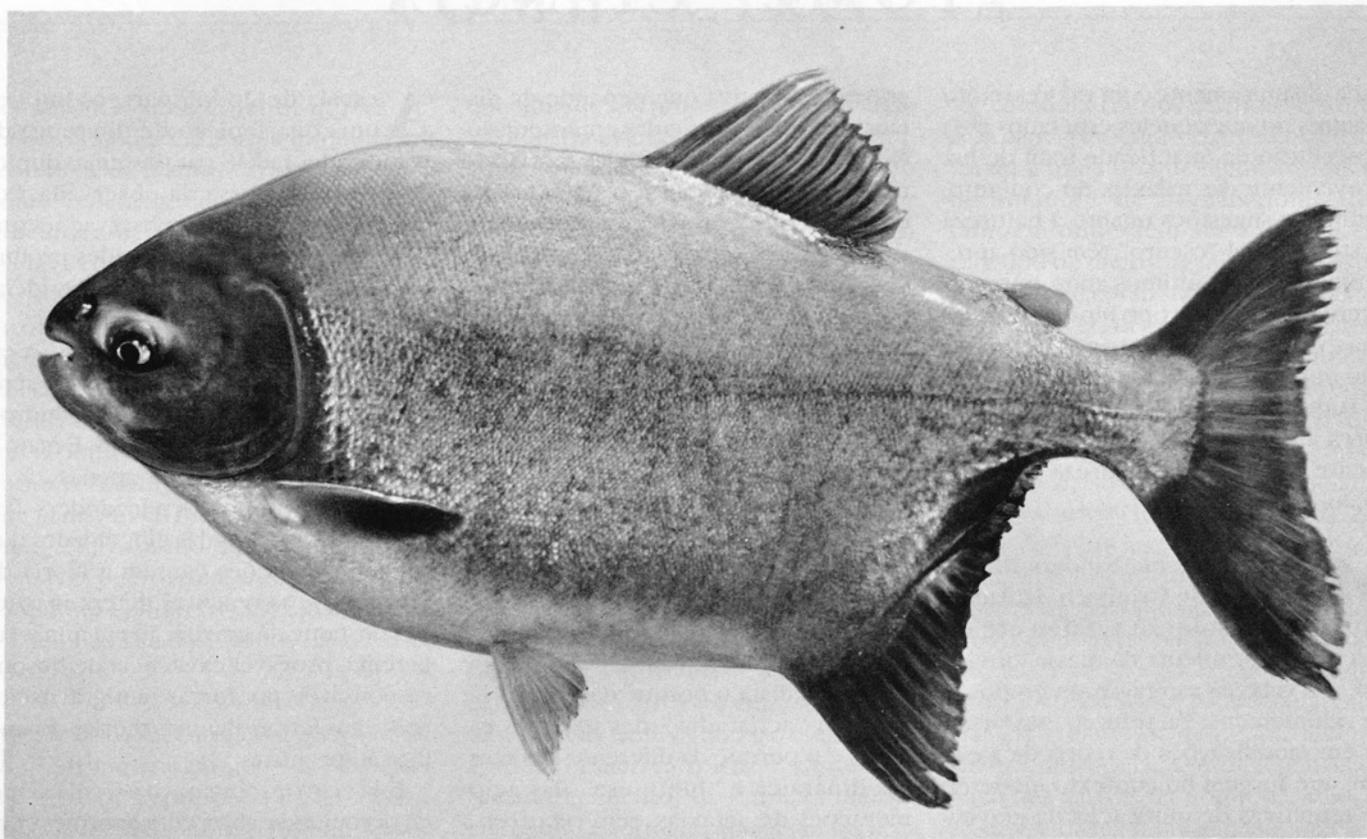
**P**or exemplo, a luminosidade do Sol seria hoje cerca de oito vezes menor do que na época de formação do Sistema Solar, devido unicamente a tal efeito. O decréscimo da intensidade da força gravitacional poderia produzir também um aumento no volume da Terra. Este efeito foi estudado por Hess e Murphy: a expansão da Terra produziria fendas na crosta que ocasionariam um fluxo da ordem de nove quilômetros cúbicos por ano de lava para o exterior. No presente, ainda não existem boas estimativas do fluxo total de lava proveniente dos vulcões e do fundo dos oceanos, mas um valor conservativo sugere que seja cerca de dez vezes menor do que o fluxo estimado pela possível expansão da Terra. Além disso, pesquisadores da NASA, entre os quais Canutto,

têm estudado efeitos nas órbitas planetárias, em especial de Marte, causados pela possível variação da constante gravitacional com a idade do universo. No entanto, todos os estudos nesse sentido mostraram-se, até o momento, inconclusivos.

Outras observações de caráter astronômico trazem dificuldades às teorias que dizem que a fonte da gravitação seria causada unicamente por partículas do tipo "barions", ou seja, pesadas (como prótons, neutrons etc). A forma "achatada" da curva de rotação das galáxias espirais e a massa dinâmica dos grupos e aglomerados de galáxias estão entre as principais dificuldades.

No primeiro caso, como a distribuição de massa de uma galáxia segue mais ou menos sua distribuição luminosa, seria esperado que a velocidade de rotação da galáxia, após passar por um máximo, decrescesse com o inverso da raiz quadrada da distância ao centro. Isto é, teríamos uma velocidade de rotação proporcional a  $1/\sqrt{r}$ , onde  $r$  é a distância ao centro da galáxia. No entanto, o que se observa é que, após o máximo, a velocidade fica mais ou menos constante, indicando a presença de matéria não luminosa contribuindo para a gravitação.

Problema semelhante ocorre no segundo caso. Os grupos e aglomerados de galáxias têm sua massa total determi-



# O animal de estimação da Energia de São Paulo

A Energia de São Paulo movimenta muita água. E quem entende de água entende de peixe.

É um dever do ofício. Uma responsabilidade insubstituível para

vo, principalmente no campo da produção de alevinos de diversas espécies nas suas cinco estações de aquicultura. Este esforço tem dois objetivos: o povoamento e re-

voamento dos seus reservatórios e a pesquisa com vistas à produção de alimento. A maior contribuição no que se refere à este trabalho será de caráter social.

A médio prazo, pretende-se aumentar a produção pesqueira para 27.600 toneladas por ano, o que significará algo em torno de 10% de proteína animal consumida no Estado de São Paulo.

Mas o trabalho da Energia de São Paulo na área de piscicultura, não se resume a isso. Pesquisas para a criação de peixes em tan-

ques redes, desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo, convênio de estudos científicos sobre biologia pesqueira em convênio com universidades e instituições de pesquisa. Enfim, o peixe é o animal de estimação da Energia de São Paulo mesmo.

Merece todo o nosso carinho e, através dele, poderemos melhorar os níveis de consumo de proteína animal em nosso estado.

A Energia de São Paulo acha que o peixe pode se transformar num dos melhores amigos do homem.

E vem mobilizando recursos para tornar isso realidade.



quem interfere nos ecossistemas ao construir usinas e se sente na obrigação de reconstruí-los com consciência, seriedade e capacidade científica.

O esforço da Energia de São Paulo nos últimos 15 anos vem aumentando de modo significati-

**ENERGIA DE  
SÃO PAULO** CESP  
ADMINISTRAÇÃO UNIFICADA CPFL  
ELETROPÁULO

Governo Montoro

## TOME CIÊNCIA

nada dinamicamente com valores muito maiores do que aqueles esperados pela observação da quantidade total de luz proveniente das galáxias do conjunto. Inúmeras sugestões quanto à natureza deste material "escuro" têm sido apresentadas nestes últimos anos: buracos negros, planetas do tipo Júpiter, estrelas anãs vermelhas e neutrinos de massa não-nula.

Tudo isso tem levado inúmeros autores a indagar se conhecemos atualmente a verdadeira natureza da gravitação.

Mais recentemente, Sanders, da Universidade de Gronigen, Holanda, propôs uma solução totalmente diferente ao problema da massa "invisível" em galáxias espirais e em grupos e/ou aglomerados. Tal solução está baseada em modificações da teoria de Newton, que surgem no contexto moderno de tentativas de unificação da gravitação com outras forças da natureza, tais como aquelas propostas pelos físicos Fujii e Zee. Na prática, tais teorias equivalem à introdução de uma constante da

gravitação efetiva que depende da distância entre as partículas em interação. Neste caso, ao contrário das teorias do tipo Dirac, a constante  $G$  não variaria com o tempo, mas sim com a distância.

Sanders assume que a escala típica da distância onde haveria mudança de regime de forças gravitacionais e antigravitacionais é da ordem da dimensão das galáxias. Assim, para escalas menores do que 20 kiloparsecs (equivalente a  $6 \times 10^{22}$  cm) observaríamos somente 5% das forças gravitacionais, sendo o restante balanceado pela antigravitação. Acima de 20 kiloparsecs, as forças antigravitacionais perderiam sua eficácia e seria possível observar a gravitação em sua plenitude.

Com tais idéias, Sanders explica de forma imediata o porquê das curvas de rotação "achatadas" das galáxias espirais e o porquê da diferença das massas dinâmica e "luminosa" das aglomerações de galáxias, sem recorrer à existência de objetos exóticos na natureza ou à presença de neutrinos de massa não-nula. Entretanto, existem dificuldades quanto a essas idéias.

A escala de 20 kiloparsecs implica uma distribuição de diferença de velocidades radiais para sistemas duplos de galáxias diversa da observada. Por outro lado, as recentes observações gravimétricas em minas a grandes profundidades também contrariariam as idéias de Sanders.

Tais resultados indicariam que a escala típica de mudança de regime seria da ordem de apenas alguns quilômetros, e não de dimensões galácticas. E mais: o efeito seria da ordem de apenas 2%, e não os 95% propostos por Sanders. Por outro lado — além das dificuldades que essas observações causam à teoria de Sanders —, as recentes determinações da constante de gravitação em minas sugerem a provável existência de bósons responsáveis por forças "antigravitacionais", conforme algumas teorias de unificação propõem.

Está claro que um novo e fértil campo de pesquisas se abre, com enormes conseqüências para a teoria das partículas elementares, gravitação, astronomia e cosmologia.

J.A. de Freitas Pacheco

## VIRÓIDES E PRION

Fungos, bactérias, micoplasmas, espiroplasmas, nematóides, protozoários. A esta variedade de agentes biológicos causadores de doenças em plantas veio juntar-se a partir de 1970 novo personagem, inacreditavelmente pequeno e simples: o viróide, formado por apenas uma fita linear ou circularizada de RNA com cerca de 350 nucleotídeos e peso molecular de 120.000 daltons. Este teor de RNA representa cerca de 1/10 do genoma dos menores vírus.

Até a descoberta dos viróides, os vírus eram tidos como os menores agentes patogênicos, capazes de atingir homens, animais ou plantas. Com diâmetros variando de 20 a 300nm (um nm equivale à milionésima parte do milímetro), estes últimos se caracterizam por uma composição química bastante simples, pois contêm apenas um tipo de ácido nucleico (todos os organismos celulares possuem dois, o DNA e o RNA) protegido por uma capa protéica e, em alguns tipos, por uma membrana

envoltória adicional. São desprovidos de sistemas enzimáticos geradores de energia, e sua multiplicação ocorre apenas no interior de células vivas, através de um processo de replicação do ácido nucleico, síntese de suas proteínas e montagem.

Os viróides, contudo, são mais simples ainda, embora mantenham a capacidade de replicar na célula hospedeira suscetível e de causar-lhe distúrbios que resultam na enfermidade do organismo infectado. Sua descoberta resultou de pesquisas iniciadas na década de 1960 pelo dr. T. O. Diener, bioquímico do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, que tentava isolar e caracterizar o agente da moléstia de batateira conhecida como tubérculo afilado (em inglês, *potato spindle tuber*, ou TAB), supostamente causada por vírus. Batateiras afetadas pelo TAB produziam tubérculos pequenos, fusiformes e partidos, e seu agente era transmitido facilmente da planta infectada para outras

por meios mecânicos (esfregando-se, por exemplo, um extrato da primeira nas folhas de plantas sadias), o que indicava que o "vírus" era razoavelmente estável.

As tentativas de isolamento do agente do TAB seguiram o caminho aplicável para os vírus: preparação de um extrato, purificação em ciclos de centrifugação a alta e baixa velocidades. No entanto, ao contrário da norma geral, o agente do TAB não se sedimentava nas centrifugações feitas em alta velocidade (30 a 40 mil rotações por minuto), mas permanecia no sobrenadante. Depois de descartar a possibilidade dele ser rico em lipídios (fato que o tornaria mais leve) e evidenciar sua suscetibilidade às enzimas que destroem RNA, o dr. Diener chegou à conclusão de que estava manipulando um agente extremamente pequeno, bastante menor do que os vírus e constituído apenas por um pequeno segmento de RNA, que designou em 1971 de viróide. Pouco depois, o dr.

Semancik e seus colaboradores demonstraram na Califórnia que uma enfermidade de plantas cítricas conhecida como exocortis, também transmissível mecanicamente e causadora de nanismo e redução da produção nos vegetais atacados, era devida à ação de outro viróide. Hoje, cresceu consideravelmente a lista de enfermidades de plantas causadas por estes agentes, passando a incluir algumas doenças importantes sob o ponto de vista sócio-econômico, como o *cadang-cadang* do coqueiro, que já matou 10 milhões de pés nas Filipinas, e o nanismo do crisântemo, responsável pelo virtual desaparecimento da cultura comercial desta planta ornamental nos Estados Unidos há cerca de 30 anos.

**T**rabalhos recentes com o viróide do TAB mostraram que seu RNA possui 359 bases, apresentando uma configuração fechada sobre si mesmo (como um anel) e dotada de vários pareamentos intramoleculares que asseguram sua estabilidade. Mas este segmento de RNA não funciona como mensageiro, isto é, não pode traduzir-se em proteínas, o

que impede a reprodução autônoma do viróide. Há evidências de que sua configuração em fita pareada é decisiva no processo de sua replicação no interior da célula hospedeira: graças a ela, o viróide mimetizaria um DNA (que possui dupla estrutura), garantindo assim o acesso a certas polimerases, enzimas fundamentais para a sintetização do ácido nucleico. Para multiplicar-se, o viróide interfere no sistema intracelular de transcrição do DNA em RNAs, produzindo distúrbios na regulação da síntese de certas proteínas que, produzidas em excesso, causariam doença às plantas infectadas.

As análises das seqüências das bases no RNA dos viróides revelaram certas semelhanças entre elas e as seqüências exibidas por cetros *introns*, segmentos intercalados de RNA que são eliminados após a transcrição, isto é, durante o "amadurecimento" de um RNA mensageiro, que é formado apenas pelos segmentos remanescentes (os *exons*). O dr. Diener admite a hipótese de que os viróides sejam originários de alguns *introns* que adquiriram capacidade de autoduplicação. Para ele, seu surgimento é recente e associado ao intenso processo de domesticação e manipulação das plantas. Certos viróides ocorreriam em plantas silvestres de maneira latente, sem lhes causar malefícios, mas provocariam doenças quando introduzidos acidentalmente em plantas cultivadas, por exemplo através de ferramentas contaminadas.

O homem é o único vetor conhecido para os viróides, e as medidas de controle das enfermidades causadas por eles são essencialmente preventivas, com utilização de mudas sadias, eliminação de possíveis hospedeiras silvestres e erradicação das plantas atacadas. Vale, no entanto, mencionar que nem todas as doenças de plantas são prejudiciais ao homem, pois é claro que enfermidades capazes de eliminar ervas daninhas são vantajosas, como prova a utilização bem-sucedida de doenças fúngicas como bio-herbicidas e a infecção proposital de pomares de laranjeiras com exocortis na Flórida. Neste último caso, o menor porte das plantas torna mais baratos os tratamentos culturais e a colheita das frutas, e a redução na produtividade é compensada por um número maior de plantas por unidade de área.

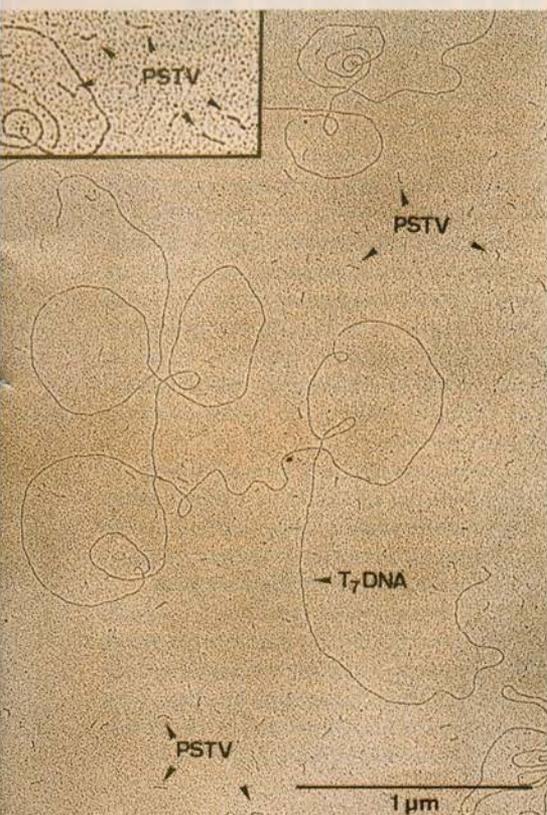
**A** descoberta dos viróides e de seu papel patogênico para as plantas levaram à idéia de que algumas doenças do homem e de animais domésticos também pudessem ser causadas por este tipo de microorganismo. As suspeitas recaíram então sobre certas doenças transmissíveis degenerativas do sistema nervoso, conhecidas genericamente como *slow virus diseases* (doenças virais lentas) porque seu desenvolvimento é extremamente lento, embora inexorável. Nunca foi possível isolar ou visualizar seu "vírus" causal. Nesse grupo de doenças, incluem-se o *scrapie* da ovelha, a encefalopatia do mink, a doença de Creutzfeldt-Jacob e o *kuru* (encefalopatia espongiiforme subaguda) que atacam o homem e animais domésticos. Estudos sobre esta última enfermidade contagiosa associada a certos hábitos antropofágicos de algumas populações nativas da Polinésia, valeram ao dr. Gajdusek o prêmio Nobel.

A lentidão do desenvolvimento dessas doenças dificultava a identificação do agente causal. Em 1982, contudo, o dr. Prussiner e seu grupo, em Los Angeles, deram um grande passo à frente quando conseguiram transmitir o agente do *scrapie* para um exemplar de *hamster*, um pequeno roedor comumente usado como animal experimental. Nesta espécie, a evolução da doença leva apenas algumas semanas, enquanto na ovelha ela se estende por um período mínimo de um a quatro anos.

Com esse sistema, o dr. Prussiner conseguiu isolar o agente do *scrapie* e demonstrar que ele se constitui apenas de proteínas, o que lhe valeu o nome de *prion* (*protein infectious*). Em colaboração com o dr. Diener, efetuou em seguida uma cuidadosa comparação com o viróide do TAB, concluindo que, dentro dos limites de sensibilidade dos ensaios, o *prion* era realmente apenas uma proteína e o viróide apenas um RNA.

Agora a ciência se defronta com um interessante desafio: será possível existir uma proteína que se reproduz causando doença? Este fato viola o dogma central da biologia em termos de fluxos de informações? Não sabemos. De positivo no momento, temos o dado de que os viróides foram encontrados afetando plantas e o *prion*, animais.

E.W. Kitajima



Micrografia eletrônica do viróide do tubérculo afilado da batata (PSTV). A fita longa é o DNA do bacteriófago T7, incluído como padrão. Cortesia do dr. T.O. Diener

## O LEITOR PERGUNTA

Como moro numa região de grande incidência de barbeiros, pergunto:

- Como podemos saber se o barbeiro está ou não inoculado com *Trypanosoma cruzi*?
- Que tipo de exame devemos fazer para sabermos se somos ou não portadores do mal de Chagas?
- Que tipo de tratamento devemos fazer?

Sérgio Peres Ramos - Juazeiro (BA)

O leitor faz perguntas que revelam o interesse generalizado por informações a respeito da doença de Chagas que *Ciência Hoje* já tratou em alguns de seus aspectos (veja "Eles transmitem a doença de Chagas", por Herman Lent, *Ciência Hoje* n.º 2, set/out. 1982; e "*Trypanosoma cruzi*: Retrato de um invasor", por Wanderley de Souza & Thais Souto-Pradón, *Ciência Hoje* n.º 4, jan/fev. 1983). Daí este resumo abrangente com as principais informações de maior interesse.

A doença de Chagas nada tem a ver com a produção de chagas ou feridas na pele das pessoas. Ela recebeu esse nome porque foi descoberta e estudada amplamente pelo médico e pesquisador Carlos Chagas, brasileiro, nascido em Oliveira, Estado de Minas Gerais.

A doença é uma tripanossomose, isto é, causada por um protozoário parasita, animal de uma célula só, o *Trypanosoma cruzi*, nome dado por Chagas em homenagem a Oswaldo Cruz. Este parasita ocorre no sangue e atinge órgãos internos, onde se multiplica e muda de forma, causando lesões. Além dos sintomas que o médico clínico caracteriza e o leva a suspeitar da doença, a constatação do parasito, nos casos agudos, através do simples exame microscópico de uma gota de sangue é a comprovação segura da infecção, pois nessa fase o tripanossomo circula com o sangue e é fácil identificá-lo mesmo sem qualquer técnica de coloração.

Certos insetos da ordem dos hemípteros que se alimentam de sangue de vertebrados, entre os quais o homem, são os responsáveis pela transmissão dos tripanossomos de um indivíduo contaminado a um indivíduo sadio. Esses insetos são conhecidos popularmente pela denominação de "barbeiros", embora outros nomes populares existam em diversas regiões do país, como "fincão", "furão", "percevejão", "chupão", "procotó", "bicho-de-parede". Esses grandes percevejos são colocados cientificamente na subfamília Triatominae da família Reduviidae e são mais de 110 as diferentes espécies conhecidas que compõem esta subfamília de insetos exclusivamente hematófagos.

Poderia parecer que a transmissão acontecesse através da picada do inseto no momento em que, para sugar o sangue, ele introduzisse nos vasos sanguíneos a sua saliva, como acontece, por exemplo, na transmissão da malária por certos mosquitos. Mas não é assim: é através das fezes do inseto depositadas na pele do homem durante ou logo após a sucção; estas é que contém as formas

infectantes do *Trypanosoma* que se multiplicaram no tubo digestivo do "barbeiro". O inseto, por sua vez, foi infectado anteriormente ao sugar sangue infectado de outro animal. Os tripanossomos penetrarão através da pele ou das mucosas dos olhos ou da boca e atingirão o sangue e com este os órgãos internos, causando lesões.

A doença de Chagas não é exclusiva do homem. A parasitose ocorre originariamente em mamíferos silvestres ou selvagens como tatus, gambás, macacos, ratos, raposas, morcegos, sempre transmitida de um animal a outro por "barbeiros" que vivem junto a eles e do seu sangue se alimentam. A doença é, então, uma zoonose, ou melhor, uma antropozoonose.

Os "barbeiros" que primitivamente habitavam os ninhos dos animais silvestres podem adaptar-se à habitação do homem e aí o contaminar e aos animais domésticos (cão, gato, cobaio) que com ele convivem.

Nem todos os "barbeiros" são vetores importantes da doença; só aqueles (ou aquelas espécies) que se habituaram ao domicílio humano e ali proliferam é que mantêm maior contato com o homem, embora qualquer das espécies de triatomíneo seja considerada um vetor em potencial.

O problema de saúde pública está condicionado ao tipo de habitação rural. A casa pobre das zonas interioranas, construída de barro jogado sobre uma rústica armação de bambu e o teto de folhas secas de palmeiras, é a cafua ou casa-de-sapê, que não é só do Brasil mas de toda a América Latina, onde se apresenta com pequenas variantes. O calor intenso produz dilatações irregulares nas paredes de barro, causando o aparecimento de sulcos e frestas onde os "barbeiros" encontram local propício para se esconderem e procriarem. Nessas frestas, atrás dos quadros e roupas pendurados nas paredes, nas camas, sob guardados, pacotes de embrulhos ou malas, nos tetos, em numerosos outros esconderijos os insetos se escondem e daí saem para sugar o homem adormecido.

Se a constatação do tripanossomo vivo observado em gota de sangue do indivíduo suspeito de infecção logo atesta a positividade do diagnóstico, nem sempre isso acontece. E então lança-se mão de outros meios, tais como provas ou reações sorológicas, como a chamada reação de Guerreiro e Machado, um método imunobiológico conhecido pela rubrica geral de reação de fixação do complemento.

Outro processo de diagnóstico, já agora indireto, é o chamado xenodiagnóstico, em que se utilizam "barbeiros" não contaminados. Sabe-se que os "barbeiros" nascem sem a infecção mesmo que sejam descendentes de pais infectados. Esses insetos sadios, guardados vivos e criados em laboratórios, são postos a picar e sugar o sangue das pessoas suspeitas de infecção e revelarão em suas fezes, examinadas após cerca de 40 dias, as formas do tripanossomo que nesse tempo se desenvolveram e se multiplicaram no tubo digestivo dos insetos. Isso, evidentemente, no caso da suspeita se confirmar.

O inseto, já sabemos, é hematófago e pode transmitir a doença em qualquer fase de sua vida, como adulto ou como larva de qualquer tamanho (as larvas são miniaturas do adulto, sem asas). O combate à doença se faz impedindo que ele se aproxime do homem, dando a este casa higiênica, não a cafua de paredes rachadas, mas tratando, pelo menos, de rebocá-las e higienizá-las. Certamente, aí está um problema de natureza sócio-econômica, afeto aos países subdesenvolvidos ou mesmo em desenvolvimento. São usados inseticidas para matar os "barbeiros" e outro meio não existe, já que não se conhece tratamento eficaz contra a doença de Chagas. Nem substâncias químicas ou remédios, nem vacinas que possam prevenir a moléstia, estão à disposição do homem, que ainda não conseguiu descobri-las e fabricá-las.

Vários medicamentos têm sido propostos e testados para o tratamento específico da doença, mas nenhum ainda se mostrou realmente eficaz. O entusiasmo dos primeiros experimentos logo desapareceu. Resta ao médico tratar os sintomas ou aplicar indicações cirúrgicas para certas lesões provocadas pelo parasito.

Comprovada que está a possibilidade de transmissão da moléstia de Chagas pelas transfusões de sangue contaminado é necessário cuidar do controle do sangue dos doadores através de reações imunológicas.

Um resumo global de todo esse tema pode ser lido no trabalho de João Carlos Pinto Dias intitulado "Clínica e terapêutica da doença de Chagas", impresso em 1983 pela Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais e Academia Mineira de Medicina.

**Herman Lent**  
Universidade Santa Úrsula — RJ

**O NOSSO  
MAIOR  
PRODUTO  
NÃO ESTÁ  
À VENDA.**

*A Petroquímica União já é bastante conhecida no setor petroquímico, pois há 12 anos vem produzindo matéria-prima*

*da mais alta qualidade. Mas o grande produto da Petroquímica União é o benefício que ela traz para a sociedade e para o País,*

*com a geração de empregos e divisas, além de bem-estar, ao colaborar na fabricação de milhares de produtos de utilidade diária.*

*Tudo isso surge do trabalho de uma empresa jovem, dinâmica e moderna que acredita no País e na sua gente. E que é uma coisa que*

*não se vende. A gente vai aprendendo e conquistando com o tempo.*

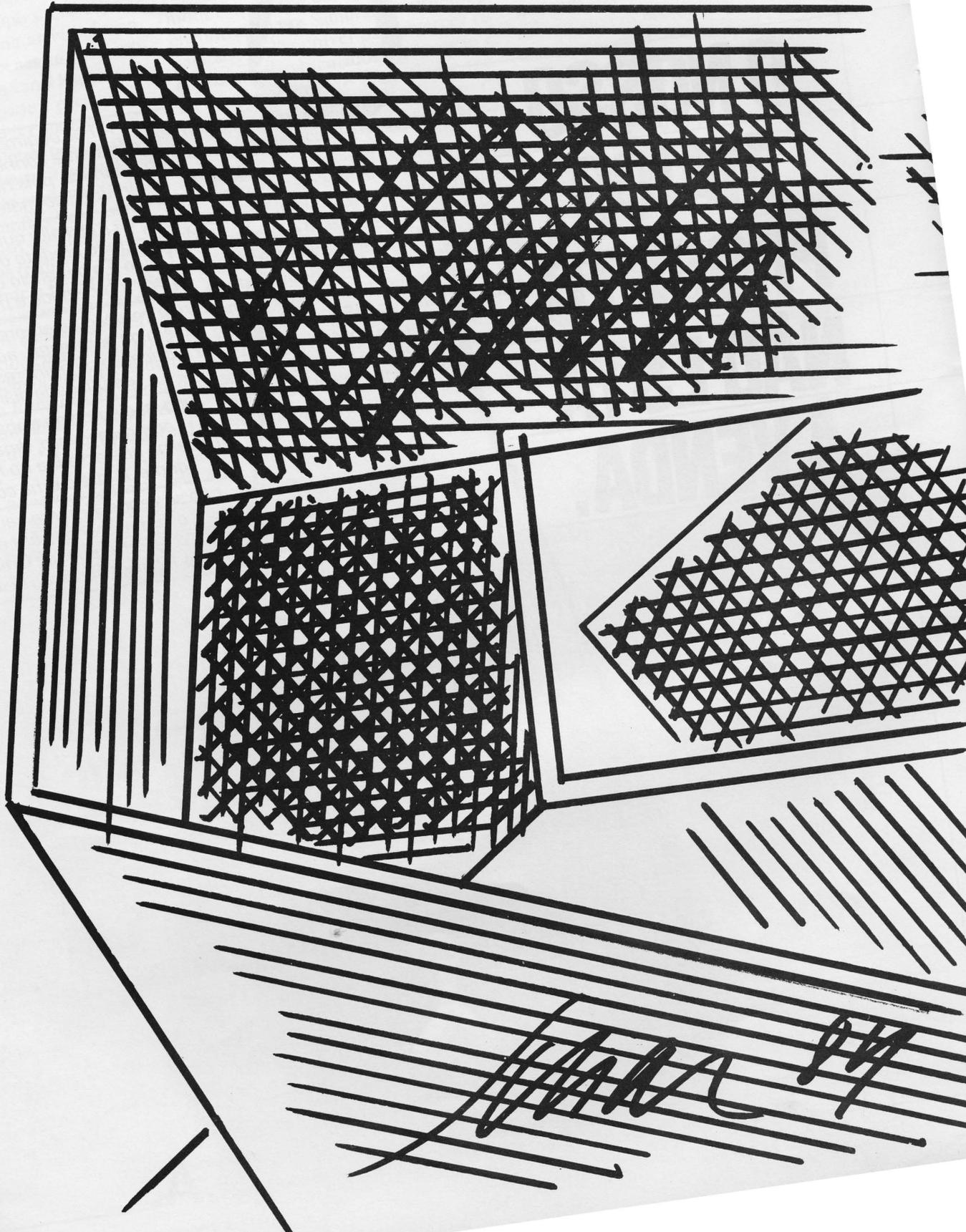
*Petroquímica União. Há 12 anos servindo de exemplo.*



**Petroquímica União S.A.**

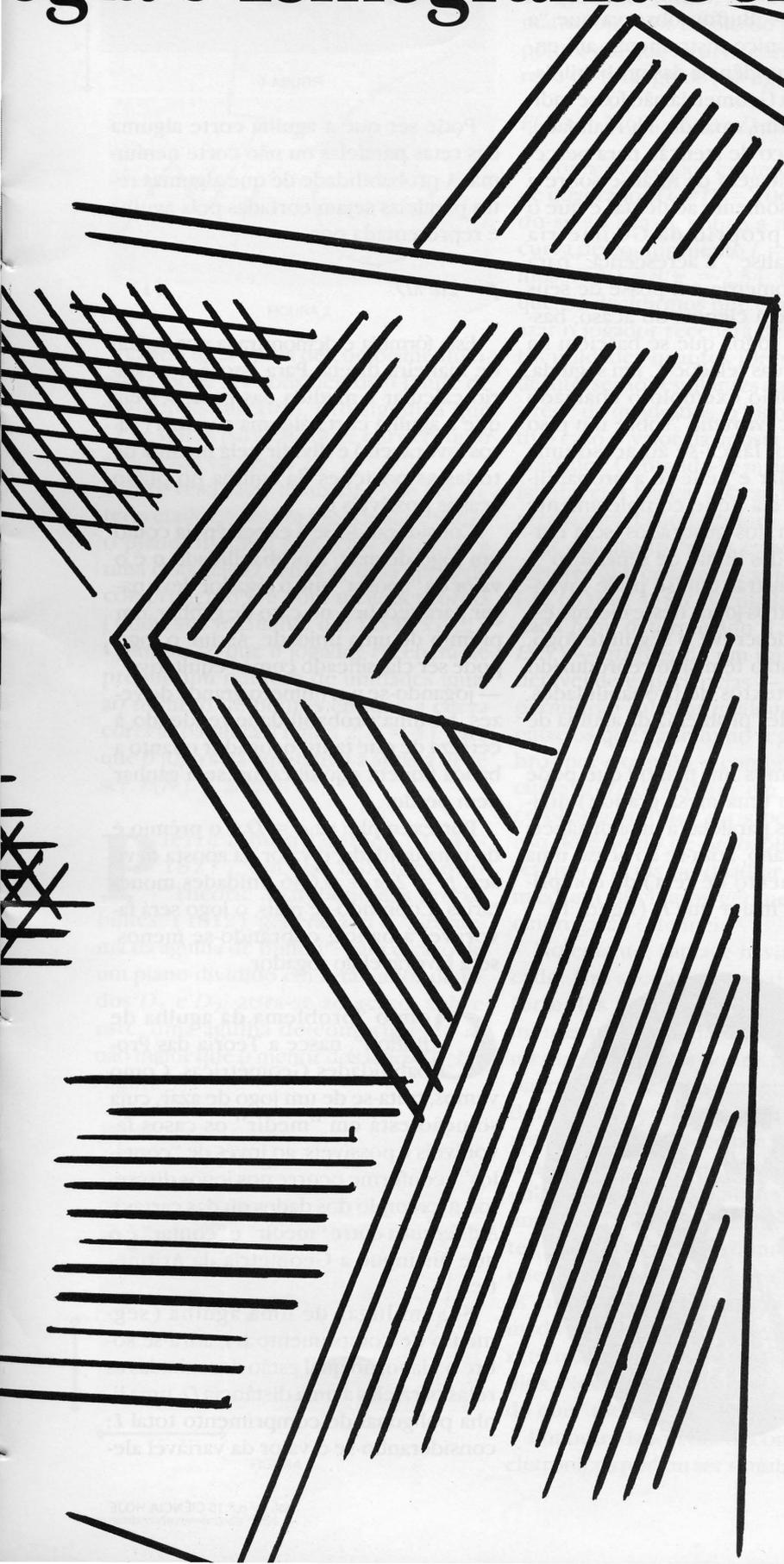
# AS SEÇÕES

Geometria Integral, Estereool



# INDISCRETAS

## ogia e Tomografia Computadorizada



**Luiz A. Santaló**

Universidade de Buenos Aires

Com o problema da agulha de Buffon, proposto no século XVIII, nasce a Teoria das Probabilidades Geométricas, desenvolvida pouco depois por Laplace. Vinculada inicialmente aos jogos de azar, ela se desdobrou na Geometria Integral contemporânea, cujas aplicações incluem a Estereologia e a Tomografia Computadorizada, que permitem conhecer características interiores dos corpos a partir de suas seções ou projeções em planos. O desenvolvimento da ciência pura e a descoberta de soluções para problemas práticos se alternam ao longo desta parte da história da matemática.



Buffon

**G**eorges Louis Leclerc (1707-1788), nomeado Conde de Buffon por Luiz XV, foi um grande naturalista francês — possivelmente o maior do seu século, ao lado do sueco Karl Linneu. Escreveu obras de relevo, dentre as quais a extensa “História Natural”, de 36 volumes. Aos 27 anos, ingressou na Academia de Ciências de Paris como estudioso da Mecânica Racional (que, em sua doutrina, emprega métodos matemáticos). Embora seu nome não seja usualmente associado à Matemática, o interesse por esta ciência esteve sempre presente em sua vida. Tanto que, em 1777, no volume IV do Suplemento à História Natural, publicou o opúsculo “Essai d’Arithmetique Morale”, no qual se encontra a origem das chamadas Probabilidades Geométricas, mais tarde convertidas em Geometria Integral ou Geometria Estocástica.

Como naturalista, Buffon se interessou pelo homem em sua totalidade, com suas reações afetivas e suas preocupações. A seu ver, uma das diferenças fundamentais que distingue o ser humano dos animais é que ele tem consciência de que deve morrer. Por isto, grande parte de sua vida gira em torno do medo da morte — base de suas crenças, ritos, temores e esperanças.

As paixões também eram vistas por Buffon como intrínsecas ao homem, e, entre elas, dedicou especial atenção aos jogos de azar. Em seu “Essai d’Arithmetique Morale”, tenta tratar estas questões (que dizem mais respeito ao sentimento do que à razão) por meio do cálculo matemático, estudando o número e suas influências no comportamento das pessoas — razão pela qual acrescentou o adjetivo “moral” ao título de seu ensaio.

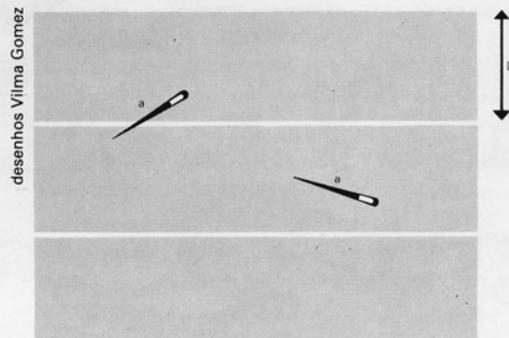
**D**o ponto de vista matemático, a parte mais interessante do “Essai” é a que se refere aos jogos de azar. Depois de um exame rigoroso sobre a “esperança moral” na Teoria das Probabilidades — desenvolvida pelo matemático suíço Jakob Bernoulli (1654-1705) em seu livro “A Arte de Conjecturar”, publicado oito anos após a sua morte — Buffon observa que “a análise foi o único instrumento até então utilizado na ciência das probabilidades, como se a Geometria não fosse indicada para tal fim, quando, na realidade, basta um pouco de atenção para perceber que a vantagem da Análise sobre a Geometria é somente acidental e que o acaso é tão próprio da Geometria quanto da Análise”. E acrescenta: “para colocar a Geometria em posse de seus direitos sobre a ciência do acaso, bastará inventar jogos que se baseiem na extensão de suas relações”. Em seguida, menciona como exemplo o chamado jogo de *franc carreau*: “sobre um piso quadriculado, lança-se ao acaso uma moeda circular e pede-se a probabilidade de que ela fique completamente dentro de um dos quadrados, sem cortar nenhuma das linhas de separação”.

Para demonstrar que se pode inventar muitos outros jogos neste mesmo estilo, Buffon descreve o seguinte jogo, que desde então tem sido reproduzido em diversos textos de probabilidades, sob o nome de “problema da agulha de Buffon”.

Consideremos um plano (que pode ser o piso ou uma mesa grande) dividido por retas paralelas a uma distância  $D$ . Sobre o plano, atira-se ao acaso uma agulha (segmento de reta) de comprimento  $a$ , não maior que  $D$  (figura 1).



Laplace



desenhos Vilma Gomez

FIGURA 1

Podem ser que a agulha corte alguma das retas paralelas ou não corte nenhuma. A probabilidade de que algumas retas paralelas sejam cortadas pela agulha é representada por:

$$p = 2a/\pi D. \quad (1)$$

Esta fórmula é demonstrada por Buffon de maneira direta. Para isso é necessário calcular a medida das posições em que a agulha corta alguma paralela (casos favoráveis) e dividir pela medida de todas as posições da agulha no plano (casos possíveis).

Considerando-se a experiência como um jogo de azar, a probabilidade  $p$  é o valor da “aposta” que o jogador deve pagar para receber, no caso de ganhar, um prêmio de uma unidade. Assim, o jogo pode ser classificado como “equitativo” — jogando-se um número grande de vezes, há uma probabilidade tendendo à certeza de que tanto o jogador quanto a banca fiquem equilibrados, sem ganhar nem perder.

Por exemplo: se  $a = D$  e o prêmio é de uma unidade, o valor da aposta deve ser:  $p = 2/\pi = 0,636$  unidades monetárias. Cobrando-se mais, o jogo será favorável à banca; cobrando-se menos, será favorável ao jogador.

**C**om o “problema da agulha de Buffon”, nasce a Teoria das Probabilidades Geométricas. Como vemos, trata-se de um jogo de azar, cuja solução está em “medir” os casos favoráveis e possíveis, ao invés de “contá-los” (conforme ocorre nos jogos discretos, a exemplo dos dados ou das cartas). A diferença entre “medir” e “contar” é o que distingue a Geometria da Aritmética.

Se, em lugar de uma agulha (segmento de comprimento  $a$ ), atira-se sobre o plano, no qual estão desenhadas as retas paralelas a uma distância  $D$ , uma linha poligonal de comprimento total  $L$ ; considerando-se o valor da variável ale-

atória  $N$  igual ao número de pontos em que a poligonal corta as paralelas (figura 2), pode-se calcular facilmente que a esperança matemática ou valor médio de  $N$  é:

$$E(N) = 2L/\pi D. \quad (2)$$

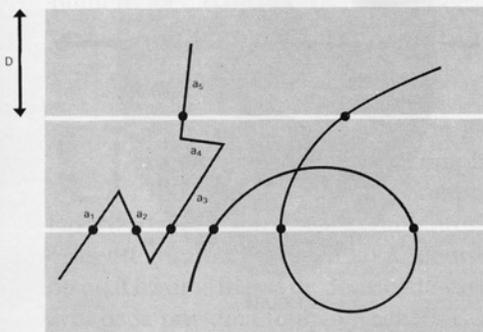


FIGURA 2

Como toda curva de comprimento finito  $L$  pode ser considerada o limite de poligonais inscritas, isto significa que (2) é válida para qualquer curva (como a indicada na figura 2).

Este resultado também pode ser interpretado como um jogo de azar. Sobre o plano dividido por retas paralelas a uma distância  $D$ , lança-se uma curva de comprimento  $L$  e com qualquer forma (pode ser inclusive um fio flexível). Combina-se que o jogador receberá de prêmio um número de unidades igual ao número de pontos em que a curva corta as paralelas (figura 2,  $N = 4$ ). Para que o jogo seja equitativo a aposta deve ser:  $E(N) = 2L/\pi D$ .

**P**ierre Simon Laplace (1749-1827), em sua monumental "Theorie Analytique des Probabilités" (1812), generalizou o "problema da agulha de Buffon": para o caso de um plano dividido em retângulos de lados  $D_1$  e  $D_2$ , atira-se ao acaso, sobre este, uma agulha de comprimento  $a$ , não maior que o menor dos lados  $D_1, D_2$  (figura 3)

A probabilidade de que a agulha corte algum dos lados da rede de retângulos é:

$$p = (2a(D_1 + D_2) - a^2)/\pi D_1 D_2 \quad (3)$$

Se, em vez de uma agulha de comprimento  $a$ , for lançada ao acaso, sobre o plano, uma curva de comprimento  $L$  e de qualquer forma, a esperança matemática ou valor médio do número  $N$  de pontos em que a curva corta os lados da rede de retângulos (na fig. 3,  $N = 4$ ) será:

$$E(N) = 2L(D_1 + D_2)/\pi D_1 D_2 \quad (4)$$

Tomando-se, por exemplo, uma rede de quadrados  $D_1 = D_2 = 10$ cm, e lançando-se ao acaso, sobre a mesma, uma curva de comprimento  $L = 20$ cm, teremos:  $E(N) = 8/\pi = 2,54$ . Isto significa que, se decidirmos que em um jogo de azar o jogador receberá de prêmio tantas unidades quantos forem os pontos de interseção resultantes entre a curva e a rede de quadrados, o jogo será equitativo caso o valor da aposta seja de 2,54 unidades. Cobrando-se mais, o jogo será favorável à banca; cobrando-se menos, será favorável ao jogador.

Se em qualquer das experiências anteriores que conduzem às fórmulas (1), (2), (3) ou (4) for calculada a probabilidade  $p$  ou determinado o valor médio  $E(N)$  — através de um número considerável de experiências —, as fórmulas permitirão calcular qualquer elemento entre os que figuram no segundo membro (por exemplo, o comprimento  $L$  da curva utilizada). Assim, em 1812, Laplace observou que "seria possível fazer uso do cálculo de probabilidades para retificar curvas ou quadrar superfícies, mas sem dúvida os geometras jamais empregarão este meio".

No entanto, Laplace havia se equivocado. Um século e meio depois, estas fórmulas passaram a ser frequentemente aplicadas para medir comprimentos de curvas sobre preparações microscópicas. Estes comprimentos podem ser calculados, com suficiente aproximação, do seguinte modo: sobre uma preparação para microscópio, coloca-se um reticulado retangular ou um feixe de retas paralelas equidistantes; a seguir, conta-se o número de vezes que seus lados ou suas paralelas cortam as curvas cujo comprimento se deseja medir; finalmente, gira-se várias vezes o reticulado e tomam-se os valores médios. Neste nível, é mais fácil "contar" do que "medir" comprimentos.

Por outro lado, com os computadores eletrônicos podem ser simuladas muitas

experiências aleatórias, que possibilitam calcular experimentalmente valores médios e deduzir deles os valores de certas magnitudes ou constantes. Preparando-se, por exemplo, um programa que simule o "problema da agulha de Buffon" ou o "problema de Laplace", com base em tabelas de números aleatórios que determinem a posição da agulha ou da curva, é possível calcular o número  $\pi$ , ou qualquer elemento das fórmulas anteriores, desde que se conheçam os demais elementos. Esta é a base do difundido "método de Monte Carlo", que teve muita importância a partir do momento em que os computadores passaram a ser utilizados para simular experiências e realizá-las em grande número. Hoje, este método é muito aplicado na Física Nuclear e em problemas de difusão de partículas.

**T**odavia, nos problemas de Buffon e de Laplace, falta definir uma medida para conjuntos de posições da agulha ou da curva que permita calcular a probabilidade de uma ou outra ocupar uma determinada posição no plano. Desde que nasceu a Matemática, foram medidos conjuntos de pontos (comprimentos de curvas, áreas de superfície, volumes de corpos). Mas, a partir dos estudos de Buffon e de Laplace, surgiu a necessidade de medir conjuntos de outros elementos geométricos, tais como conjuntos de retas, de curvas ou de figuras congruentes quaisquer.

O primeiro a se ocupar deste problema de uma maneira sistemática foi o inglês M. F. Crofton (1826-1915), que em 1869, definiu uma medida para conjuntos de retas do plano. Mais tarde, R. Deltheil (em 1929) e W. Blaschke (em 1936) retomaram estes estudos determinando o modo de se medir conjuntos de retas e de planos no espaço e também conjuntos de variedades em espaços de mais dimensões. Com estas medidas e o cálculo feito a partir delas, nasceu a Geometria Integral (nome dado por W. Blaschke em seu Seminário da Universidade de Hamburgo, em 1936).

A Geometria Integral — também chamada por Kendall e Harding de Geometria Estocástica (1974) — foi aplicada em áreas distintas da Matemática Pura (Teoria dos Corpos Convexos) e da Matemática Aplicada. Este artigo pretende ressaltar, principalmente, suas aplicações mais importantes em dois ramos modernos da tecnologia: a Estereologia e a Tomografia Computadorizada.

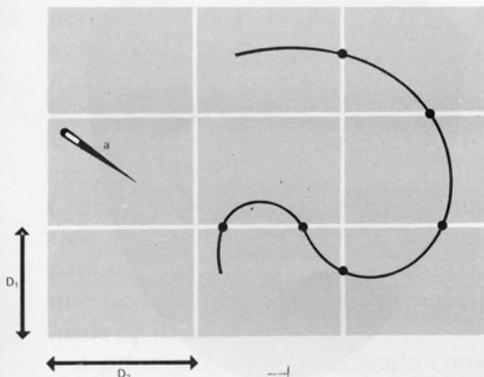


FIGURA 3

**E**m 1961, numa reunião de especialistas em diferentes ramos da Ciência (Biologia, Anatomia, Botânica, Mineralogia, Metalurgia, etc.) realizada em Feldberg (Floresta Negra, Alemanha), fundou-se a Sociedade Internacional de Estereologia. Seu primeiro presidente, Hans Elias, professor da Universidade de Chicago, definiu a Estereologia como sendo “um conjunto de métodos para a exploração do espaço tridimensional a partir do conhecimento de seções bidimensionais ou de projeções sobre plano; quer dizer, trata-se de uma extrapolação do plano ao espaço”.

Desde aquela data, já foram realizados seis congressos internacionais de Estereologia (Viena, 1963; Chicago, 1967; Berna, 1971; Washington, 1975; Salzburg, 1979; Flórida, 1983) e publicados muitos artigos sobre esta matéria — a maioria no *Journal of Microscopy* —, assim como alguns livros — o clássico de E. E. Underwood (*Quantitative Stereology*, Addison-Wesley, 1970) e o mais recente de R. Coleman (*An Introduction to Mathematical Stereology*, University of Aarhus, 1979).

**A** seguir, apresentamos três temas clássicos da Estereologia:

a) Suponhamos um corpo  $K$  do espaço, contendo em seu interior distintas partículas  $H$  distribuídas ao acaso e de diferentes formas e tamanhos.

Cortando-se  $K$  por um plano  $E$ , a interseção será uma seção plana na qual as partículas  $H$  determinam certas áreas (figura 4).

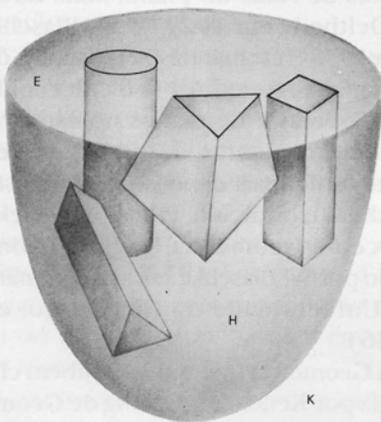


FIGURA 4

Digamos que  $K$  seja uma rocha e que  $H$  sejam pedaços de minérios distribuídos ao acaso dentro de  $K$ ; ou então que  $K$  seja um órgão animal (fígado, rim, cérebro) e que  $H$  sejam fibras ou cavidades deste órgão, cujo tamanho se quer

determinar a partir da seção por um plano de prova  $E$ . O problema mais simples consiste em averiguar a proporção do volume de partículas  $H$  dentro de  $K$ , a partir da proporção das áreas das seções de  $H$  e  $K$  pelo plano  $E$ . Pode-se medir experimentalmente a proporção  $A_A$  das áreas no plano  $E$  e, a partir daí, deduzir a proporção  $V_V$  entre os volumes das partículas ou cavidades  $H$  e do corpo  $K$ . Supondo-se que o corpo seja cortado por um plano ao acaso, com lei de probabilidade proporcional à área de sua interseção com  $K$ ; a Geometria Integral demonstra que a esperança matemática de  $A_A$  é igual a de  $V_V$ , isto é, que  $A_A$  é um estimador sem viés de  $V_V$ , o que simbolicamente se escreve:  $A_A = V_V$ .

b) Suponhamos agora que o corpo  $K$  contenha em seu interior certas superfícies ou lâminas  $H$  de uma forma qualquer e de área total  $S_H$ . Deseja-se avaliar a área das superfícies  $H$  por unidade de volume  $K$  (figura 5).

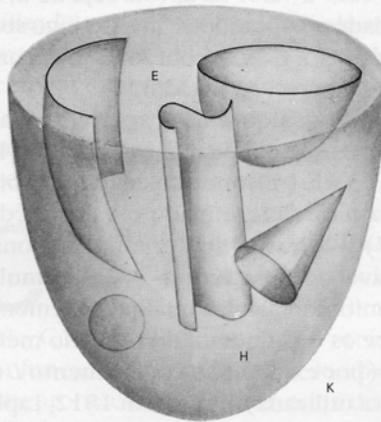


FIGURA 5

Para isto, pode-se cortar  $K$  por um plano ou por uma reta. Se o fazemos por um plano  $E$ , a interseção de  $E$  com  $H$  será um conjunto de curvas, cujo comprimento pode ser medido. O cálculo para a esperança matemática do quociente entre o comprimento destas curvas planas e a área da seção de  $E$  com  $K$  será:  $(\pi/4) (S_H/V_K)$ . Quer dizer, o quociente  $S_H/V_K$  (quantidade de área por unidade de volume  $K$ ) pode ser avaliado pelo produto de  $4/\pi$  vezes a proporção entre o comprimento das curvas de interseção de  $E$  com  $H$  por unidade de área da interseção de  $E$  com  $K$  (isto é,  $L_A$ ). Simbolicamente, escreve-se:  $S_V = (4/\pi) L_A$ .

O quociente  $S_H/V_K$  também pode ser avaliado cortando-se o corpo  $K$  por uma reta  $G$  e comparando o número de pontos da interseção entre  $G$  e as superfícies  $H$  com o comprimento da corda que  $G$  determina em  $K$  (número de pon-

tos por unidade de comprimento) — ver figura 6.

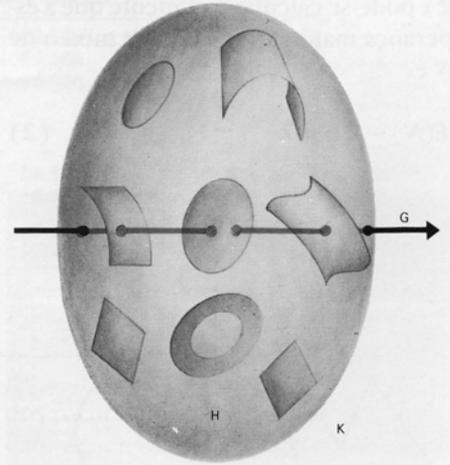


FIGURA 6

Tomando-se como densidade de medida de retas do espaço aquela que é invariante para movimentos; salvo um fator de proporcionalidade igual ao comprimento da corda que a reta determina em  $K$ , a esperança matemática do quociente entre o referido número de pontos de interseção de  $G$  com  $H$  e o comprimento da corda de interseção de  $G$  com  $K$  vale:  $(1/2) S_H/V_K$ . Portanto, pode-se escrever simbolicamente:  $S_V = 2P_L$ , sendo  $P_L$  (como é costume em Estereologia) o número de pontos de interseção de  $G$  com  $H$  por unidade de comprimento da corda de interseção de  $G$  com  $K$ . Se  $H$  é constituído pelas superfícies de corpos convexos e  $N_L$  é o número deles cortados pela reta  $G$ , temos por unidade de comprimento de corda:  $N_L = P_L/2$ , e desta forma:  $S_V = 4N_L$ .

c) Suponhamos, desta feita, que no interior do corpo  $K$  existam fibras ou fios  $H$  que possuam no total um comprimento  $L_H$ . Trata-se de avaliar este comprimento por unidade de volume de  $K$ , ou seja, avaliar o quociente  $L_H/V_K$ . Para isto, corta-se  $K$  por um plano  $E$  e conta-se o número de pontos  $N_H$  da interseção do mesmo com  $H$  (figura 7).

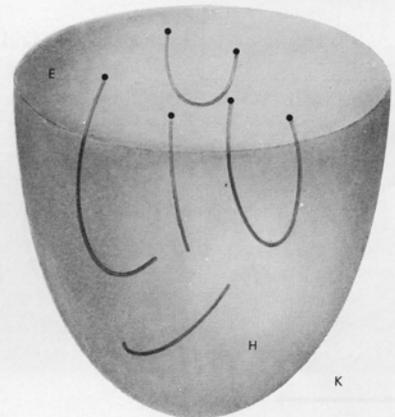


FIGURA 7

Tomando-se, como sempre, uma densidade para planos  $E$  que seja proporcional à área da seção de  $E$  com  $K$ , a esperança matemática do quociente entre o número de pontos de interseção de  $E$  com  $H$  e a área da seção de  $E$  com  $K$  tem como resultado:  $(1/2)(L_H/V_K)$ . Portanto, pode-se escrever:  $L_V = 2P_A$ , sendo  $P_A$  o número médio de pontos de interseção de  $E$  com  $H$  por unidade de área da interseção de  $E$  com  $K$ .

Um problema análogo ao da Estereologia, porém mais complicado, é o da Tomografia Computadorizada. Suponhamos, como anteriormente, um corpo convexo  $K$ , dentro do qual há uma massa de densidade variável dada por uma função  $f(x,y,z)$ , isto é, que varia para cada ponto de coordenadas  $(x,y,z)$ .  $f(x,y,z)$  representa a densidade da substância no interior de  $K$ , no ponto de coordenadas  $x,y,z$  (figura 8).

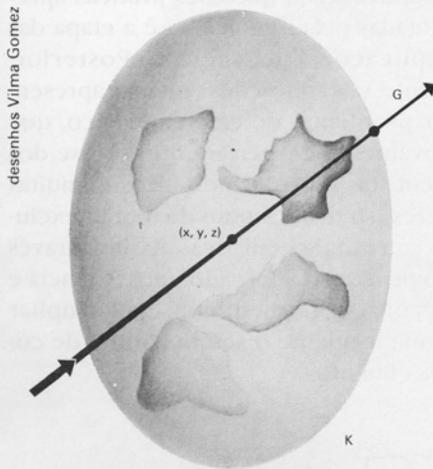


FIGURA 8

Digamos que  $K$  venha a ser atravessado por uma radiação qualquer (raios X, laser), cuja trajetória seja uma reta  $G$  e da qual se possa medir a intensidade na entrada e na saída. A diferença entre estas intensidades será a absorção do raio pela matéria no interior de  $K$  e dependerá da reta  $G$ , por onde o raio se propaga. Portanto, é possível medir experimentalmente uma função de  $G$ , ou seja,  $F(G)$ . Mas como determinar  $f(x,y,z)$  a partir de  $F(G)$ , que se supõe conhecida para todas as retas que atravessam  $K$ ? O primeiro a considerar e a resolver esta questão foi J. Radon (1887-1956). Em 1917, este matemático alemão encontrou uma fórmula para calcular  $f(x,y,z)$  a partir de  $F(G)$ , que ficou conhecida como "transformada de Radon".

A princípio, isto foi encarado como um problema puramente matemático,

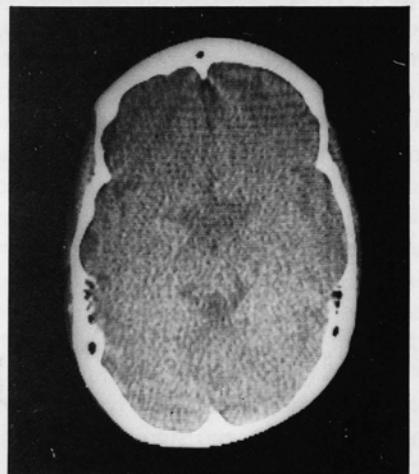
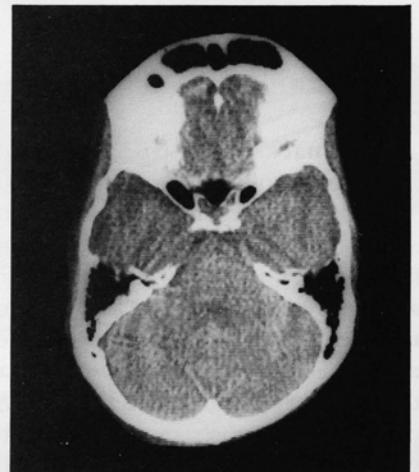
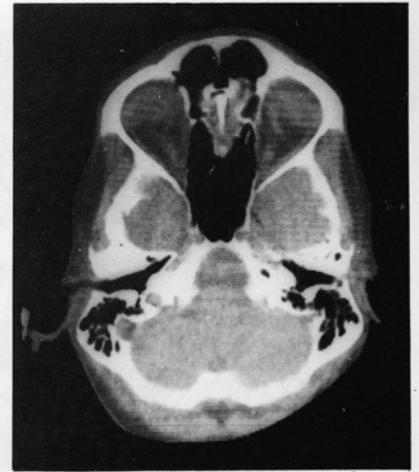
que deu lugar a importantes especulações teóricas, sem que se pensasse em possíveis aplicações práticas. Mais tarde, o problema se estendeu em duas direções. A primeira, essencialmente teórica, consistiu numa generalização a corpos de mais de três dimensões e a seções dos mesmos por variedades lineares ou não lineares de qualquer dimensão. A idéia foi muito frutífera e deu lugar a importantes trabalhos, principalmente de Gelfand e Helgason, com os quais iniciou-se um novo ramo da Matemática também chamado de Geometria Integral, mas que, no fundo e na forma, era muito diferente da Geometria Integral no sentido de Blaschke e Crofton.

A outra direção tendeu a uma possível utilização prática dos resultados de Radon. Com efeito, se os raios com que se atravessa o corpo  $K$  são raios X (ou outros) cuja diferença de intensidade na entrada e na saída pode ser medida com suficiente aproximação, teremos um método para conhecer a distribuição  $f(x,y,z)$  da matéria no interior de  $K$  a partir dos dados proporcionados pelos raios que o atravessam. Deste modo, será possível conhecer com exatidão o interior de  $K$ , com suas possíveis anormalidades ou patologias.

Em 1963, o físico A. M. Cormack apontou a possibilidade prática dessas medições e suas possíveis aplicações na Medicina. Nascia, assim, a chamada "Tomografia Computadorizada". Dez anos depois, o engenheiro inglês G. N. Hounsfield aperfeiçoou os dispositivos de Cormack, iniciando a era comercial dos aparelhos de Tomografia.

Enquanto as radiografias dão apenas uma imagem que é a projeção interior do corpo sobre um plano, a Tomografia Computadorizada reconstrói com precisão o interior do corpo, indicando a posição exata de cada um dos seus pontos no espaço e a densidade de sua matéria. Seu emprego na Medicina tem sido fundamental para o estudo e o diagnóstico de anormalidades do cérebro e de outras partes do corpo humano de difícil acesso por outros meios de observação. Sua utilidade também já foi comprovada em outros campos, como a Biologia Molecular e a Radioastronomia.

Cormack e Hounsfield receberam, por suas pesquisas, o Prêmio Nobel de Medicina em 1979. Se Radon estivesse vivo, certamente estaria incluído nesta premiação, que, desta forma, teria sido repartida entre um matemático, um físico e um engenheiro.



As imagens acima representam três planos distintos de um mesmo cérebro, "seccionado" pela tomografia computadorizada. O estudo das fatias transversais de cerca de 10mm pode revelar lesões de estruturas profundas sem que seja necessário agredir o organismo do paciente.

Os diferentes tecidos aparecem em diversas tonalidades: o ar imprime uma cor escura, os ossos são brancos e os tecidos moles e líquidos adquirem tons acinzentados. A primeira imagem mostra uma fatia que atravessa as órbitas, revelando detalhes do interior do olho e do nervo óptico, a cavidade nasal e a parte inferior da cavidade craniana. A segunda, cerca de 2cm mais alta, revela os tetos das órbitas, detalhes do tronco cerebral e o cerebelo. A terceira, 1cm acima, passa pela base dos hemisférios cerebrais.

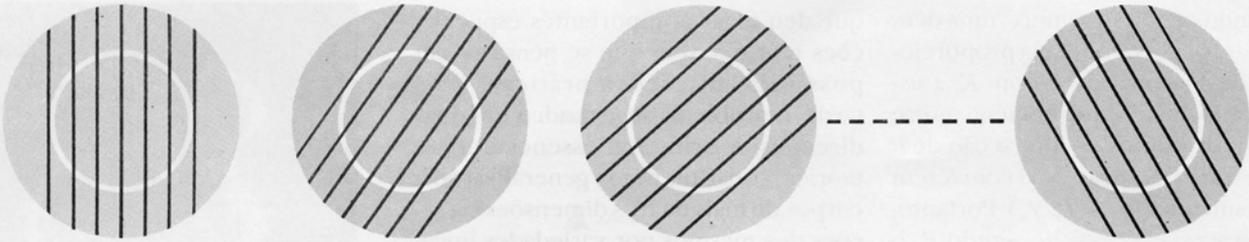


FIGURA 9

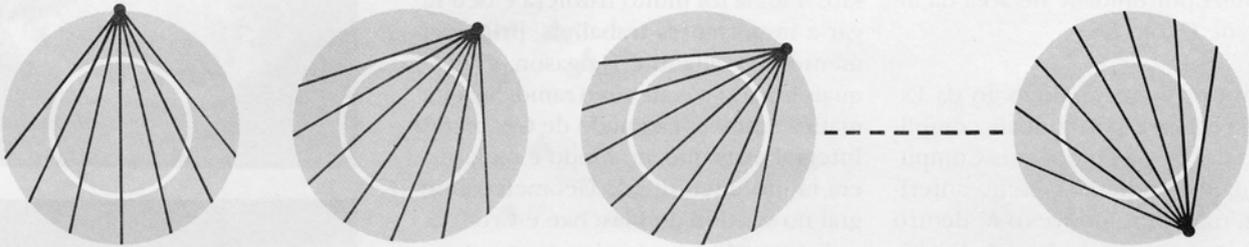


FIGURA 10

**C**ormack e Hounsfield tiveram que resolver alguns problemas a partir do resultado puramente teórico de Radon. Por exemplo: Radon afirma que se pode conhecer  $f(x,y,z)$  caso se conheça  $F(G)$  para “todas” as retas  $G$ . Na prática, somente podemos levar em conta o número finito de retas (que pode ser grande). Isto implica em analisar o que ocorre quando somente se conhece  $F(G)$  para este número finito de retas e a melhor maneira de escolher as mesmas. Teoricamente, demonstra-se que com um número finito de retas nunca se poderá reconstruir “exatamente” o interior do corpo. Entretanto, trata-se de ver a aproximação com que pode ser feita esta reconstrução e o seu grau de confiabilidade. Para tal, o procedimento prático consiste em dividir  $K$  por seções planas e resolver inicialmente o problema seção por seção, para, em seguida, integrá-las a todo o corpo  $K$  (daí por que foi empregada a palavra “tomografia” — derivada de “tomos”, que em grego significa corte ou seção).

Um grande número de raios paralelos (figura 9) ou em forma de leque (figura 10) passa em cada seção plana. A direção destes raios varia, por exemplo, em intervalos de um grau, ou então, no caso dos raios em leque, faz-se girar do mesmo ângulo o foco do qual partem os raios.

Se o ângulo de giro é de um grau, e para cada direção (ou cada leque) há 160 raios, teremos no total:  $180 \times 160 = 28.800$  raios ou retas  $G$ , para as quais se pode conhecer  $F(G)$ . Isto é, embora não seja possível medir  $F(G)$  para “todas” as retas, pelo menos pode-se fazer para 28.800 retas, o que já é um número

bastante significativo. Por haver escolhido as retas uniformemente espaçadas, a Matemática propicia métodos aproximados para que se aplique a fórmula de Radon e sejam obtidos resultados suficientemente aceitáveis. Uma vez conhecida  $f(x,y,z)$  para uma seção plana, desloca-se o objeto  $K$  de um pequeno intervalo e repete-se a operação para uma nova seção plana, e assim sucessivamente para várias seções bem próximas umas das outras.

O problema matemático consiste em achar  $f(x,y,z)$ , com a máxima precisão, a partir dos muitos pontos em que se conhece  $F(G)$ . O problema técnico consiste em medir  $F(G)$  e imediatamente reconstruir  $f(x,y,z)$  sobre uma tela. A primeira questão é importante e delicada, pois é necessário medir diferenças de densidade muito pequenas (por exemplo, a densidade dos diferentes tecidos do cérebro humano oscila entre  $1,00\text{g/cm}^3$  e  $1,05\text{g/cm}^3$  e para alguns diagnósticos é preciso variações de densidade da ordem de  $0,005\text{g/cm}^3$ ). Os dispositivos de medição devem ser de alta precisão, e para reconstruir de imediato  $f(x,y,z)$  a partir de  $F(G)$  — ou seja, a partir da diferença de intensidade dos raios à entrada e à saída do corpo — são necessários computadores eletrônicos muito aperfeiçoados (que atualmente já são de uso comum).

**A** Estereologia e a Tomografia Computadorizada ilustram bem o processo das diferentes etapas no avanço da Ciência. Inicialmente, os estudos são motivados pela simples curiosidade de conhecer ou, por outra, buscam solucionar os problemas que aparecem em atividades extra científicas

(a “paixão” de Buffon pelos jogos de azar serve como um bom exemplo). Depois, estes resultados obtidos revelam-se aplicáveis a questões práticas apresentadas pela Técnica — é a etapa das “aplicações” da Ciência. Posteriormente, tais aplicações voltam a apresentar problemas de caráter teórico, que novamente despertam o interesse dos cientistas puros, dando origem, muitas vezes, a outros estudos e a teorias exclusivamente especulativas. Assim, através do progresso alternado entre Ciência e Técnica, o Homem consegue ampliar paulatinamente o seu horizonte de conhecimentos.

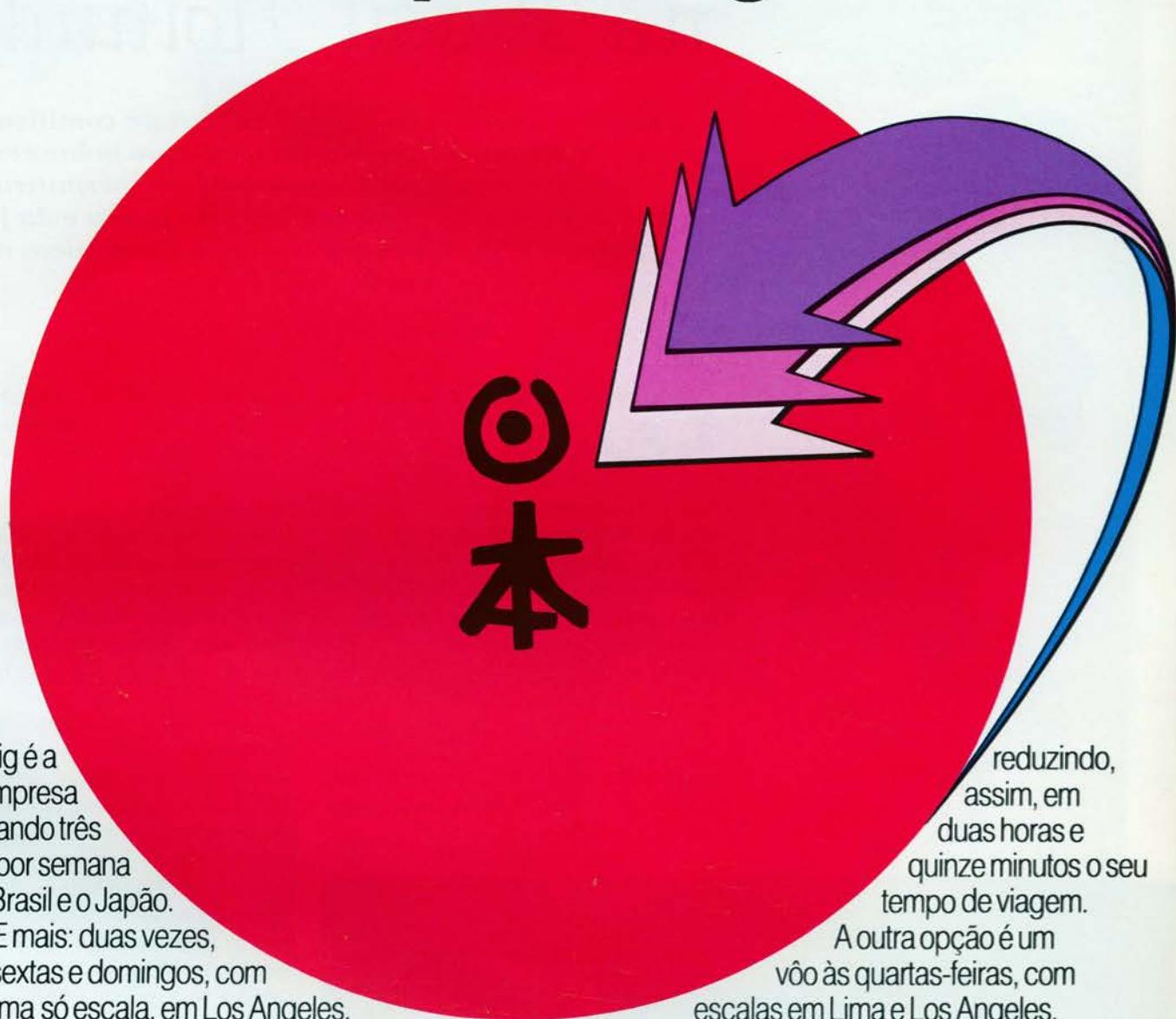


## SUGESTÕES PARA LEITURA

- BLASCHKE, W. *Vorlesungen über Integralgeometrie*, Teubner, Berlim, 1936. Terceira edição, Deutsche Verlag Wiss., Berlim, 1955.
- ROGER, J. *Un Autre Buffon*, Collection Savoir, Hermann, Paris, 1977
- HELGASON, S. *The Radon Transform*, Progress in Mathematics, Birkhauser, Boston, 1980.
- SANTALÓ, L.A. *Integral Geometry and Geometric Probability*, Encyclopedia of Mathematics, Addison-Wesley, Reading, 1976.
- SHEPP, L.A. (org.) *Computed Tomography* (Amer. Math. Soc. Short Courses, Cincinnati, 1982), American Mathematical Society Publications, 1983).
- SHEPP, L.A. e KRUSKAL, J.B. *Computerized Tomography: the new medical X-ray technology*, American Mathematical Monthly, 85, 1978, 420-439.

Edição de texto: José Mauro Cavalcanti

# Rio-Tóquio 3 vezes por semana. Duas horas mais rápido. Só pela Varig.



A Varig é a única empresa voando três vezes por semana entre o Brasil e o Japão.

E mais: duas vezes, às sextas e domingos, com uma só escala, em Los Angeles,

reduzindo, assim, em duas horas e quinze minutos o seu tempo de viagem.

A outra opção é um vôo às quartas-feiras, com escalas em Lima e Los Angeles.



HORÁRIOS EM VIGOR A PARTIR DE 30/11/84:

Frequências	Vôo n.º	Partidas de		Chegadas em Tóquio	Escalas
		S. Paulo	Rio		
Sexta-Feira	RG-830	21:50h	23:30h	Dom. 13:30h	Los Angeles
Domingo	RG-830	21:50h	23:30h	3.ª 13:30h	Los Angeles
Quarta-Feira	RG-832	19:45h	21:30h	6.ª 13:30h	Lima e Los Angeles



Consulte seu Agente de Viagens ou a

**VARIG**  
Desde 1927

# Arte e Ciência no Brasil Holandês

**Desenhos realizados pelos membros da comitiva de Maurício de Nassau durante a ocupação holandesa no Nordeste, reencontrados na Polônia, permitirão fixar os nomes de várias espécies da fauna e da flora brasileiras descritas por zoólogos e botânicos nos séculos XVIII e XIX.**

Petronella Albertin e Tales Faria

O pequeno artigo de uma coluna no jornal holandês *Het Parool*, em 4 de abril de 1977, chamou a atenção da estudante brasileira Petronella Albertin, mestranda de história da arte na Universidade Livre de Amsterdã. Noticiava-se, de maneira vaga, que o governo polonês encontrara desenhos da coleção de Maurício de Nassau. Petronella estudava as tapeçarias da Série das Índias, sobre as quais havia discussões quanto à autoria da composição. Não tinha claro, ainda, como seria sua tese de mestrado, e buscava um tema. A mestranda sabia que um dos retratistas contratados por Nassau durante sua estadia

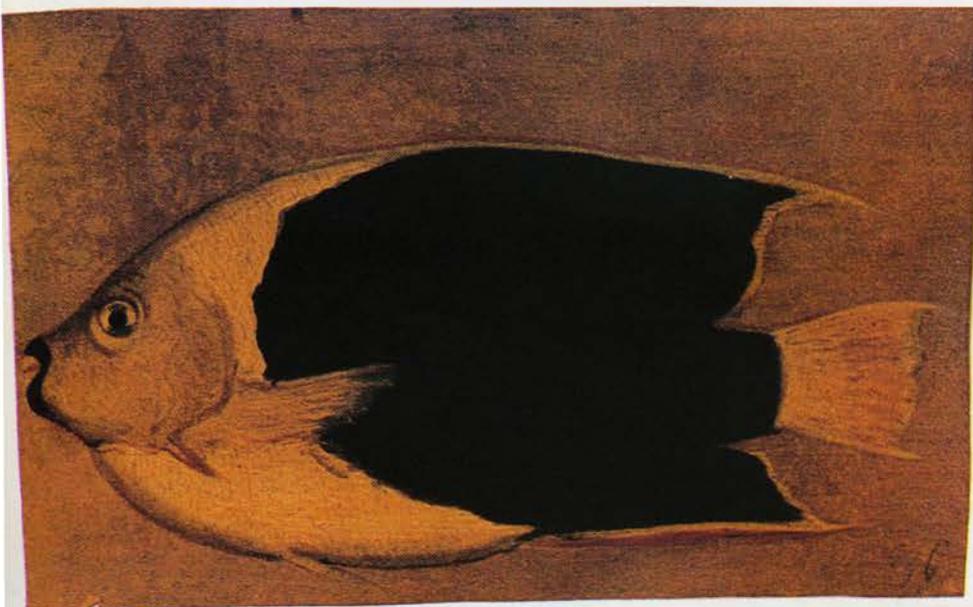
no Brasil era Albert Eckhout que, por outro lado, dividia com os artesãos da *Manufacture des Gobelins* as opiniões sobre a autoria dos desenhos usados nas tapeçarias.

Grças à coincidência de uma estudante brasileira de história da arte deparar-se, na Holanda, com a pequena notícia do jornal, o Brasil conseguiu recuperar valiosos desenhos sobre plantas, animais e hábitos do país no século XVII.

O material encontrado inclui uma coleção de desenhos da fauna e da flora brasileira executados com minuciosidade durante a ocupação holandesa no Nordeste, e representa valiosa fonte de informações sobre aspectos da natureza no chamado Novo Mundo. Além disso, os desenhos foram usados como base para as gravuras do livro *Historia naturalis Brasiliae*, de Guilherme Piso e George Marcgrave, publicado na Holanda em 1648. Este livro foi considerado, até a primeira metade do século XIX, como a fonte mais completa para o conhecimento de plantas (seu valor medicinal inclusive), animais e habitantes do Brasil.

Foram necessários, no entanto, anos de incessantes buscas para localizar o material. A história de seu percurso e a trama para encontrá-lo bem caberiam num romance policial, envolvendo governos e agentes secretos.

*Paru*



Legendas de acordo com o original.



**A**té 1941 os *Libri picturati* (código sob o qual foram arquivados) se encontravam ainda na então Biblioteca Estatal da Prússia, consistindo de 144 volumes, sete dos quais contendo desenhos relativos ao Brasil: os chamados *Libri picturati A 32-38*. Após um ataque aéreo inglês naquele ano — que na verdade causou poucos danos ao prédio —, foram traçados planos para evacuar todos os manuscritos da biblioteca. Vinte e nove lugares, distribuídos por 24 regiões do Oriente e cinco do Ocidente, foram escolhidos. Entre outubro e novembro, os *Libri picturati* partiram de trem para o castelo de Furstenstein, na Silésia (hoje Polônia). Quando o castelo foi ocupado pelos alemães em 1943, o material foi novamente evacuado, desta vez para o convento beneditino de Grussau (hoje Krzeszów), perto de Cracóvia.

Terminada a guerra, decidiu-se que o material enviado ao Ocidente iria para Berlim Ocidental, enquanto o enviado ao Oriente iria para Berlim Oriental. A recém-fundada Nova Biblioteca Estatal da Cultura Prussiana recebeu, em 1957, a parte que lhe cabia, mas a Biblioteca Estatal Alemã, no lado oriental de Berlim, não recebeu o material que fora parar na Polônia. Na verdade, o governo polonês não recebera nenhuma notificação oficial requisitando o material. Acreditava-se que o convento beneditino fora destruído por um incêndio juntamente com os manuscritos nele guardados.

Vários países demonstraram interesse no material após a guerra. O próprio go-



*Urutaurana*

fotos Petronella Albertin



*Sciurus Brasil*

*Murucajaguaçu & Guainumbiacajuba Murucuja*



verno brasileiro chegou a enviar requerimento às forças de ocupação soviéticas na Alemanha reclamando os desenhos como indenização de guerra. No entanto, a União Soviética informava que o material não fora localizado em parte alguma da Alemanha.

Os Estados Unidos também exerceram pressão. Foi organizada uma grande busca sob a coordenação do crítico de música Carleton Smith, diretor da Fundação Nacional de Artes de Lichtenstein. Centenas de pessoas — incluindo musicólogos, pesquisadores, espiões e informantes — seguiram várias pistas. Chegou-se a oferecer uma recompensa a quem pudesse dar qualquer informação do paradeiro dos manuscritos de Grussau. O interesse dos musicólogos estava em alguns originais de Bach, Beethoven, Haydn e Mozart que foram retirados da Biblioteca Estatal da Prússia nas mesmas caixas dos desenhos brasileiros. Smith ficou sabendo apenas que foram levados para "alguma parte da Europa Oriental", e pensou-se que os manuscritos estavam na Rússia. Com o decorrer do tempo, no entanto, os rumores novamente indicavam a Polônia como a rota certa.

Em 1974, o governo polonês concedeu a Smith a oportunidade de ver os manuscritos, sob a condição de não revelar o local em que se encontravam. Oficialmente, as autoridades polonesas continuavam negando sua existência.

Outro que se esforçou para ter acesso ao material foi um especialista em peixes, o zoólogo inglês Peter Whitehead, do Museu Britânico. O interesse dos zoólogos deve-se ao fato de que vários autores — além de Linnaeus, o fundador do *Systema Naturae* (1758) de classificação das espécies — terem derivado muitos nomes de plantas e animais brasileiros do livro *Historia naturalis Brasiliae*. Devido às deficiências das gravuras impressas neste livro, fazia-se necessário consultar os desenhos originais para sanar dúvidas sobre a real identidade de algumas espécies. A confusão era tamanha que Whitehead pesquisava a identidade de um pequeno peixe, a piquitinga, sobre o qual pairavam dúvidas se seria uma sardinha ou uma manjuba.

Desde 1971 Whitehead manteve contatos com pessoas que pudessem ajudar a recuperar os desenhos, até que foi informado pelo diretor do departamento de manuscritos da biblioteca de Berlim Ocidental que eles não haviam sido destruídos no incêndio do convento beneditino. Na verdade, os desenhos foram transportados em 1947, em carretas do exército, para local desconhecido. Desde 1973, insistia-se junto às autoridades polonesas para que dessem buscas aos desenhos perdidos.

Finalmente em 1977, as autoridades polonesas comunicaram que os desenhos estavam a salvo, mas evitaram durante algum tempo o acesso dos pesquisadores. Apenas recentemente algumas pessoas viram a coleção. Constatou-se que os *Libri picturati* A 32-38 continham 758 desenhos, assim divididos: os quatro volumes do *Theatrum rerum naturalium Brasiliae* (ou simplesmente *Theatrum*), com 417 desenhos; 34 outros no único volume da *Miscellanea cleyeri*; e os dois volumes dos “Manuais” (ou *Libri principis*), com 307 desenhos.

Em 1979, Whitehead conseguiu fotografar parte do material, que ele compilou com a colaboração de outro especialista em peixes, o holandês Martin Boeseman. Após três tentativas que se estenderam por quase três anos, a brasileira Petronella Albertin também executou suas fotos. Munia-se de equipamento fotográfico emprestado por colegas holandeses e 14 rolos de filmes. Data: fevereiro de 1980. Local: Biblioteca Jagelônica, em Cracóvia, Polônia.

# Libri picturati

## A32-38

A coleção de desenhos de história natural dos “ilustradores” da comitiva de Maurício de Nassau reencontrada na Polônia é também conhecida por *Libri picturati* A 32-38. Isto porque os desenhos da fauna e da flora brasileiras foram incorporados, no século XIX, a uma coleção de manuscritos ilustrados conhecidos como *Libri picturati*, perfazendo o total de 144 volumes.

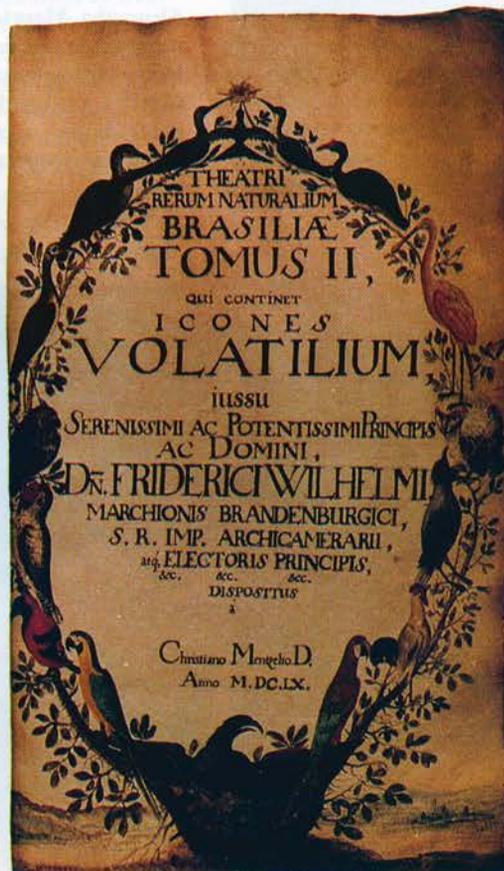
Os sete volumes dessa coleção relativos ao Brasil são divididos em três partes: os quatro volumes do *Theatrum* (*Libri picturati* A 32-35), que se subdividem em *Icones aquatilium*, *Icones volatilium*, *Icones animalium* e *Icones vegetabilium*; os dois

volumes dos livros conhecidos por “Manuais” (*Libri picturati* A 36-37); e a *Miscellanea cleyeri* (*Liber picturatus* A 38).

A princípio, os *Libri picturati* A 32-35 eram uma coleção de desenhos avulsos que, em 1652, foram doados por Nassau a Frederico Guilherme I, de Brandemburgo, Alemanha. Os desenhos foram compilados nestes volumes por Christian Mentzel, médico de sua corte, e receberam o atual nome de *Theatrum rerum naturalium brasiliae*. A maioria desses desenhos é atribuída a Albert Eckhout.

A segunda parte da coleção, os *Libri picturati* A 36-37, são chamados “Manuais” ou também *Libri principis*, porque Nassau teria neles executado pessoalmente anotações sobre a fauna e a flora brasileiras, já que a caligrafia encontrada em suas páginas é a ele atribuída. A autoria dos desenhos nestes dois volumes não foi definida, mas é geralmente citado o nome do botânico e astrônomo George Marcgrave.

Bem distinta é a situação do *Liber picturatus* A 38, pois neste volume foram reunidos desenhos de diferentes origens. Algumas folhas foram enviadas a Mentzel, do Oriente, por Andreas Cleyer, médico a serviço da Companhia das Índias Orientais (daí o nome *Miscellanea cleyeri*), junto com aquarelas sobre plantas, animais e doenças tropicais da Índia e da África. Também veio para este volume grande quantidade de desenhos, a maioria *crayons*, a respeito de plantas, animais e índios brasileiros executados sob o encargo de Nassau. Estes desenhos, também atribuídos a Albert Eckhout, podem ser considerados como um apêndice do *Theatrum*.



# Os tesouros de Nassau

As histórias do Brasil e da Holanda se tocam no século XVII. O ano de 1621 marca a fundação da Companhia das Índias Ocidentais, com fins mercantilistas voltados para o Ocidente, à semelhança do que já era executado no Oriente por outra companhia holandesa: a Companhia das Índias Orientais. Junto ao comércio e à implantação de novas colônias agrícolas, a pirataria era um dos objetivos da empresa. Procurava-se dificultar a entrada de riquezas na Espanha — então em guerra contra a Holanda — corseando os navios daquele país em retorno das colônias. A costa do Nordeste brasileiro era um ponto estratégico, de onde a pirataria poderia ser facilmente organizada. Além disso, a região também era importante do ponto de vista econômico. Em 1630, os holandeses conseguiram firmar-se em Pernambuco, e logo expandiram seu domínio, de modo que uma razoável extensão da costa nordeste brasileira ficasse sob seu domínio.

O conde João Maurício de

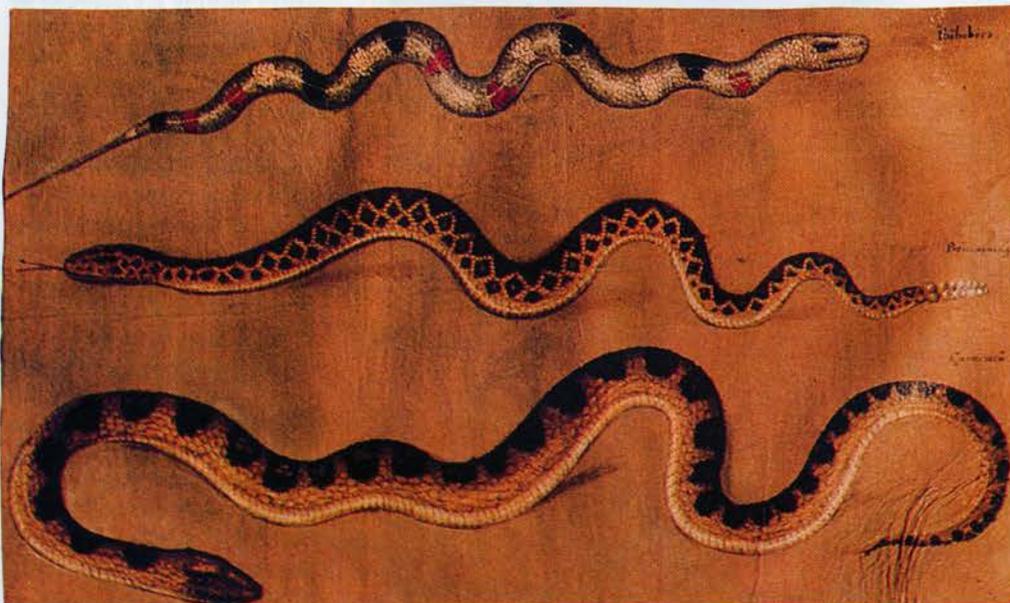


Nassau-Siegen foi designado pelos diretores da Companhia das Índias Ocidentais, em 1636, para o cargo de governador-geral do território holandês no Brasil. Nascido em Dillenburg, Alemanha, Maurício de Nassau chegou a tornar-se príncipe em 1652. Tinha parentesco com a família real holandesa por parte de pai, e com a família real dinamarquesa por parte de mãe.

Designado para administrar a colônia, Nassau teve um conceito mais amplo de sua função. Não apenas soldados e oficiais do governo integravam sua comitiva: diversos especialistas, incluindo cientistas, desenhistas e artistas em geral — escolhidos cuidadosamente —, vieram ao país com atribuições bastante definidas. Entre estes, supõe-se, encontravam-se os cientistas Guilherme Piso (ou Pies) e George Marcgrave, assim como os artistas Albert Eckhout e Frans Post e o desenhista amador Zacharias Wagener.

Ainda não se concluíram as discussões sobre o número e a identidade dos artistas que se integraram à comitiva. Com certeza, podem ser somente aceitos os nomes de Albert Eckhout e Frans Post. Ambos são citados na “Lista dos domésticos que tinham acesso à mesa na corte de Sua Excelência João Maurício de Nassau”. No entanto, continua sendo intrigante o fato de Nassau ter escrito em carta ao Marquês de Pomponne que “durante meu serviço no Brasil, (acompanhar-me) seis ilustradores (“pintres” no original em francês), tendo cada um curio-

*Ibiboboca & Boicinimínga & Çurucucu*



samente pintado aquilo para o qual era mais capaz...”, pois o termo “ilustradores” dá margem a diversas interpretações.

Sob este termo geral, poderiam ser incluídos não somente Eckhout e Post, mas também os cartógrafos e/ou os desenhistas de cunho mais científico, como um astrólogo ou um botânico. Pelo fato de Nassau ter enfatizado que cada um trabalhava naquilo “para o qual era mais capaz”, pode-se aceitar que sob o termo “ilustradores” não estejam somente os artistas.

**M**aurício de Nassau esteve durante sete anos à frente de uma colônia de crescentes atividades culturais. A corte passou a ser um centro de animadas discussões artísticas e científicas. Graças a Nassau, foram incentivados estudos em diversos campos: zoologia, botânica, etnologia, geografia e astronomia.

A partir de 1640, no entanto, a situação política e econômica da colônia começou a deteriorar quando os portugueses, novamente independentes da Espanha, se voltaram para seus domínios no Brasil. Máurício de Nassau insistiu várias vezes para que os diretores da Companhia das Índias Ocidentais lhe enviassem mais dinheiro para expandir suas forças militares, mas suas requisições não tiveram eco. A empresa enfrentava problemas financeiros e, além disso, dizia-se que Nassau se ocupava de atividades elitistas e pouco lucrativas às custas da companhia.

Maurício de Nassau retornou à Holanda em 1644. Logo após sua partida, os portugueses se rebelaram contra os holandeses restantes e, em 1654, tomaram Pernambuco. O ano de 1661 marca a assinatura de um acordo em que a Companhia das Índias Ocidentais se desfez definitivamente da colônia.

De volta à Holanda, Maurício de Nassau continuou ativo no exército até 1676. Passou a morar na *Mauritshuis* (casa de Maurício, construída especialmente para ele), em Haia, onde colhia os frutos de sua missão no Brasil. Ao abandonar o exército, retornou ao pequeno principado de Cléves, Alemanha, que administrara a serviço do



Atainga tuidara

grão-eleitor de Bradenburgo Frederico Guilherme I, em 1647. Nassau faleceu em Cléves em 1679.

Antes, financiara a publicação da *Historia naturalis Brasiliae*, de Piso e Marcgrave, e o *Rerum per octennium in Brasiliae...*, de Caspar Barléu (ou Van Baerle). Quanto à sua coleção de desenhos do Brasil, Nassau doou grande parte dela, em 1652, a Frederico Guilherme I, o que lhe valeu uma grande soma em dinheiro e permitiu que comprasse o castelo de Freudenberg, nas vizinhanças de Cléves.

Uma lista do material doado foi redigida em setembro de 1652. Móveis, peles de animais exóticos, pau-brasil, livros e obras de arte constavam dessa lista. Na transação, trocaram de proprietários valiosos desenhos da fauna e da flora brasileiras: os “Manuais” e a coleção de desenhos avulsos que viria a ser conhecida por *Theatrum rerum naturalium Brasiliae*.

Assim, sua coleção começou a espalhar-se pela Europa por meio de presentes que oferecia em troca de retribuições que lhe dessem mais status. A influência que esta coleção teve nas artes e nas ciências européias se prolongou por muito tempo.



Tapuyarum alius verator aus milis

# Zoologia do Novo Mundo

Nelson Papavero  
Museu de Zoologia da USP

A descoberta das Américas e das suas “estranhas” fauna e flora — notadamente na América do Sul, com seus marsupiais, tatus, tamanduás, preguiças e outras formas de vida totalmente diferentes das do Velho Mundo — e a própria presença do homem, causaram novas reflexões filosóficas aos naturalistas europeus. Como fazer concordar esses achados com o relato do “Gênesis”? Teriam todas essas espécies sido salvas na Arca de Noé e se dispersado do monte Ararat até as longínquas plagas do Novo Mundo? O problema foi admiravelmente colocado pelo jesuíta José d’Acosta, em 1589:

“Há maior dificuldade em averiguar as origens dos diversos animais que existem nas Índias e que não existem no mundo de aqui ( a Europa). Porque se o Criador as produziu lá, não há para quê se recorrer à Arca de Noé, nem havia para quê salvar então todas as espécies de animais, se seriam

criadas novamente depois; nem tampouco parece que, na criação dos seis dias, Deus deixara o mundo acabado e perfeito, se restava novas espécies de animais por formar... Pois se dissermos que todas estas espécies se conservaram na Arca de Noé, segue-se que, com estes, todos os outros animais foram do mundo de aqui para as Índias; assim como aqueles que não existem em outras partes do mundo.”

Para explicar a questão racionalmente e descobrir a causa

da presença dessas formas no Novo Mundo, surgiram duas teorias: a primeira dizia que a dispersão se deu por meio do antigo continente da Atlântida, que ligaria as Colunas de Hércules ao Novo Mundo (essa conjectura baseava-se no livro “Timeu” de Platão), e que a Atlântida teria afundado após terem passado o homem, os animais e as plantas; a segunda hipótese consistia em que a passagem das biotas teria ocorrido por um caminho qualquer (na época não se sabia da existência do estreito de Bering) que ligasse os continentes no hemisfério norte.

Mesmo considerando estas hipóteses, ficava uma pergunta: seriam os animais e plantas do Novo Mundo tão diferentes, ou seriam modificações de formas providas do Velho Mundo? Apenas um estudo acurado de sua morfologia, seus hábitos, sua biologia, poderia esclarecer a questão.

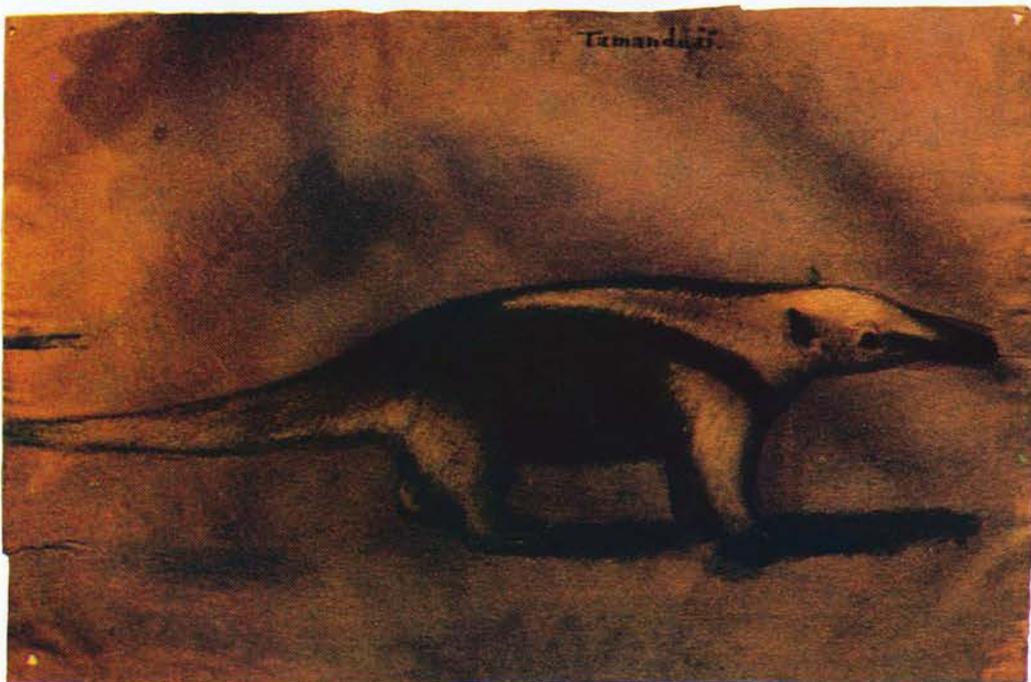
O problema consistia em que os diversos relatos e desenhos eram por demais fantasiosos. Necessitava-se de um levantamento bem feito da fauna e da flora americanas, com ilustrações as mais precisas possível. Foi talvez com esse objetivo, e também para poder aquilatar o valor destes como nova fonte de renda (cultivo, manejo e aproveitamento em



Curucua

fotos Petronella Albertin

Tamanduaí



medicina, por exemplo), que o conde Maurício de Nassau trouxe para o Nordeste dois naturalistas abalisados, George Marcgrave e Guilherme Piso, para estudar as produções naturais. E para ilustrar essa enorme riqueza de formas vivas, a incumbência recaiu sobre Eckhout. Seus desenhos são admiráveis pela riqueza de detalhes morfológicos e pela fidelidade.

Infelizmente nas obras de Marcgrave e Piso, como a *Historia naturalis Brasiliae*, onde fizeram pela primeira vez um levantamento exaustivo (para a época) da fauna e da flora brasileiras, as descrições são acompanhadas por xilogravuras bastante toscas, verdadeiras caricaturas que em nada auxiliam o reconhecimento das espécies tratadas.

Muito diferente foi a situação de outra obra executada pela holandesa Maria Sybilla Merian, no Suriname. Seu livro, impresso em 1705, representava quase toda a fauna daquela colônia, principalmente de insetos, em magníficas estampas a cores (as primeiras gravuras em cobre do mundo).

*Cercopithecus Guineensis non barbatus*



Piquitinga



A piquitinga do livro de Marcgrave.

No século XVIII, Linnaeus estabeleceu um sistema coerente de classificação para os três reinos da natureza, onde empregou consistentemente a nomenclatura binominal e onde descreveu todas as espécies vivas conhecidas no mundo de então. As obras de Marcgrave e Piso e de Merian são por ele largamente utilizadas, de tal forma que as espécies ali constantes foram caracterizadas e nomeadas de maneira breve.

Por força das Regras Internacionais de Nomenclatura Zoológica, a obra de Linnaeus (*Systema Naturae*), editada em

1758, marca o começo da nomenclatura e da taxonomia zoológicas. No entanto, suas brevíssimas caracterizações de algumas espécies brasileiras, baseadas principalmente na obra de Marcgrave, são totalmente insuficientes para reconhecê-las. E as xilogravuras que acompanham a descrição original de Marcgrave em absolutamente nada ajudam.

O problema não era só de Linnaeus, e continuaria por muito tempo. Nenhuma descrição de uma espécie pode conter todos os caracteres que ajudam a reconhecê-la. Para obstar essa dificuldade, lançou-se mão posteriormente do chamado *tipo*: um exemplar convenientemente preservado do animal ou planta, guardado em uma instituição pública (notadamente museus), que sirva de fonte de referência permanente para estudo e descoberta de caracteres não constantes da descrição original.

No caso dos animais e plantas do Nordeste brasileiro descritos por Linnaeus, é claro que não existiam os *tipos*, o que tornava quase impossível, nos casos de dúvida, determinar com segurança a espécie por ele nomeada.

A redescoberta dos desenhos de Eckhout veio solucionar de maneira espetacular o problema. Seus desenhos, tão claros e ricos em detalhes diagnósticos, pode-se dizer são os próprios *tipos* das espécies descritas com base no material holandês sobre o Brasil por Linnaeus e autores subsequentes (como Cuvier e Valenciennes, no caso dos peixes). Permite esclarecer, com pouca margem a dúvidas, a verdadeira identidade das espécies.

Tome-se como exemplo o caso da piquitinga, pequeno peixe citado por Marcgrave, e que levou o Dr. Peter Whitehead, do Museu Britânico de História Natural, a entrar na detetivesca busca do paradeiro dos desenhos de Eckhout. Pela xilogravura que acompanha a descrição original (bastante fraca) de Marcgrave, essa espécie poderia ser colocada em pelo menos duas famílias distintas: Clupeidae (sardinhas) ou Engraulidae (manjubas). Graças ao primoroso desenho de Eckhout, sua identidade pôde ser estabelecida quase imediatamente: era realmente uma sardinha, a *Lile piquitinga*. O mesmo se aplica a inúmeras outras espécies, tanto de animais como de plantas.

A fixação dos nomes de várias espécies descritas nos séculos XVIII e XIX e a elucidação de problemas de identidade de algumas delas serão possíveis atualmente devido à redescoberta dessa coleção. O levantamento feito por Piso e Marcgrave da biota do Nordeste, agora junto com os notáveis desenhos de Eckhout, passam a constituir a primeira monografia da fauna e flora brasileiras, de permanente interesse para os biólogos brasileiros. Por outro lado, os esforços da historiadora da arte Petronella Albertin tornaram possível a utilização deste tesouro artístico e científico em sua terra natal, o Brasil.

Edição de texto: Tales Faria

# Tap

*Seria uma aberração natural nas cores das penas de algumas aves? Os índios acreditam que unguentos e poções misteriosas são os responsáveis pela tapiragem.*

*A origem e o significado cultural do fenômeno permanecem nebulosos, mas a etnozootologia ensaia a explicação para essa técnica difundida entre várias tribos da América do Sul.*



Na foto maior, uma arara-vermelha (*Ara macao*) tapirada. Altamente cotadas nas trocas indígenas, as penas tapiradas (padrão amarelo marmorado de vermelho) podem ser vistas, ao lado, integrando artesanatos de grande importância ritual dos Karajá.

# iragem

Quando Colombo, na noite de 6 de outubro de 1492, mudou sua rota, seguindo relato de que fora avistado um bando de papagaios voando para sudoeste, já se delineava que nenhum animal teria sua imagem tão relacionada com o Novo Mundo como os papagaios, araras e afins — os *Psittacidae*. Retratadas nas telas de pintores já no século XVI e mantidas em cativeiro pelos nobres das mais diversas casas européias, essas aves chegaram a ter suas plumas adornando os cabelos das damas elegantes da época. Até mesmo suas línguas eram servidas como iguarias em banquetes renascentistas. Ainda que o Velho Mundo as conhecesse desde a antiguidade — sobretudo aquelas da África e da Índia —, a exuberância de cores e a vivacidade das espécies americanas terminariam por dominar a Europa como uma febre.

A obtenção dessas aves em larga escala pelos europeus não apresentava problemas, tão arraigado era o hábito de mantê-las em grande quantidade junto

às habitações. Segundo relatos dos textos antigos, o conquistador espanhol Alonso Hojeda fracassou na tentativa de tomar um povoado panamenho porque seus habitantes foram alertados pela gritaria de inúmeros papagaios que ali viviam.

Logo os cronistas entenderam que essas aves não serviam apenas como animais de estimação, mas eram elementos úteis e integrantes das culturas indígenas. Surpresos ficaram ao constatar que certas tribos possuíam meios de alterar a coloração original dos papagaios e das araras, produzindo indivíduos de plumagem total ou parcialmente amarela marmorada de vermelho, de tal maneira que “pareciam pintadas com a mão”. Essas aves serviam como fontes vivas de plumas para a confecção de adereços cotados nas trocas inter e intracomunais. E foi exatamente com o objetivo de expressar os métodos indígenas para alterar as cores de algumas aves vivas que se extraiu do dia-

leto *criollo* das Guianas o termo tapiragem.

No Brasil, as notícias sobre a tapiragem são quase contemporâneas à própria descoberta: em 1587, manuscritos de autoria desconhecida já falavam da existência desse fenômeno entre os Tupi do litoral. Sabe-se hoje que a tapiragem foi ou é praticada por mais de duas dezenas de tribos Tupi, Karibe e Gê de quase toda a América do Sul aquém dos Andes.

Tampouco faltam indícios de que esse seja um hábito bastante antigo, tendo sido possível encontrar penas tapiradas em vários penachos, coifas e ponchos de incas do Museu do Ouro, no Peru. Algumas das peças, estima-se, datam entre 200 e 800 anos d.C. Se os próprios incas trabalhavam aves cativas ou se essas plumas lhes chegavam através de trocas efetuadas com tribos amazônicas é uma questão aberta à discussão.

Outro fato curioso é que, ainda que a tapiragem tenha sido abundantemente noticiada, sua origem biológica permanece inexplicada. Falharam todas as tentativas para reproduzi-la em condições controladas. Entre os pesquisadores, não são poucos aqueles que colocam em dúvida se os diversos métodos utilizados pelos indígenas realmente são capazes de modificar a cor das aves cativas. Alguns acreditam tratar-se de aberrações naturais, ao passo que outros atribuem a origem das penas tapiradas a fatores diversos, não relacionados com os processos indígenas. Por outro lado, os índios acreditam que a tapiragem ocorra devido às poções usadas como unguentos ou ministradas ao animal por via oral.

Era um tema intrigante. No início da pesquisa, três pontos despertaram aten-



fotos Carlos Secchin

Ao lado, exemplares da arara-vermelha (*Ara macao*). A ave mais à direita tem a plumagem normal. À sua esquerda, uma ave tapirada. O padrão amarelo marmorado de vermelho das penas tapiradas pode ser visto na foto abaixo. Por vezes, a modificação é incompleta e guarda resquícios da coloração original, testemunhando recuperações tegumentares parciais.

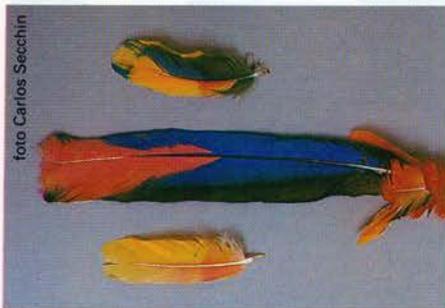


foto Carlos Secchin

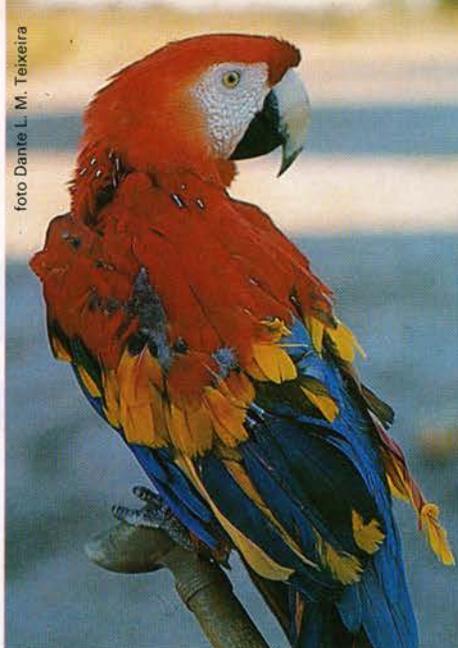


foto Dante L. M. Teixeira



foto Carlos Secchin

ção: a tapiragem parece ser praticada apenas em certo tipo de papagaios e araras, mesmo que várias outras aves existam na aldeia; as penas tapiradas, independente da espécie de psitácido e do método utilizados, possuem sempre um mesmo padrão básico de colorido (amarelo, marmorado ou não de vermelho); e há papagaios e araras em zoológicos e coleções particulares que apresentam penas tipicamente tapiradas, sem que jamais fossem submetidos a qualquer tratamento especial.

Por mais prosaico que pareça, ficou claro ao longo da pesquisa que o único elo comum entre essas aves anormalmente coloridas era que todos os espécimes envolvidos foram submetidos a traumatismos — seja pelo arranque periódico das plumas promovido pelo dono, seja pelas péssimas condições de captura, transporte e manutenção em cativeiro.

Quando às substâncias que os índios acreditam induzir à mudança das cores nas aves, muitas vezes é difícil identificar a natureza das misturas aplicadas, que incluem os mais diferentes elementos de origem animal e/ou vegetal. As substâncias animais parecem ser empregadas sobretudo pelas tribos amazônicas e pelos extintos Tupi da costa oriental brasileira, abarcando produtos tão variados como o sangue de sapos e rãs, ovos da tartaruga *Podocnemis expansa*, carne e gordura de peixes como o pirarucu (*Arapaima gigas*) e a pirarara (*Phractocephalus hemiopterus*), e até mesmo ovos de galinhas domésticas. Já o uso de agentes vegetais na tapiragem predominaria em grupos do Brasil-Central e do Chaco paraguaio e boliviano, sendo

utilizadas tanto a seiva quanto as sementes e raízes de diversas plantas, entre elas o urucum (*Bixa orellana*) e certos tipos de açafraão.

Independente da sua origem, as poções que provocariam a tapiragem são ministradas tanto por via oral como sob a forma de unguentos untados à pele das aves cativas. Não é raro, porém, que uma mesma substância (por exemplo, a gordura da pirarara) seja empregada tanto de uma como de outra maneira, conforme o grupo indígena considerado. Algumas tribos lançam mão de ambos os métodos ao mesmo tempo, enquanto outras reputam a mais de uma fórmula a capacidade de produzir a tapiragem — fato que parece advir, em alguns casos, do contato com nações vizinhas.

Por outro lado, certas misturas, como as que incluem sangue de rãs, parecem ser aplicadas apenas como unguentos, ao passo que outras são administradas exclusivamente por via oral — como as compostas de ovos de tartaruga. Entre os Karajá e os Tapirapé (respectivamente dos grupos Gê e Tupi do Brasil-Central) foi observada uma certa flexibilidade na composição das poções, o que não alteraria sua suposta eficácia. As misturas que agem por via oral podem ser aplicadas uma ou mais vezes ao dia junto aos alimentos, enquanto os unguentos são usados apenas depois de se proceder ao arranque das plumas.

Na verdade, normalmente o arranque não é encarado pelos índios como elemento integrante da tapiragem: o processo em si seria a administração de unguentos e/ou poções. As plumas são retiradas simplesmente com a finalidade de serem usadas na confecção dos adereços.

Foi possível observar por várias vezes essa tarefa. Entre os Karajá, por exemplo, o arranque fica a cargo de três ou quatro mulheres. Uma segura a ave pelo corpo, enquanto a segunda lhe imobiliza a cabeça e a terceira retira as plumas, que podem ser guardadas por uma quarta participante em recipientes apropriados. O peito, o ventre e o dorso são as primeiras partes a serem despojadas, seguindo-se as asas e a cauda. Normalmente as penas responsáveis pelo vôo, mais firmemente presas, não são arrancadas, mas apenas cortadas rente à pele. No mais das vezes, nem a cabeça nem as rêmiges (penas das axilas e das pontas e partes médias das asas) costumam ser tocadas.

Uma vez depenadas, as aves são submetidas aos tais unguentos, cuja aplicação varia bastante, segundo a natureza das substâncias empregadas. Os Karajá do Brasil-Central apenas borrifam sobre a pele do animal, com a boca, uma mis-



foto Dante L. M. Teixeira

tura aquosa de raízes de açafreão raladas e sementes de urucum moídas. Já os Atsagua, do alto rio Meta, na Amazônia colombiana, usam um pequeno bastão de madeira para untar o folículo de cada pluma arrancada com um estranho verniz composto de humores de sapos e sementes moídas.

É interessante notar que alguns desses unguentos são tidos como eficazes também para o conforto do animal, que sai da operação sob violento *stress* e com a pele bastante ferida. Os primeiros momentos parecem ser os mais críticos, e a ave é assaltada por tremores seguidos de uma apatia prolongada. Apesar do choque sofrido pelo animal, não foi observada uma arara ou um papagaio que sucumbisse ao tratamento. Seus proprietários tomam todos os cuidados para que tal não ocorra, já que as plumas (em especial as tapiradas) possuem considerável cotação nas trocas.

Tais registros levaram a especulações interessantes. Não só a tapiragem é um fenômeno restrito a certo tipo de aves, como parece independer da aplicação de qualquer dieta ou unguento misterioso, uma vez que a extrema variedade de "agentes indutores" utilizados pelas diversas tribos torna improvável a existência de fatores comuns capazes de reproduzir exatamente os mesmos efeitos em aves diferentes. Além do mais, existem papagaios e araras cativos que, jamais tendo pertencido a algum índio, apresentam plumagem tapirada.

Dessa maneira, a ocorrência de traumatismos foi considerada como o fator que poderia levar a mudanças nas cores das aves, embora a princípio pareça estranho que fatos dessa natureza produzam colorações tão espetaculares. No

entanto, vale lembrar que a tapiragem foi assinalada apenas nos *Arini* — os psitácidos neotropicais — que possuam plumagem cromaticamente mista, quer dizer, cuja coloração deriva da combinação entre "cores químicas" e "cores físicas".

**S**abe-se que as penas devem sua coloração, basicamente, a dois fenômenos distintos que produzem as chamadas "cores químicas (ou pigmentares)" e as "cores físicas (ou óticas)". As "cores químicas" são produzidas pelos carotenóides difusos na cutícula das plumas, e conduzem aos padrões amarelos e certos tipos de vermelho, laranja etc. Já as "cores físicas" derivam da reflexão da luz pela microestrutura da pena impregnada de melanina, produzindo as cores azuis e os encantadores efeitos metálicos e iridescentes (ver "As cores dos animais", em *Ciência Hoje* n.º 6).

Além disso, as duas formas de coloração podem atuar simultaneamente na mesma pluma, produzindo certos padrões azuis, pardos e sobretudo verdes — cor básica na grande maioria dos psitácidos neotropicais. Poucos são os exemplos de cor verde oriunda de outros fatores, e parece que apenas os turacos (*Musophagidae*) da África tropical devem suas penas verde-claras a um pigmento especial que lhes é característico: a turacocianina.

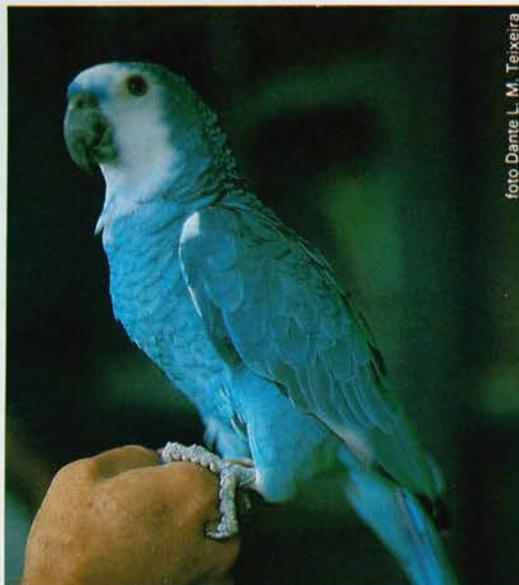
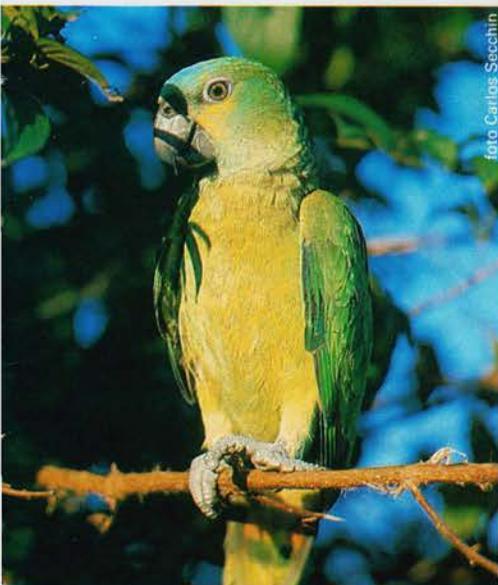
O equilíbrio da combinação entre cores óticas e pigmentares, nos *Arini*, pode se romper naturalmente por vários motivos e sem qualquer interferência humana, produzindo indivíduos selvagens de colorações aberrantes diversas. A ocorrência dessas ano-

malias não é pequena, tendo sido registrada em dez dos 25 gêneros de psitácidos sul-americanos, num total de 18 espécies.

**D**ois mecanismos básicos estariam envolvidos na origem da maior parte dessas plumagens anômalas: a eliminação dos carotenos e a eliminação das melaninas. No primeiro caso, a dissolução do equilíbrio entre a cor ótica e a pigmentar faz com que surjam inacreditáveis papagaios e periquitos azuis. Já a perda da melanina se traduz em padrões diversos, segundo a natureza da plumagem de cada espécie. Nos psitácidos de coloração totalmente originária de cores óticas, como a arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*), a ausência de melaninas implica a produção de albinismos. Já entre os psitácidos de plumagem cromaticamente mista (cores óticas e pigmentares), o mesmo desequilíbrio e a consequente perda de melanina libertaria a potencialidade pigmentar dos carotenos, conduzindo ao aparecimento de indivíduos amarelos, e não brancos. Essa foi a anomalia registrada com maior frequência, tendo sido assinalada em 14 espécies de oito gêneros distintos.

Supondo esta a origem exata dos papagaios e araras amarelos encontrados na natureza, restava estabelecer se os métodos empregados pelos indígenas seriam ou não capazes de, artificialmente, reproduzir o mesmo efeito, eliminando a melanina e induzindo o aparecimento de aberrantes aves amarelas (ou seja, tapiradas), por vezes indistinguíveis das anomalias selvagens.

Ainda que não se trate de mecanismo bem conhecido, sabe-se que vários ti-



Anomalias naturais na plumagem do papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*). Em sua coloração "normal" a espécie apresenta um padrão verde dominante (centro) que, com a perda de melanina, passa ao amarelo (esquerda) e, com a perda de caroteno, passa ao azul (direita). Acima, penas dessas aves vistas separadamente.



Mais do que meros animais de estimação (xerimbabos), os psitácidos cativos desempenham significativo papel nas comunidades tribais como fontes vivas de plumas que podem ser utilizadas em artesanatos de grande importância ritual, como as máscaras de Aruanã dos Karajá do Brasil-Central. Na foto mais à direita, um índio com uma dessas máscaras. Os dois penachos amarelados da parte superior representam os olhos da máscara, onde foram utilizadas penas tapiradas.

pos de albinismos parciais registrados em inúmeras aves derivam de causas fisiológicas de fundo traumático: talvez lesões nas células pigmentares e/ou no sistema nervoso periférico, o que influi na melanogênese, ou seja, na produção de melaninas. Como as espécies em questão possuem uma plumagem cromaticamente de origem mista, a perda de melanina através de traumatismos conduziria a uma quebra do equilíbrio entre a cor ótica e a pigmentar, aparecendo indivíduos amarelos — e não brancos, já que os carotenos não seriam afetados.

Além disso, outros fatores influem na semelhança entre os casos de albinismos de origem traumática e os espécimes tapirados. O primeiro é o próprio padrão de coloração das plumas anômalas, bastante parecido em ambos os casos. O segundo reside no fato de, em ambos os casos, diversos exemplares afetados retomarem por completo sua coloração original com o tempo, testemunhando uma provável e gradativa recuperação tegumentar.

**T**estando a hipótese, o procedimento dos Tapirapé foi reproduzido artificialmente, administrando-se ovos da tartaruga *Podocnemis expansa* a uma arara-canindé (*Ara ararauna*) e a uma araracanga (*Ara chloroptera*), ambas cativas no Rio de Janeiro. Durante meses, esperei em vão por qualquer mudança na plumagem,

mas quando comecei a arrancar sistematicamente uma das caudais externas da arara-canindé, a pena nasceu amarela logo após algum tempo; ao passo que a plumagem da araracanga não sofreu alterações.

Outro indício da origem traumática dos mecanismos de tapiragem foi dado por recentes informações do antropólogo Eduardo Viveiros de Castro, a partir de observações sobre a tribo Arauetê, do sul do Pará. Embora esse grupo possua araras anormalmente coloridas dentro do padrão tapirado, o antropólogo informou que não foram observadas práticas referentes à aplicação de qualquer unguento ou dieta especial às aves cativas. Contudo, os Arauetê, como os diversos outros grupos indígenas estudados, procedem ao arranque periódico das penas para a confecção de adereços. O que parece ser conclusivo.

Quanto ao fato de os experimentos pioneiros sobre tapiragem terem fracassado, ainda que seus relatos sejam imprecisos, é de se supor que tal tenha ocorrido devido à ausência de traumatismos.

Por outro lado, deve-se ter em mente que, mesmo que os resultados preliminares pareçam alentadores, sem dúvida é óbvio que essas investigações mal começaram. Dia a dia descobrem-se novas referências sobre a tapiragem em outras tribos, o que indica estarmos lidando com uma prática bastante difundida, devendo ocorrer em toda comunidade

onde haja o aproveitamento das plumas de certo tipo de psitácidos cativos. Outro fator é que o significado cultural das aves tapiradas para cada grupo permanece tão nebuloso que é impossível fazer qualquer tipo de especulação no momento.

Culturalmente, o hábito de as tribos indígenas manterem e, de certa forma, manejarem psitácidos como fontes vivas de plumas não se insere no conceito de domesticação, conforme ocorreu, no Novo Mundo, nos casos da lhama (*Lama glana*), do peru (*Meleagris gallopavo*), do xoloitzcuintli ou cão-asteca (*Canis mexicanus*) etc. Ao contrário destes exemplos, as aves utilizadas não se reproduzem em cativeiros, sendo periodicamente substituídas através sobretudo da captura de filhotes nos ninhos.

Seja como for, o desconhecido e intrincado papel representado pela fauna na vida cotidiana das sociedades tribais ainda guarda muitos dos segredos sobre as nossas relações com o mundo animal. Hoje, mais do que nunca, tal entendimento assume a maior importância. As culturas indígenas vivem um momento crítico com o universo natural que as sustenta parecendo caminhar inexoravelmente para a destruição.



#### SUGESTÕES PARA LEITURA

- HARRISON, J.M. "Plumage, abnormal and aberrant", in *The new dictionary of birds*. A.L. Thompson (org). Nelson and Sons Ltd., London, 1964.
- MAYAUD, N. "Teguments et phaneres", in *Traité de Zoologie*, P. Grassé ed. Vol. XV (Oiseaux). Masson et Cie, Paris, 1950.
- METRAUX, A. *La civilisation materielle des tribus tupi-guarani*. Paris XIV, 1928.
- METRAUX, A. "La decoloration artificielle des plumes sur les oiseaux vivants", in *Jour. Soc. Amer. Paris* (n. ser.) 20:122-181, 1928.
- TEIXEIRA, D.M. "Um estudo de etnozologia Karajá: o exemplo das máscaras de Aruanã", in *O artesanato tradicional e seu papel na sociedade contemporânea*. FUNARTE/Instituto Nacional do Folclore. Rio de Janeiro, 1983.
- VEUVERS, H.G. "Colour", in *The new dictionary of birds*. A.L. Thompson (org). Nelson and Sons Ltd. London, 1964.
- VILLELA, G.G. *Pigmentos animais*. Acad. Bras. Ciências. Rio de Janeiro, 1976.

Edição de texto: Tales Faria

# NESTE CARRO TEM 59 ANOS DE TECNOLOGIA.



Os veículos que estão saindo hoje das fábricas da GM são zero quilômetro. Mas estão trazendo uma experiência de 59 anos em pesquisas tecnológicas e em provas de segurança, desempenho, resistência e economia. A tecnologia Chevrolet.



Educação para o trânsito. Respeito à vida.



Reconstrução ideal da cena evocada pelo achado de uma pegada da mão esquerda de um anfíbio na formação Ponta Grossa, de idade devoniana, em Tibagi (PR). Conchas de braquiópodos e outros invertebrados atestam o ambiente marinho do local naquela época, e fósseis vegetais permitem reconstituir a vegetação típica do período.

# RASTROS DE UM MUNDO PERDIDO

Giuseppe Leonardi Assessor da CNBB (Brasília) e pesquisador do CNPq

"Não há nenhum ramo das ciências investigativas tão pouco praticado e, no entanto tão importante como a arte de interpretar as pegadas".

(Sherlock Holmes em *A study in scarlet*)



O animal se arrastava pesadamente no barro seco, 360 milhões de anos atrás. A gravidade, mais violenta do que a existente em seu ambiente natural, o esmagava sobre o terreno, e suas barbatanas realizavam um esforço extraordinário. "Água!" parecia gritar a ampla boca ofegante, que mostrava uma fileira de dentes, curtos e cônicos. Suas narinas procuravam ansiosamente traços de umidade no ar seco. Abrigou-se à sombra de samambaias, defendendo-se do sol que lhe secava implacavelmente a pele, sob as escamas redondas e transparentes. Uma grande aranha passou ao alcance de seu focinho, e ele a apanhou com um estalo das maxilas, sorvendo com gosto os líquidos de que necessitava desesperadamente. Enfim, esta parte seca do planeta, tão perigosa e árida, tinha vantagens também: alimento abundante e saboroso, e poucos concorrentes na caça.

Retomou então seu duro caminhar à cata de água. Talvez tenha encontrado uma poça barrenta, talvez tenha morrido desidratado na busca inútil. O certo é que seu esqueleto branco destacou-se por algum tempo sobre a terra roxa, o que não impediu que outros crossopterígio (peixes pulmonados) tentassem novamente a façanha a cada estação seca. Por ironia, à procura de água acabaram por descobrir e ocupar a terra, iniciando transformações decisivas ao curso da vida no planeta.

Eram parentes afastados do famoso *Latymeria*, descoberto pela primeira vez em 1939 perto das ilhas Comoras, na costa africana. Suas brânquias passaram a funcionar apenas durante a infância, vivida integralmente no ambiente aquático. Os pulmões se desenvolveram. As barbatanas viraram toscas patas. A cauda manteve ainda aspecto semelhante à dos peixes, seus antepassados, mas já não se podia mais chamá-los de peixes: no período Devoniano vinham ao mundo o *Ichthyostega* e seus parentes anfíbios, primeiros vertebrados terrestres, cujas ossadas foram encontradas pela primeira vez na Groenlândia.

Os especialistas suspeitavam que as transformações descritas na página anterior tinham ocorrido no Gondwana, supercontinente austral desaparecido. Foi a descoberta, em 1980, de uma pegada fóssil de um anfíbio extremamente primitivo no município de Tibagi (PR), à margem da rodovia do Café, que veio a confirmar essa hipótese. Tratava-se do contramolde de uma mão esquerda, com quatro dedos nitidamente gravados no arenito por um animal pertencente ao grupo que originou a todos nós, anfíbios, répteis, aves, mamíferos — e homens. A presença de algumas cutículas vegetais e a associação com um braquiópodo e outros fósseis de invertebrados permitiram comparar essa formação com outras já datadas e concluir que a pegada era mais antiga do que a do *Ichthyostega* e as de outros anfíbios cujos rastros haviam sido encontrados na província de Vitória, na Austrália. Assim, a pegada devoniana do Paraná representa até agora o registro mais antigo de todos os vertebrados terrestres e adianta o documentário fóssil em dez milhões de anos, colocando o atual território brasileiro como um dos locais onde provavelmente ocorreu a transição *Rhipidistia-Amphibia*, acima narrada.

O estudo dos elementos ambientais nos permite imaginar a cena gravada no solo de Tibagi: o anfíbio, com um metro de comprimento, caminhou paralelamente à linha da praia, ao lado de uma laguna litoral, deixando suas pegadas no lodo escuro, coberto de marcas onduladas, entre conchas e vegetais macerados. As pegadas ter-se-iam perdido, se um pouco mais tarde um riacho em enchente não tivesse coberto o lodo com uma fina camada de areia aluvial amarela, logo coberta por outra, de lodo preto. Com o tempo, a areia tornou-se arenito compacto e guardou na superfície inferior da camada o contramolde da mão do anfíbio, que, por um golpe de sorte, chegou até nós.

Os vertebrados pré-históricos possuem um fascínio extraordinário. Reconstruir seu mundo perdido através do estudo das pegadas fósseis é o trabalho da icnologia, ramo pouco conhecido da paleontologia, que provocou vivo interesse e conheceu grande sucesso nos continentes setentrionais no século passado. Os primeiros rastros foram descobertos em 1802 no vale do Connecticut (EUA), quando um jovem camponês bateu com

o arado numa laje de arenito que apresentava algumas pegadas claríssimas e estranhas, então atribuídas ao corvo da Arca de Noé. Só muito mais tarde o equívoco bíblico-paleontológico foi esclarecido — tratava-se mesmo de marcas da passagem de um dinossauro — graças às pesquisas sistemáticas desenvolvidas por naturalistas, principalmente nos países de língua inglesa. Durante várias décadas foram lançadas inúmeras publicações sobre o assunto, mas na primeira metade do nosso século um véu de ceticismo se abateu sobre as pegadas fósseis e os estudos foram quase totalmente abandonados.

Mesmo assim, ocorreram no Brasil duas descobertas importantes nas primeiras décadas do século XX: por volta de 1910, o engenheiro de minas Joviano Pacheco ficou intrigado ao observar o que parecia ser uma pista fóssil em uma laje de arenito cor-de-rosa nas calçadas

de São Carlos (SP), recolhida a partir de então às coleções do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo e atribuída em 1931, pelo paleontólogo alemão von Huene, a um cinodonte. Em 1924, o geólogo Luciano Jacques de Moraes divulgou a existência e as características de duas pistas de dinossauros, diferentes entre si, encontradas no leito do rio do Peixe, em Sousa (PB). Apesar de sua importância, o material ficou longamente esquecido, ora submerso pelas inundações desse rio temporário, ora coberto por grandes camadas de areia e cascalho.

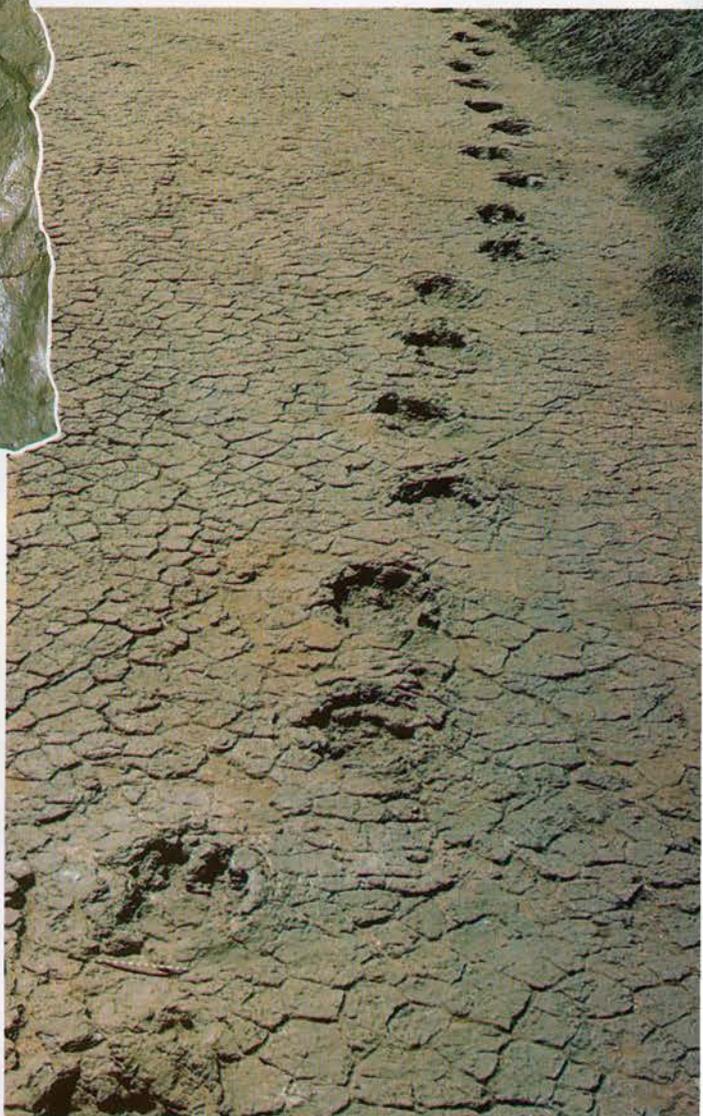
A icnologia só voltou à tona no Brasil em 1975, ano em que empreendemos uma exploração sistemática de todas as bacias sedimentares do país com o amparo do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). De lá para cá, descobrimos cerca de 35 localidades com pegadas fósseis de vertebrados, algumas dotadas de notável importância do ponto de vista científico e grande interesse para o público em geral.



fotos Giuseppe Leonardi

Acima, o contramolde da pegada de um anfíbio devoniano, chamado *Notopus petri*, Leonardi, 1983. Com seis centímetros de comprimento, é o registro mais antigo do mundo no campo dos vertebrados fósseis e está conservado nas coleções do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), do Rio de Janeiro.

Ao lado, uma rara pista de iguanodontídeo, que é chamada *Sousaichnium pricei*, Leonardi, 1979. Foi descoberta por Luciano Jacques de Moraes em 1920, gravada num pavimento rochoso da formação Sousa, de idade cretácea inferior e de ambiente lacustre. As pegadas medem 40 cm de largura. Observem-se também as gretas de contração da lama petrificada.



# CONTINENTES À DERIVA

Ao descer do navio ou do avião, o passageiro amedrontado muitas vezes tem vontade de beijar esta "boa terra firme". Qual seria sua reação ao saber que os continentes não são tão firmes assim?

No primeiro quartel deste século, A. Wegener formulou a hipótese, confirmada pelas mais recentes pesquisas geofísicas e espaciais, de que os continentes são grandes placas móveis deslizando sobre o manto profundo da crosta terrestre. A América do Sul, por exemplo, afasta-se cinco centímetros da África a cada ano, o que corresponde a 2,5 metros no período de vida de uma pessoa de 50 anos, velocidade nada desprezível do ponto de vista geológico.

Um filme lento, que tivesse tomado um fotograma do nosso planeta a cada milhão de anos e fosse projetado hoje a uma velocidade normal, mostraria em pouco mais de três minutos cenas insuspeitadas: placas continentais que se juntam e se separam, adotando novas disposições; frestas planetárias que se abrem (nos moldes, por exemplo, do atual mar Vermelho ou do golfo da Califórnia), se ampliam e dão origem a novos oceanos; redemoinhos de sedimentos marinhos que formam grinaldas de ilhas e, mais tarde, istmos continentais; arquipélagos que enfeitam as margens dos continentes (como no Chile meridional de hoje) e depois transformam-se em grandes cordilheiras.

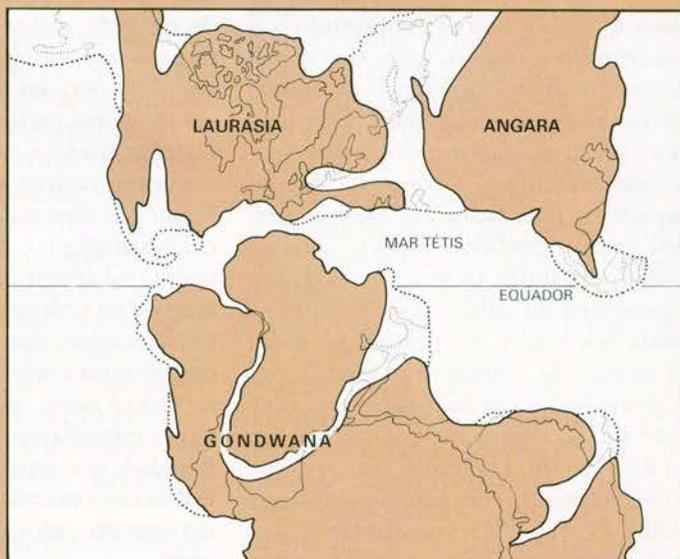
Segundo os dados de que dispomos, no início do Devoniano existiam três grandes placas continentais isoladas: um supercontinente que os geólogos apelidaram de Gondwana, abrangendo todos os atuais continentes austrais; o continente Laurásia, correspondente à América do Norte e à Europa, então juntas; e o continente Angara, isto é, Sibéria e China isoladas do resto da terra firme.

Durante o Devoniano, o continente Laurásia começou a aproximar-se do Gondwana,

com o qual chegou a ligar-se por meio de istmos e regiões de plataforma, provavelmente no atual Caribe e, talvez, na Europa meridional, permitindo assim a migração dos anfíbios em sua direção. No período seguinte, o Carbonífero, o continente Angara soldou-se com a margem oriental da Laurásia, dando origem aos montes Urais e permitindo nova expansão dos anfíbios, agora acompanhados pelos seus descendentes imediatos, os répteis.

A partir deste momento e até o Cretáceo médio (isto é, entre 300 e 100 milhões de anos atrás) todas as massas continentais estavam reunidas em um único supercontinente que Wegener chamava Pangea, ou seja, "toda a terra firme". Nele, a fauna tinha movimentos relativamente livres, sendo composta por anfíbios, répteis, os primeiros mamíferos (evoluídos dos répteis teráptídeos a partir do Triássico médio ou superior) e os pássaros primitivos, também originados dos répteis durante o Jurássico médio. A migração e expansão da fauna, porém, eram limitadas por uma grande cunha oceânica (o mar Tétis), fincada entre o Gondwana e o grande continente setentrional, bem como por uma série de mares relativamente rasos (epicontinentais ou de plataforma) que alagavam a atual região da América Central e do Caribe. Existia apenas um grande corredor para a passagem nortesul, correspondente à região dos atuais Marrocos e Espanha. Foi nesta situação paleogeográfica que os dinossauros apareceram, na altura do Triássico médio-superior, e se expandiram rapidamente por todas as terras emersas (até agora, só não foram encontrados na Antártida), dominando-as até o fim do Cretáceo.

A partir do Jurássico, no entanto, forças planetárias ainda desconhecidas, mas atuantes sobre as massas continentais, retomaram sua ação. Grandes fraturas abriram-se no Pangea,



As linhas contínuas e grossas representam os limites da terra firme no Cretáceo inferior, quando existiam três grandes continentes. Os traços mais finos e as linhas pontilhadas mostram contornos sucessivos que vão delineando o perfil do mundo atual.

Há 100 milhões de anos atrás, o Atlântico Sul e o Atlântico Norte se alargaram até separarem o Nordeste brasileiro e a África equatorial, afastando as Américas dos outros continentes. Mais tarde, o Gondwana foi completamente destruído, com a divisão da terra firme em placas distintas: África, Índia, Antártida e Austrália. O mar Tétis foi quase completamente obliterado pela aproximação da África e da Eurásia, deixando como lembrança o Mediterrâneo atual.

Como grandes balsas, cada placa continental levava consigo, ao partir, sua própria fauna, composta pelas últimas populações de dinossauros (que viriam a desaparecer no fim do Cretáceo), outros répteis continentais, os anfíbios, e, principalmente, os mamíferos, destinados a dominar o planeta no Terciário, junto com os pássaros. A partir da divisão de cada continente, os mamíferos evoluíram separadamente, dando origem a faunas diferentes que foram por vezes postas novamente em contato competitivo pela eventual junção entre placas, como ocorreu quando a Índia "abalroou" a Ásia ou

quando as Américas se juntaram por ocasião do soerguimento do istmo do Panamá. O homem pôde alcançar esta parte do mundo através de uma ponte continental ou de uma grinalda de ilhas entre a Sibéria e o Alasca.

O mundo não parou ao atingir a fisionomia que hoje conhecemos. As placas continuam em movimento, e a Terra caminha para novas conformações.

A tabela abaixo apresenta, em escala de milhões de anos, a sucessão dos períodos e suas subdivisões, em ordem de antiguidade de baixo para cima e de forma cumulativa.

CENOZÓICO	(Milhões de anos)
Quaternário	3
Terciário	62
MESOZÓICO	
Cretáceo	135
Jurássico	190
Triássico	225
PALEOZÓICO	
Permiano	280
Carbonífero	345
Devoniano	410
Siluriano	440
Ordoviciano	500
Cambriano	570

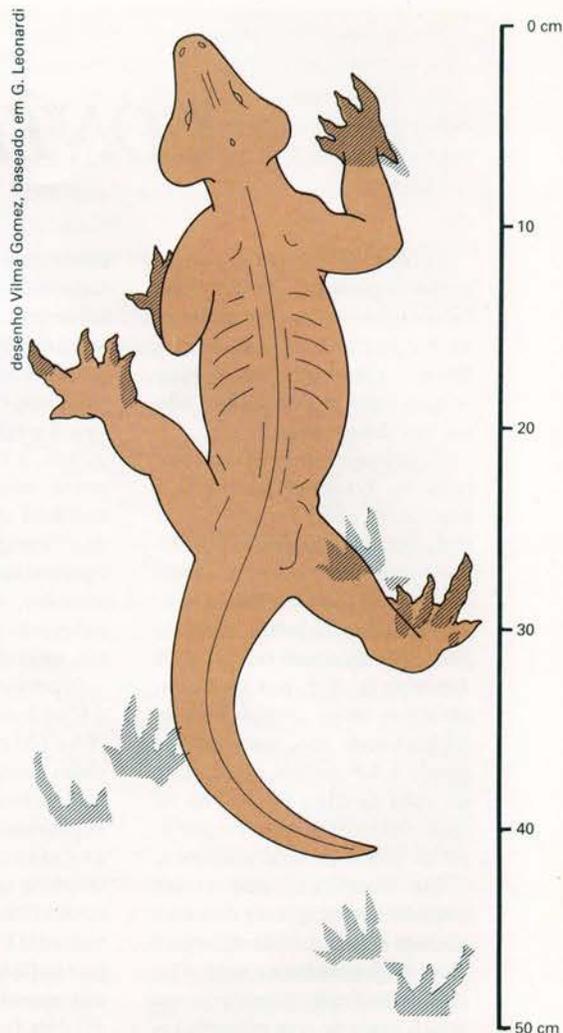
A partir das pistas (isto é, seqüências de pegadas) fósseis é possível dizer muitas coisas sobre seus autores: uma boa pegada permite reconstruir o esqueleto do pé do animal e facilita a coleta de dados sobre seus músculos e sua pele. Os parâmetros da pista (passada, meio passo, ângulo do passo, largura e outros), sobretudo nos quadrúpedes, nos indicam o comprimento das patas e do tronco do animal (distância gleno-acetabular), sua estrutura e postura, e nos fornecem dados sobre sua velocidade. A comparação com esqueletos guardados em museus permite deduzir também o aspecto geral do animal, sua altura, peso e outros dados. A presença ou ausência de marcas da cauda nos sugere sua postura no passo ou na corrida, enquanto as associações de pistas fornecem dados sobre a "atividade social" destes antigos seres. É um mundo de informações, sempre que possível tratadas com instrumental estatístico, de modo a reconstruirmos, passo a passo, a trajetória da vida no planeta.

Com as informações de que dispomos hoje, podemos reconstituir, por exemplo, a paisagem antiga do território em que vivemos e suas sucessivas transformações ao longo dos milênios. Durante o Jurássico, período situado entre 190 e 136 milhões de anos atrás, o Sul do Brasil era um deserto diante do qual o atual polígono das secas nordestinas pode ser considerado o paraíso terrestre. Cerca de 1,3 milhão de quilômetros quadrados eram cobertos por estepes áridas, cortadas por riachos temporários do tipo *widian* do Saara. Aqui e acolá, amplas extensões de dunas arenosas tornavam a região ainda mais desolada. Os ventos dominantes empurravam a areia, de duna em duna, para o sul, enquanto ventos locais, secundários, encrespavam a areia dos declives de sotavento com a característica marca eólica de onda.

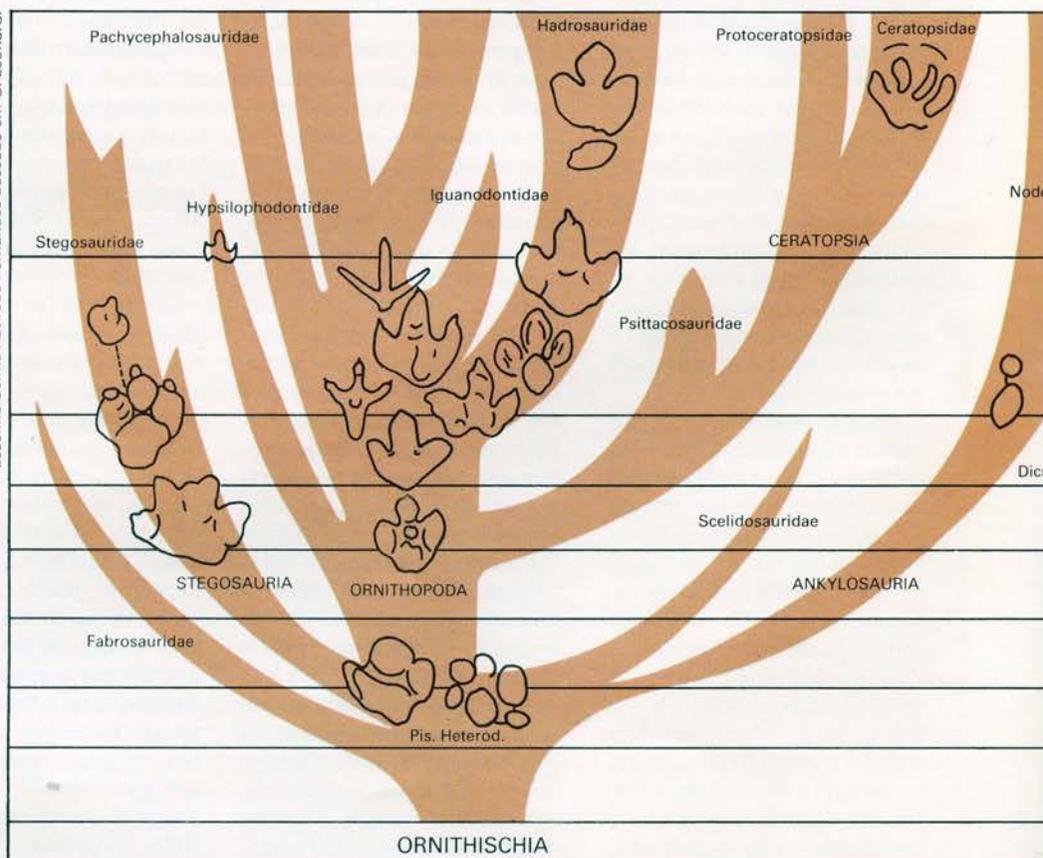
O ambiente desértico não é próprio para a conservação de fósseis: em geral, as ossadas são espalhadas por animais necrófagos, desgastadas pela ação abrasiva dos grãos de areia transportados pelo vento e consumidas mais tarde pela acidez do ambiente. É por isto que a formação Botucatu, constituída pelas camadas areníticas do deserto jurássico e encontrada nos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, conformava classicamente um vazio no documentário geológico: nada de conchas, nada de esqueletos, nada de nada. Um verdadeiro deserto.

Minhas pesquisas demonstraram, no entanto, que este deserto viveu. Meu ponto de partida foi a laje descoberta por Joviano Pacheco em São Carlos. Uma busca na região central do estado de São Paulo levou-me às pedreiras do distrito do Ouro, perto de Araraquara, onde as pegadas fósseis são muito numerosas, apesar de, em geral, mal preservadas. Mesmo assim, um trabalho sistemático permitiu seguir o avanço das frentes de escavações nas pedreiras, particularmente na pedreira de São Bento, e, de camada em camada, encontrar rastros sempre mais antigos. Pequenos dinossauros bípedes, minúsculos mamíferos (os mais antigos do continente sul-americano), misteriosos terapsídeos (os répteis-mamíferos), coleópteros, aranhas, outros invertebrados, todos deixavam seus rastros nas areias, sobretudo à noite, quando o orvalho os fixava e estendia uma superfície de descontinuidade que separava a camada superficial da nova camada que seria disposta no dia seguinte pelos ventos quentes do deserto.

A partir das pegadas de um réptil cotilossauro, autor de uma pista do Permiano dos Alpes (Itália), pode-se reconstruir a estrutura anatômica dos seus pés, as dimensões das patas, a distância gleno-acetabular e a estrutura geral do corpo. Os demais pormenores, hipotéticos, baseiam-se na classificação do autor dos rastros, tendo como ponto de partida a anatomia dos pés e o estudo dos parâmetros da pista.



desenho Selma Azevedo Fernandes baseado em G. Leonardi



# ASCENSÃO E QUEDA DOS DINOSSAUROS

Na imaginação leiga, os dinossauros são sempre associados a monstros horrorosos, desconhecidos e ferocíssimos, mas há muito engano nestas impressões. Pertencentes à classe dos répteis, eles se ramificaram em inúmeras espécies de todos os tamanhos e formas, altamente adaptadas e especializadas. Depois, como todas as coisas deste mundo, chegaram ao fim, deixando como lembrança inúmeras ossadas, rastros e ovos fósseis.

Desde o século passado, "dinossauro" não é um termo propriamente científico, mas continua a ser usado informalmente pelos próprios especialistas graças ao seu poder de sugestão. Na verdade, trata-se de duas ordens distintas de animais, originadas de forma independente a partir de uma ordem reptiliana basal, os tecodontes. O surgimento de ambos os gru-

pos ocorreu na passagem do Triássico médio para o superior, cerca de 220 milhões de anos atrás, quando as placas continentais estavam reunidas em um único supercontinente.

Apesar de terem sido animais decididamente terrestres, os dinossauros não desprezavam os cursos de água doce ou as águas marinhas rasas, onde os herbívoros pastavam e os carnívoros nadavam, caçando ou pescando. Obtiveram notável sucesso e grande difusão, chegando a dominar o planeta por 140 milhões de anos e a apresentar uma variedade de formas comparável à dos mamíferos atuais. Alguns eram miúdos, de tamanho e aspecto semelhante a um frango; outros eram gigantes de até 30 metros de comprimento e 80 toneladas de peso (mais do que um Boeing 727 carregado); havia herbívoros, carnívoros, piscívoros e necró-

fagos; quadrúpedes e bípedes; diurnos e noturnos; corredores e saltadores.

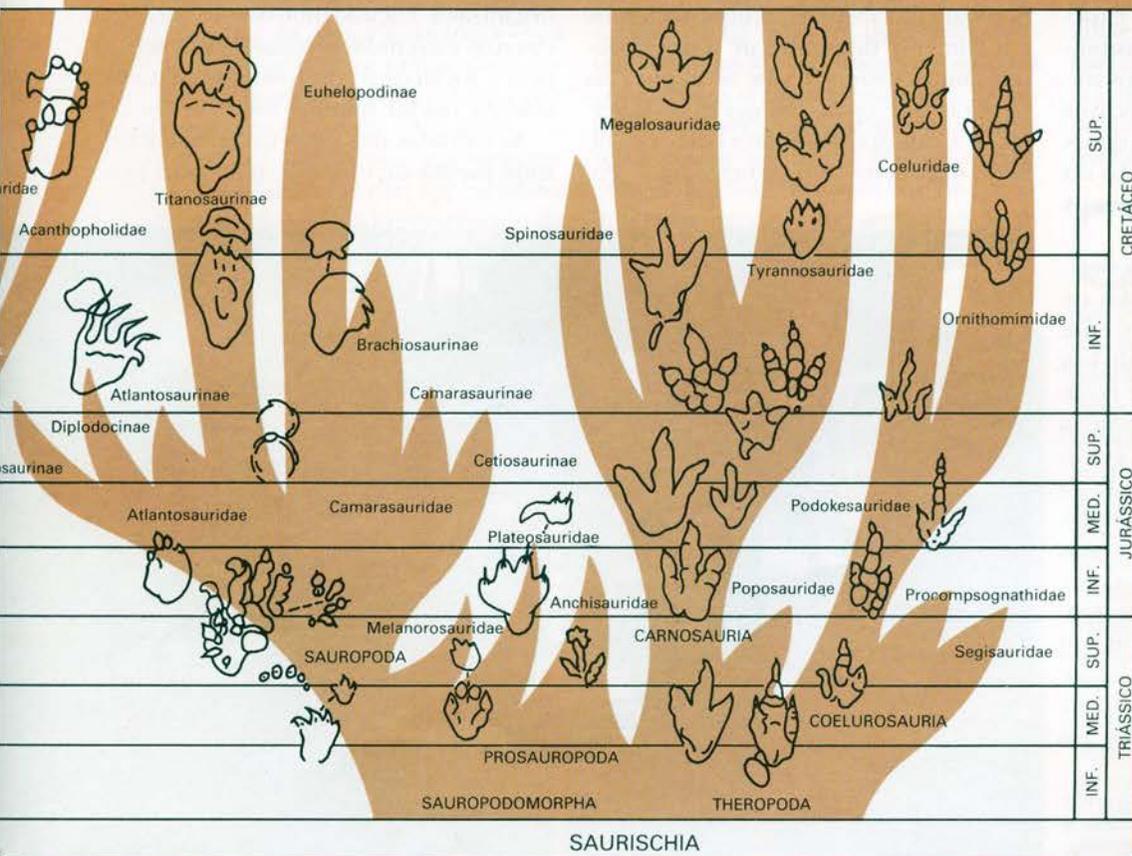
O problema do desaparecimento dos dinossauros não é tão dramático quanto a literatura sensacionalista deixa transparecer, mas, sem dúvida, trata-se de um mistério muito intrigante. Por um lado, a extinção não ocorreu de repente, mas num arco de tempo de alguns poucos milhões de anos ou, pelo menos, de algumas centenas de milhares de anos. Por outro lado, junto com os dinossauros desapareceram também outras ordens de répteis, como os pterossauros (voadores), os ictiossauros (marinhos, em forma de peixes) e os plesiosauros (também marinhos), além de vários grupos importantes de invertebrados e quase todo o plâncton marinho. Entretanto, continuaram vivas quatro ordens de répteis, bem

como os anfíbios, os mamíferos, os pássaros e inúmeros grupos de invertebrados.

As teorias sobre a extinção dos dinossauros devem levar em conta todos estes fatos e muitos outros, o que nem sempre ocorre. As explicações catastrofistas, que atribuem o fenômeno à queda de um meteorito contendo irídio radioativo, ao estouro de uma supernova ou a outro fenômeno astronômico repentino, absolutamente não convencem. De fato, se os dinossauros e outros grupos se extinguíram porque a catástrofe atingiu seu metabolismo reptiliano, não se explica porque teriam sobrevivido jacarés, tartarugas, cobras e lagartos. Se o decisivo foi o tamanho e os problemas térmicos dele advindos, não se explica porque desapareceram os pequenos celurossauros e outros dinossauros minúsculos.

Outras teorias atribuem a grande extinção de espécies no fim do Cretáceo a uma série de fatores geológicos e biológicos. São menos sensacionalistas e mais prováveis. Parece possível que o fenômeno tenha resultado da combinação e sucessão de elementos como: a diminuição da superfície dos oceanos, ligada à grande deriva dos continentes; o aumento do anidrido carbônico na atmosfera em consequência da diminuição do número de algas marinhas; o aumento da temperatura em escala planetária pelo "efeito estufa", produzido pelo fator precedente; a morte do plâncton marinho e o alastramento de uma situação de stress entre os dinossauros e outros grupos; a mudança drástica da flora e a forte competição por parte dos mamíferos, em franca expansão. Essa explicação combinada nos afasta da idéia de uma extinção súbita, dramática e gloriosa, tentando descrever um declínio de grupos animais face à maior plasticidade genética e "oportunismo" de grupos mais novos e melhor adaptados.

Abaixo, uma "árvore genealógica" das pegadas de dinossauros, que não estão na mesma escala. Há ramos ainda vazios, aguardando novas pesquisas, mas em outros foi preciso selecionar o abundante material.





A laje à esquerda, retirada das ruas de São Carlos (SP), apresenta o contramolde de uma pista com cinco pares mão-pé de um terapsídeo, provavelmente um tritilodonte de idade jurássica. Ao centro, uma laje oriunda das calçadas de Araraquara (SP), com uma linda pista de *Brasilichnium elusivum*, Leonardi, 1981, gravada provavelmente por um mamífero também de idade jurássica. Observem-se as “meias-luas” de areia petrificada, que indicam que o animal estava subindo duna acima. À direita, uma pista de coleóptero retirada da pedra de São Bento. Gravadas no arenito Botucatu, todas as pistas estão conservadas nas coleções do DNPM. Escalas em centímetros.

Uma expedição ao deserto do Sinai contribuiu para confirmar nossas idéias sobre o ambiente do Sul do Brasil há milênios: o estilo das pegadas, as características “meias-luas” de areia empurradas sempre na direção do declive pelos animais, o grau de conservação e a estrutura das populações apontam claramente no sentido que indicamos. A expedição demonstrou também a possibilidade de que a passagem de pequenos animais deixe rastros gravados nos declives íngremes do lado de sotavento das dunas (isto é, aquele situado na direção do vento), sem que as avalanches de areia os destruam logo a seguir.

A formação Botucatu, até agora considerada estéril, já forneceu pegadas de 25 formas novas de vertebrados e de uma dúzia de invertebrados. É todo um mundo fantasma que emerge da noite dos tempos e estimula uma pesquisa complexa. A partir do estudo da estrutura anatômica dos pés e da medição dos parâmetros da pista, formulamos hipóteses e elaboramos a classificação dos agentes. Das direções das pistas (que, curiosamente, só ocupam dois quadrantes da rosa-dos-ventos), estudamos o comportamento dos animais, aliás, neste caso, completamente individual: cada um por si, e Deus por todos. Do

ponto de vista da estrutura das populações, dividimos os animais em grandes e pequenos, herbívoros e carnívoros (caça e caçador), mamíferos e répteis, dinossauros e terapsídeos. Levantamos também dados ecológicos e populacionais. O trabalho é particularmente difícil porque todos os animais da formação Botucatu são absolutamente endêmicos e totalmente diferentes de todas as outras faunas fósseis, o que se explica ao lembrar que estas, em geral, testemunham a vida dos ambientes baixos — de beira-mar, beira-lago ou beira-rio — en-

quanto o material com que agora trabalhamos provém de terras altas e áridas, fato raríssimo no documentário paleontológico. Um elemento particularmente interessante é que Araraquara e outras cidades do interior paulista são calçadas com lajes de arenito procedente das pedreiras do Ouro, tornando-se possível organizar a “caça ao dinossauro” através das ruas e avenidas urbanas e indicar depois a localização do fóssil por seu endereço: rua tal, número tal.

As calçadas dos passeios apresentam uma média de cinco a dez pistas por



Equipe da Prefeitura de Araraquara retirando de uma rua da cidade, em fevereiro de 1983, a laje com pegadas fósseis acima reproduzida.

quadra. É claro que seria melhor encontrar o material em afloramentos naturais, mas o prejuízo decorrente desta situação não é irreversível. De um lado, sabemos que todo o material provém de uma área relativamente restrita, de apenas 0,75 quilômetro quadrado; de outro, em muitos casos podemos deduzir com boa margem de acerto a exata procedência das lajotas, com base nas estruturas sedimentológicas, na cor e na consistência do material. Dez expedições, de 1976 até hoje, visitaram as calçadas da cidade, percorrendo um total de 308 quilômetros lineares, correspondendo a uma superfície aproximada de 0,77 quilômetro quadrado. Entre as

milhares — talvez dezenas de milhares — de pistas ou pegadas avulsas encontradas, muitíssimas foram fotografadas, medidas, fichadas e deixadas no local. Sessenta delas foram escolhidas por seu ineditismo, representatividade ou grau de conservação para serem recolhidas, mas dois contatos com a prefeitura de Araraquara em 1976 e 1980, foram inúteis para obter a autorização e o apoio logístico necessários à operação, numa demonstração de que a “icnologia urbana” não gozava ainda de alta estima nos ambientes políticos e administrativos da cidade.

Decidido a salvar algumas lajes mais preciosas, voltei à carga em 1983,

quando consegui a preciosa colaboração municipal, graças à qual foi possível retirar duas toneladas de lajes, agora recolhidas às coleções do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Outras pistas foram coletadas nas cidades de Cianorte (PR) e São Carlos (onde até o revestimento dos pilares da fachada da catedral apresentam rastros) e em várias pedreiras situadas nos municípios de Rifaina, Franca, Brodósqui, Analândia e Botucatu (SP); Jacarezinho, Cianorte, Cruzeiro do Sul e Indaiatuba (PR); Santa Cruz (RS) e Sacramento (MG), havendo material já localizado também na formação Caiuã, de idade cretácea, situada no Paraná.

## A PRESERVAÇÃO DOS RASTROS

As pegadas fósseis são estruturas sedimentares biogênicas (isto é, de origem biológica) produzidas por um animal pré-histórico no substrato ainda solto. Assim, não são propriamente “fósseis”, ao menos no sentido corporal, mas registram efeitos da atividade — mais exatamente, da passagem — do animal sobre sedimentos que, depois de consolidados e litificados, permitem a conservação dos rastros. Com o tempo, a areia torna-se arenito e a lama, lamito. A erosão traz de novo os registros à luz e, por motivos naturais ou artificiais, as camadas se abrem segundo suas superfícies de descontinuidade, como as páginas de um livro de pré-história que revela cenas vivas de um mundo enterrado há dezenas ou centenas de milhões de anos.

Há diversas fases na preservação destes vestígios. Quando um animal anda sobre um terreno suficientemente impregnado de água (e, portanto, moldável), grava rastros que, em casos ideais, reproduzem uma imagem fiel dos seus pés, apresentando as dobras da pele, as almofadinhas dos dedos, as impressões das garras e, às vezes, até as eventuais escamas ou cerdas. A fase seguinte é a da preservação das pistas. A maioria delas é quase sempre destruída ao longo do tempo pelo intemperismo ou eliminado pela ero-

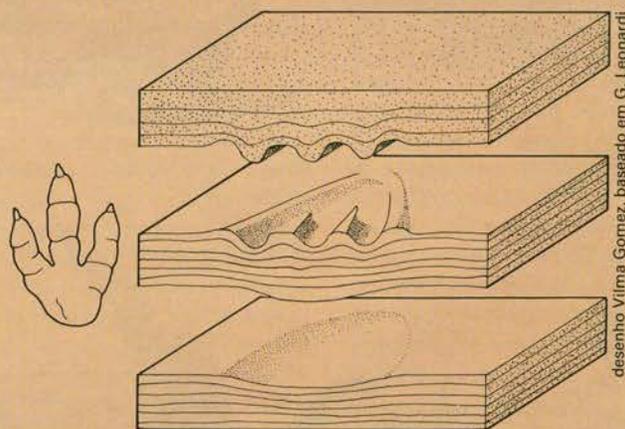
são. Mas há casos afortunados em que as pegadas foram cobertas por outros sedimentos e se conservaram até os nossos dias na superfície de descontinuidade existente entre duas camadas compostas de materiais diferentes (lama e areia, por exemplo). Isto acontece com mais facilidade em regiões de clima semi-árido, com precipitações espaçadas, onde a primeira camada teve tempo de secar e endurecer-se antes da deposição da segunda. A melhor situação ocorre quando a camada inferior era composta de barro de boa consistência e plasticidade, e a superior era de areia fina que, transformada pela ação do tempo, resultou em um contramolde natural e convexo de arenito, material muito resistente. Em muitos casos o que se encontra é justamente este contramolde, porque a pegada original, em lamito, desmanchou-se.

Com o passar do tempo, os sedimentos soltos são cimentados pelos sais minerais transportados pela água de infiltração, de forma que as lâbeis pegadas tornam-se estruturas praticamente indeformáveis que, com um pouco de sorte, podem conservar-se por centenas de milhões de anos. No elemento sorte entra também a erosão: para que as pegadas cheguem às mãos do paleontólogo é quase sempre neces-

sário que elas apareçam à superfície, o que acontece principalmente no leito dos rios e nos entulhos existentes na base de paredes rochosas. Também as pedreiras localizadas em formações sedimentares são lugares perfeitos para buscar os rastros fósseis, porque nelas se realiza artificialmente uma erosão extremamente rápida, com grande renovação do material exposto. Isto leva a um fenômeno curioso: as calçadas das ruas, sobretudo no Brasil, podem ser um tipo muito especial de “afloramento” de pistas fósseis, pois as lajes provêm às vezes de pedreiras fossilíferas.

As pegadas fósseis completam o documentário paleontológico, pois são encontradas em formações rochosas onde dificilmente as ossadas são preservadas. Isso decorre em parte

da própria composição dos terrenos e, principalmente, da diferença existente entre os meios ambientes: as pegadas são conservadas quando, depois de gravadas no substrato mole, este fica descoberto durante certo tempo, de modo a secar antes da água trazer nova camada de sedimento. O ambiente semi-árido é ideal para este processo. Já as ossadas são preservadas quando a carniça, logo depois da morte do animal, recebe o que se chama de sepultamento precoce, ou seja, é enterrada no fundo de um rio, numa barra aluvial ou outro lugar antes de ser destruída pelos animais necrófagos e espalhada pelas intempéries. Por isso, é muito raro encontrar os dois tipos de fósseis misturados na mesma formação.



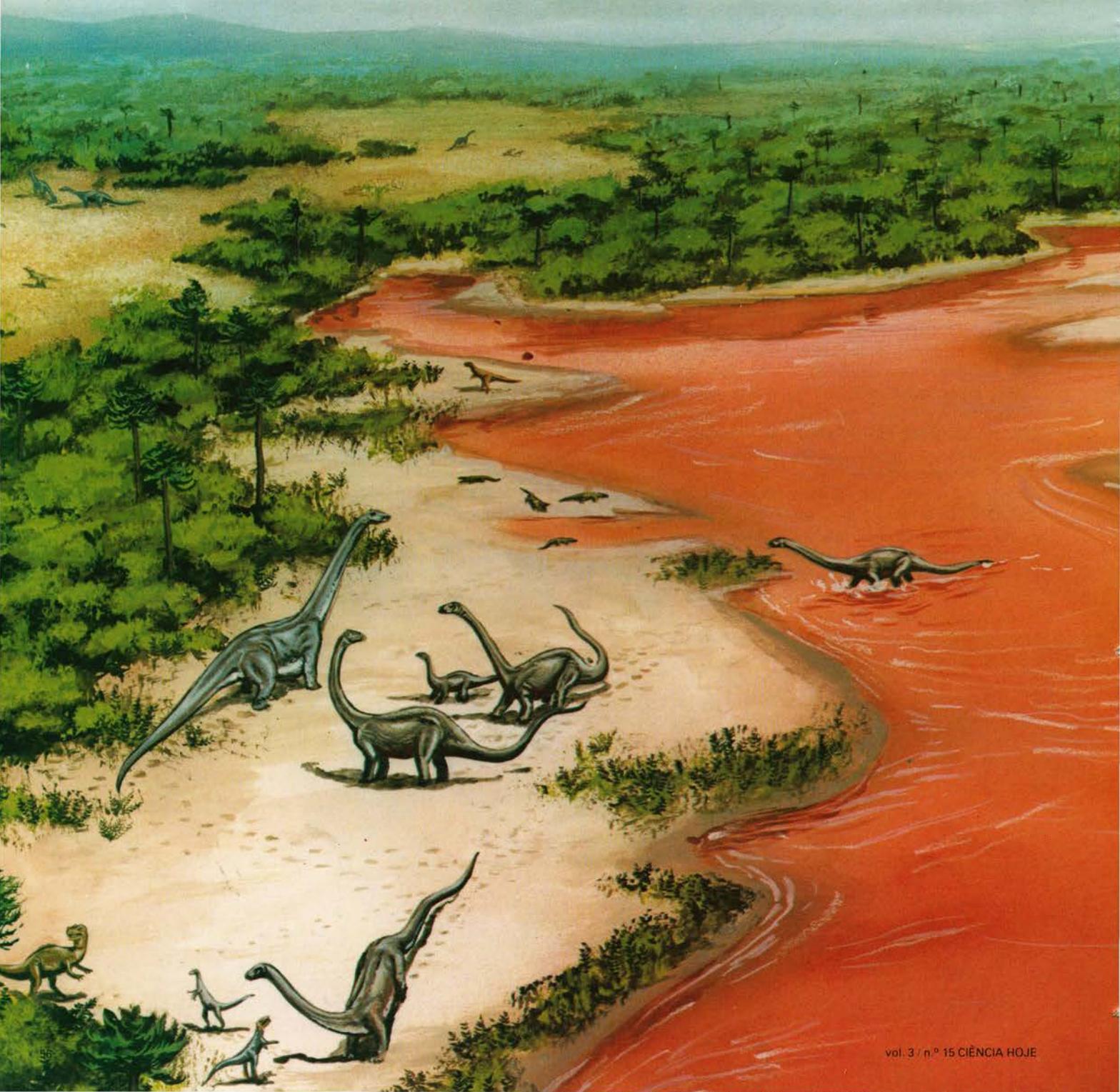
desenho Vilma Gomez, baseado em G. Leonardi

**N**osso conhecimento sobre a região Nordeste também evoluiu bastante ao longo deste trabalho. Hoje podemos afirmar que, há 130 milhões de anos, no período Cretáceo inferior, ela era coberta por uma ampla bacia fluvial, percorrida por um grande rio que drenava, com seus afluentes, todas as águas da região e as conduzia para o sul, em direção à atual foz do rio São Francisco. O clima dominante era, provavelmente, semi-árido, com estações alternadas de seca e de chuva. Durante estas últimas, formavam-se amplas concentrações de água, em cujo fundo os rios depositavam grande quantidade de areia fina, ou lodo avermelhado. As mar-

gens dos rios eram ocupadas por extensas florestas xerofíticas, constituídas principalmente por coníferas de porte baixo, sob as quais floresciam tapetes de samambaias. A vida animal fervilhava: os dinossauros dominavam completamente o ambiente, com dezenas de espécies diferentes e milhões de indivíduos. Aqui, podia ser vista uma manada de saurópodos tomando banho numa lagoa; ali, passava correndo uma matilha de carnossauros, bípedes e ágeis; noutro lugar, pastavam placidamente iguanodontes e outros ornitíscios. Na região que hoje ocupa o oeste da Paraíba e a área fronteira do Ceará, linhas tectônicas paralelas, dispostas nas direções les-

te-oeste ou nordeste-sudoeste, estavam permitindo movimentos distensivos da crosta terrestre, conexos com a separação dos continentes africano e sul-americano. Fossas tectônicas se abriam, permitindo o depósito de quantidades cada vez mais espessas de sedimentos nestas faixas de fraqueza estrutural e formando bolsões que podiam atingir milhares de metros de profundidade.

Com o tempo, a erosão aplainou o Nordeste, delineando o perfil dos maciços e das cinturas cristalinas de idade pré-cambriana, e arrasando os sedimentos aluviais e lacustres da cobertura cretácea. Sobravam, porém, os bolsões profundamente enterrados entre os pilares



crystalinos, onde os sedimentos cretáceos continuavam presentes, como alternância de siltitos escuros e lamitos roxos ou avermelhados. Estes bolsões constituem hoje, de leste a oeste, a bacia do rio do Peixe, dividida nas sub-bacias de Pombal, Sousa e Brejo das Freiras, na Paraíba; Icó, Lima Campos, Palestina, Iguatu e outras, no Ceará. Como o ambiente e o clima antigos da região não eram favoráveis à conservação de ossadas, até há pouco tempo estas áreas eram consideradas completamente estéreis do ponto de vista do estudo dos vertebrados pré-históricos, e as pegadas fósseis encontradas por Luciano Jacques de Moraes eram tidas como exceção.

**C**omecei em 1975 a exploração da bacia do rio do Peixe, no sertão paraibano, e, a partir de então, não deixei de fazer a cada ano uma ou duas expedições, descobrindo, em uma vasta área, inúmeras pistas fósseis, quase todas de dinossauros, algumas das quais estão colocadas entre as mais bonitas do mundo.

Na localidade de Piau, por exemplo, perto de Sousa, existe um afloramento de quase dois quilômetros no leito rochoso do rio do Peixe que abrange camadas sucessivas de 62 metros de espessura total. Encontram-se aí pelo menos 24 níveis com rastros de dinossauros que viveram no local em diferentes

períodos do Cretáceo inferior. Ao todo, reconhecemos pistas de 194 animais diferentes, em sua maioria dinossauros bípedes e carnívoros da subordem dos terópodos. Os carnossauros de tamanho médio/grande são mais numerosos, havendo poucos celurosaauros de tamanho pequeno/médio. Um interessante par de rastros representa a parada de um animal que pode ser um antepassado do tiranossauro, e um campo de pegadas mostra sinais de pequenos e médios dinossauros carnívoros. Há ainda sete pistas de prováveis saurópodos, em diferentes níveis do terreno.

As pegadas de dinossauros bípedes e herbívoros são raras, mas muito interes-



santes; algumas lembram iguanodontes, outras hadrossauros. No entanto, há uma clara predominância dos carnívoros em quase todos os níveis, configurando uma razão caçadores/caça muito mais alta do que a prevista pela lei da "pirâmide das biomassas": não há, com efeito, registros de herbívoros em quantidade suficiente para garantir a alimentação de tantos caçadores, mas este não chega a ser um fenômeno incomum na icnologia, decorrendo provavelmente do fato de os carnívoros serem animais mais ativos, que precisam fazer explorações mais amplas no terreno em que ha-

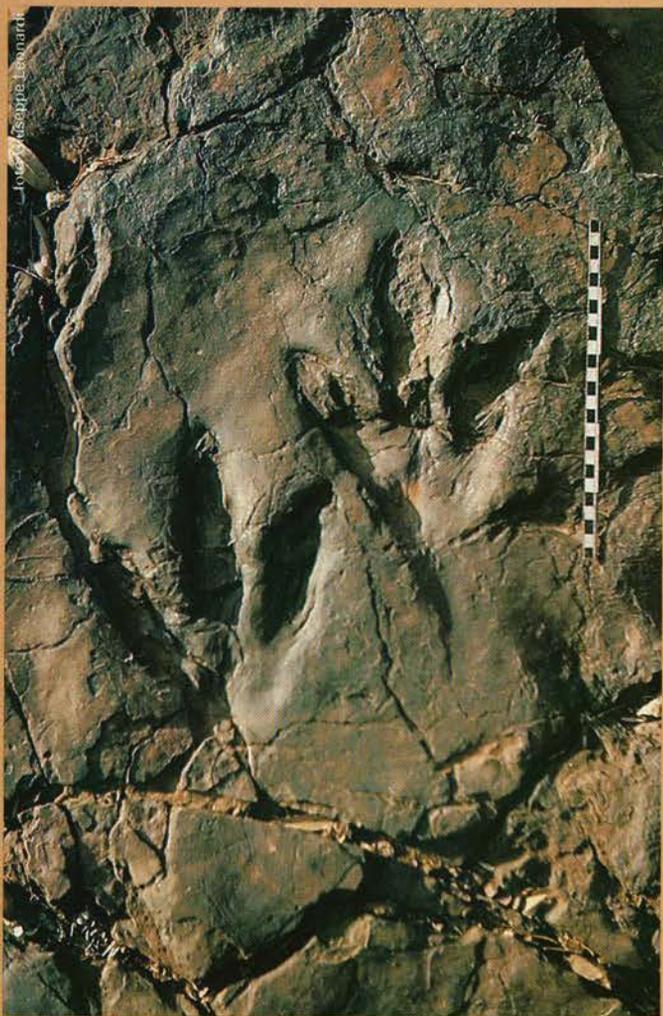
bitam, deixando, portanto, pegadas mais numerosas do que os herbívoros, que avançam pouco durante um mesmo dia e raramente mudam de pasto.

O estudo do comportamento dos animais fósseis do Piauí é muito interessante. Pelas pistas podemos concluir que, com exceção dos saurópodos lembrados acima, os dinossauros andavam sozinhos, sem nenhuma forma de organização grupal. A maioria das pegadas procede ao longo de um eixo nordeste-sudoeste (provavelmente por causa da direção dos vales, rios e lagos) e segue paralela à direção das cristas das marcas

ondulares gravadas no sedimento pelas oscilações da água, o que significa que os animais caminhavam o mais das vezes paralelamente à linha de praia.

A relativa raridade de pegadas de dinossauros jovens indica a existência de uma enorme percentagem (cerca de 90%) de adultos nestas populações, provavelmente relacionada à elevada mortalidade infantil (existente ainda hoje nos grupos de répteis) e ao fato de que, adultos, os dinossauros tornavam-se quase indestrutíveis, pela estatura, pelas couraças e por outras defesas, alcançando idades muito avançadas.

## NA PISTA DOS DINOSSAUROS



Ao contrário do que se pensa, a busca de pegadas fósseis de vertebrados pré-históricas não é excessivamente difícil, exigindo, de início, apenas um eficiente sistema de exclusão que nos afaste das áreas de ocorrência improvável. Podem-se deixar de lado todos os terrenos antigos demais, do Pré-Cambriano ao Devoniano médio, e, no caso da busca a pegadas de dinossauros, podem-se desprezar também os terrenos formados até o Triássico médio ou depois do Cretáceo. O mesmo ocorre com as áreas de formação muito recente, pois, em geral, os sedimentos terciários e quaternários no Brasil não são bem consolidados e/ou não apresentam boas superfícies de camada. Por motivos óbvios, também são estéreis os terrenos originados em águas profundas, os derrames de lavas e as rochas plutônicas.

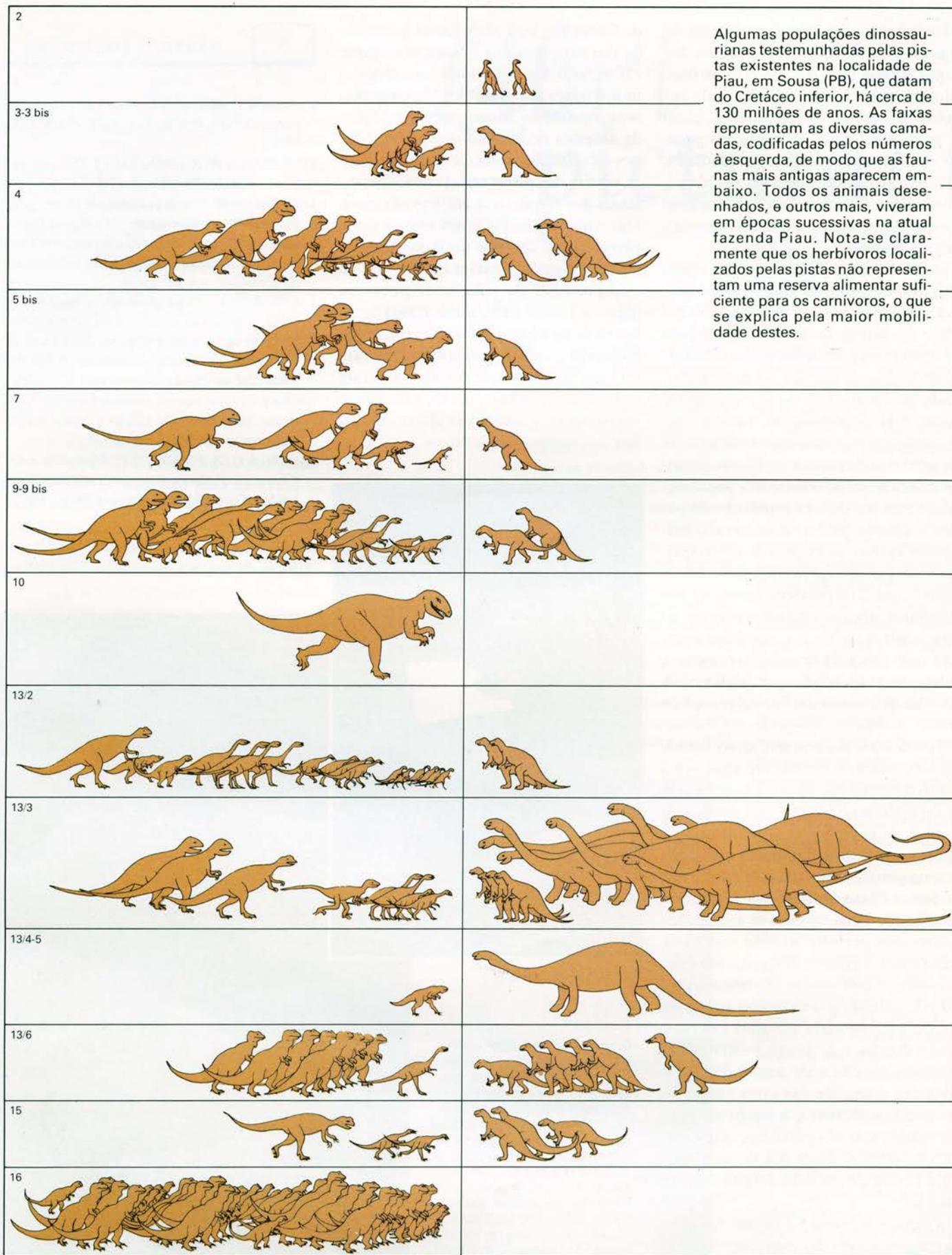
Realizado este processo de exclusão com a ajuda de um mapa geológico, pode-se começar a pesquisa de campo, visitando sistematicamente todas as bacias sedimentares e dedicando especial atenção aos afloramentos que apresentem amplas exposições de superfícies de camada, principalmente lajedos nos leitos dos rios, pavimentos rochosos nas encostas, depósitos naturais de lajes nos entulhos situados na base de paredes rochosas, aterros de rodovias e linhas férreas, pedreiras e minas. Os melhores materiais de trabalho são as alternâncias de arenitos e lami-

tos, em ambiente fluvial ou deltaico; as alternâncias de siltitos e lamitos, em ambiente lacustre; os arenitos, inclusive os calcáreos (calcarenítos), em ambiente de praia marinha e de plataforma; e, às vezes, arenitos eólicos.

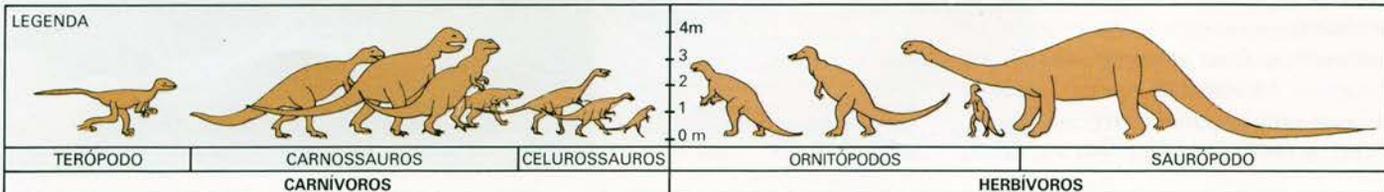
Nos jazigos de lajes soltas, cada uma delas deve ser levantada e orientada de forma que o sol incida com um ângulo agudo (luz rasante), para que se consiga perceber as pegadas eventuais através de um jogo de luz e sombras. Quando elas se encontram em pavimentos rochosos ou nas calçadas das cidades, é preciso realizar a busca nas primeiras horas da manhã ou ao cair da tarde, ocasiões em que o sol está baixo. Nos dias nublados ou chuvosos, até os especialistas trabalham mal, apesar do sexto sentido que desenvolvem com a prática e que os torna capazes de "farejar" as pegadas como verdadeiros cães de caça.

Muitas bacias brasileiras se apresentam como um mundo virgem e aberto aos paleontólogos, havendo a possibilidade de boa caça para todos. Mas, cuidado. Existe entre nós uma legislação que só permite este tipo de exploração aos pesquisadores vinculados a instituições autorizadas ou às pessoas físicas dotadas de licença especial do presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ou do Departamento Nacional de Produção Mineral. É bom lembrar também que o comércio de fósseis é ilegal.

Em setembro de 1983, uma equipe do Centro Studi Ricerche Ligabue, de Veneza (Itália), fotografou em uma rocha pertencente à formação Sousa, do Cretáceo inferior, estas duas pegadas, gravadas no terreno quando um dinossauro terópodo, bípede e carnívoro, estacou sobre os dois pés. As pegadas, raríssimas e consideradas entre as mais importantes já encontradas, continuavam no local em maio deste ano, mas em outubro a ação predatória de desconhecidos havia provocado seu desaparecimento. Assim, em curto espaço de tempo, o homem destruiu rastros que a natureza preservou durante milhões de anos, o que demonstra a urgência das medidas voltadas para a proteção dessas obras-primas, essenciais ao estudo da evolução da vida no planeta.



Algumas populações dinossaurianas testemunhadas pelas pistas existentes na localidade de Piau, em Sousa (PB), que datam do Cretáceo inferior, há cerca de 130 milhões de anos. As faixas representam as diversas camadas, codificadas pelos números à esquerda, de modo que as faunas mais antigas aparecem embaixo. Todos os animais desenhados, e outros mais, viveram em épocas sucessivas na atual fazenda Piau. Nota-se claramente que os herbívoros localizados pelas pistas não representam uma reserva alimentar suficiente para os carnívoros, o que se explica pela maior mobilidade destes.



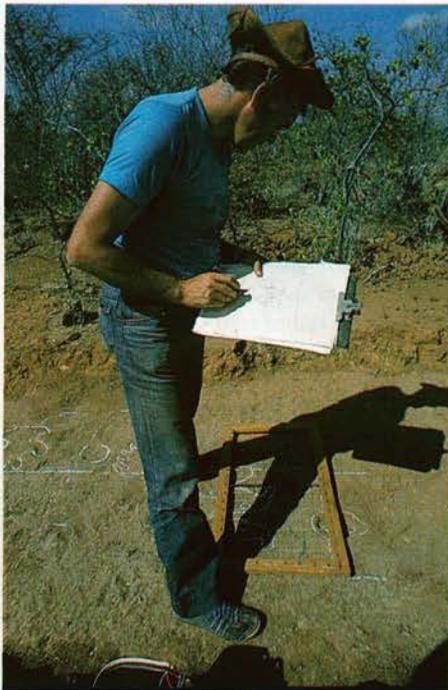
Finalmente, é notável a ausência de pegadas de outros grupos animais, havendo apenas uma pista, talvez atribuível a um crocodilo, que não pode ser classificada entre os dinossauros, além de uma quantidade de pequenas pegadas de misteriosos répteis nadadores. Não há rastros de pássaros ou mamíferos, o que indica o vasto predomínio dos dinossauros sobre a Terra naqueles tempos remotos.

Também perto de Sousa existe outro conjunto de pistas de dinossauros, gravado em uma área de 190 x 140 metros sobre um lajedo de arenito amarelado pertencente à formação Antenor Navarro, do Cretáceo inferior. O material, situado na localidade de Serrote do Pimenta, é de origem aluvial, o que nos leva a imaginar os dinossauros andando às margens dos rios ou sobre barras arenosas. A área abrange seis ou sete pistas impressionantes de um quadrúpede pesado e grande, provavelmente um saurópodo, numerosas pistas de ótima qualidade de carnossauros (bípedes e carnívoros) com interessantes variações nas andaduras: alguns répteis andavam ao passo, outros corriam, e um deles avançava com passadas de até cinco metros, todos em velocidade que poderemos calcular por meio de fórmulas específicas.

A pista mais interessante desta formação — e única no mundo até aqui — é a de um quadrúpede de seis a sete metros de comprimento, cujos pés dianteiros eram pequenos e arredondados, e os pés traseiros, muito grandes, providos de uma grande almofada e de três dedos em forma de cascos elípticos. Uma comparação das pegadas com os esqueletos conhecidos permite atribuir essa pista, com razoável grau de certeza, a um estegossauro, o dinossauro herbívoro, provido de grandes placas ósseas triangulares ou pentagonais situadas em duas cristas dorsais, e de grandes espinhos na extremidade da cauda, armas de defesa e ataque. Experiências com maquetes em escala reduzida e o conhecimento que temos sobre o peso específico médio dos répteis atuais nos levam a atribuir cerca de duas toneladas a este animal.

A região de Sousa a Antenor Navarro, na Paraíba, é uma das mais interessantes do mundo — talvez mesmo a mais interessante — no campo das pegadas de dinossauros. Uma ampla comissão que congrega 13 entidades federais, estaduais e municipais (entre as quais o CNPq, o DNPM e a Empresa Paraíba

de Turismo) está planejando a criação de um parque nacional para proteger e valorizar o local. O nome escolhido é muito sugestivo: Vale dos Dinossauros. Será o primeiro parque paleontológico da América do Sul. Em quatro localidades escolhidas à volta da cidade de Sousa, no fim das pistas serão colocadas estátuas dos respectivos autores em tamanho natural. Painéis e um museu completarão um quadro do passado, que mostra espécies extintas mas fala da continuidade da vida neste pequeno planeta. Diante dela, some nosso orgulho: sob os nossos pés, na terra, estão inúmeras criaturas que nos precederam e, como nós, andaram, lutaram, viveram e desapareceram. “Toda criatura é como herva, e toda a sua glória como a flor dos campos” (Isa 40,6).



O autor (acima) mapeando a fabulosa pista *Caririchnium magnificum* (ao lado), gravada por um estegossauro, dinossauro herbívoro e quadrúpede com as costas providas de placas e espinhos. A trincheira, escavada entre 1979 e 1983, fica no pavimento rochoso de Serrote do Pimenta, em Sousa, pertencente à formação Antenor Navarro, do Cretáceo inferior. O mapeamento é feito por meio de uma grade desmontável, na qual barbantes esticados formam quadros de cinco centímetros de lado, que servem para transferir para o papel milimetrado as pegadas, destacadas com giz.

Fotos G. Leonardi e Centro Studi Ricerche Ligabue



- CAMARGO MENDES, J. *Introdução à paleontologia*. São Paulo, Cia. Edit. Nacional, 1965.
- HALSTEAD, L.B. & HALSTEAD, J. *Dinosaurs*. Poole, Dorset, Blandford, 1981.
- LEONARDI, G. “Nota preliminar sobre seis pistas de dinossauros *ornithischia* da bacia do rio do Peixe (Cretáceo inferior) em Sousa, Paraíba, Brasil.” *Anais da Acad. Brasil. de Ciências*, vol. 51, 1979.
- LEONARDI, G. “Um glossário comparado (sete línguas) da icnologia de vertebrados em português e uma história desta ciência no Brasil.” *Cadernos Universitários da Univ. Est. de Ponta Grossa*, vol. 17, 1979.
- MORAES, L.J. de. *Serras e montanhas do Nordeste*, Inspetoria de Obras Contra Secas. Publ. série I.D. 58, 2 vol., 1924.
- SMITH, A.G. & BRIDEN, J.C. *Mesozoic and Cenozoic Paleogeographic Maps*. Cambridge, Cambridge University Press, 1977.

Edição de texto: César Queiroz Benjamin





## Júnior tem saúde para crescer.

O I-7000 Júnior é o melhor começo, o melhor meio e o melhor fim. Para começar, Júnior é um micro versátil, prático, fácil de usar. Ideal para empresas e profissionais que estão ingressando na informática. Como meio, Júnior é um micro prodígio, um micro avançado, compatível com toda a família I-7000 da Itautec com CP/M. Um micro com recursos que estimulam a expansão, dinamizam o trabalho e acompanham o desenvolvimento do usuário. Enfim, Júnior é o micro definitivo. Porque é o único na sua faixa que evolui

para equipamentos de maior porte da própria Itautec, de acordo com suas necessidades de uso. Tudo isso com a garantia de assistência da Itautec. Uma empresa que se comprometeu, desde o início, com a contínua evolução da informática nacional. Escolha I-7000 Júnior. O micro que cresce e faz crescer.

## Itautec



**São Paulo:** ADP Systems - tel. 227-4433; Centurion - tel. 240-4749; Computique - tel. 231-3922; Compucenter - tel. 255-5988; Cyberdata - tel. 853-5740; Compushop - tels. 815-0099/852-7700; Disbrase - tel. 257-9866; Enter - tel. 533-9722; Iodata - tel. 549-8699; MCS - tel. 571-7469; Mercatel - tel. 259-5166; Optec - tel. 255-7499; Schema - tel. 259-0311; Sidapis - tel. 570-0676; Tekodata - tel. 62-7243; Servimec - tel. 222-1511. **Campinas:** APV - tel. 51-9470; Computique - tel. 32-6322; STR - tel. 2-4483. **Franca:** Especo - tel. 723-5000. **Ribeirão Preto:** Especo - tel. 625-9100. **Rio Claro:** Dutra - tel. 34-8922. **S. José dos Campos:** Log - tel. 22-7311. **S. José do Rio Preto:** Especo - tel. 32-9646. **Rio de Janeiro:** Microshow - tel. 264-5797; Centurion - tel. 208-5398; Computique - tel. 267-1093; Disbrase - tel. 224-4379. **Belo Horizonte:** Compucity - tel. 226-6336; Engenpel - tel. 467-4500. **Poços de Caldas:** Computique - tel. 721-5810. **Uberaba:** Especo - tel. 332-8801. **Brasília:** Urbansoft - tel. 225-4848. **Fortaleza:** Informática - tel. 224-3923. **Recife:** IT - tel. 231-1308. **Salvador:** Lógica - tel. 235-4184. **Curitiba:** Computique - tel. 243-1731; CSL - tel. 242-1999; Comicro - tel. 224-5616. **Londrina:** Comicro - tel. 23-0065; Compushop - tel. 23-7110. **Brusque:** Renaux - tel. 22-8292. **Joinville:** Comicro - tel. 32-7520; Unicen - tel. 22-2066. **Porto Alegre:** Compumídia - tel. 22-5288; Proa - tel. 22-5459.

# A ENERGIA DO

# GÁS

Responsável por quase 30% da energia consumida na Terra, o *gás natural* se situa, hoje em dia, entre as três maiores fontes de energia primária, superado apenas pelo petróleo e pelo carvão.

No Brasil, assim como em todo o mundo, as primeiras descobertas de gás vieram na esteira das descobertas de petróleo, como decorrência de um mesmo processo exploratório. Nos últimos dez anos, em consequência do incremento à prospecção, o país conseguiu triplicar suas reservas de gás natural, que no entanto são ainda modestas, quando comparadas com as de outros países mais privilegiados.

A utilização de gás como fonte alternativa de energia deve ser vista, sobretudo, como fator preponderante na economia de divisas. Principalmente para os países que, embora dependendo das importações de petróleo, possuem um potencial energético natural ainda não de todo explorado.

**Luiz Carlos Toffoli**  
**Dácio Figueiredo de Alencar**  
**Márcio Rocha Mello**

Técnicos da Petrobrás

O petróleo é conhecido pelo homem desde a Antiguidade. Naquele tempo, foi muito utilizado como combustível para tochas ou, misturado com argila, para fazer argamassa (Nabucodonosor, rei da Caldéia, no século V a.C., usou o betume como material de liga para construir os famosos jardins suspensos da Babilônia).

Ninguém poderia imaginar, no entanto, que, a partir da Revolução Industrial (século XIX), o petróleo passasse a ser tão largamente empregado. A tal ponto que, se hoje suas fontes se esgotassem, a Terra correria o risco de ficar virtualmente imobilizada.

As jazidas de petróleo estão localizadas principalmente em rochas sedimentares, a poucas centenas de metros do solo ou a mais de cinco mil metros de profundidade. Todavia, uma jazida só se configura quando estão associados pelo menos três fatores essenciais: potencial gerador (capacidade das rochas em gerar petróleo — função do teor e qualidade da matéria orgânica nelas contida e de sua evolução térmica), trapa (armadilha adequada) e reservatórios (rochas com porosidade e permeabilidade eficientes, que acumulam o petróleo permitindo a sua extração através de poços (ver a figura 1).

Constituído, basicamente, por uma mistura de compostos orgânicos formados pela combinação de moléculas de carbono e hidrogênio (os hidrocarbonetos), o petróleo pode ser encontrado nos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Nas condições de temperatura e pressão de superfície, os hidrocarbonetos gasosos também são conhecidos pelo nome de *gás natural*.

Dentre os hidrocarbonetos gasosos (ou leves, porque apresentam baixo peso molecular), o metano ( $\text{CH}_4$ ) é o composto mais abundante. Seguem-se proporções variadas de etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), pentano ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), hexano ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) e mais uma dezena de outros componentes misturados com gases não-hidrocarbonetos (como o gás carbônico —  $\text{CO}_2$ , nitrogênio —  $\text{N}_2$  e o gás sulfídrico —  $\text{H}_2\text{S}$ ).

O gás natural armazenado em subsuperfície pode estar associado ou não ao petróleo. Chama-se *gás associado* aquele que ocorre em jazida produtora de petróleo — neste caso, o gás fornece a energia que movimenta o petróleo líquido através dos espaços porosos ou fraturas das rochas-reservatórios até os poços, fazendo-o chegar à superfície. Já

o gás não-associado ocorre em jazidas produtoras exclusivamente de gás (ver a figura 2).

O gás natural pode ter várias origens. As que mais se destacam são: a degradação termoquímica e a degradação bacteriana da matéria orgânica (restos de animais e vegetais depositados no fundo de mares e lagos do passado), a maturação de leitos de carvão e as rochas ígneas (formadas por resfriamento e solidificação de magmas) e metamórficas (originadas de rochas pré-existent, por transformações mineralógicas, químicas e estruturais, essencialmente no estado sólido, em resposta a marcantes mudanças na temperatura e pressão, e a movimentos da crosta terrestre).

Assim como o petróleo líquido, o gás natural é produzido normalmente pela *maturação térmica da matéria orgânica* contida nas rochas geradoras. A geração de gás ou óleo vai depender do tipo de matéria orgânica predominante e da história térmica da bacia (as rochas geradoras são soterradas continuamente pela deposição de novos sedimentos, o que as submete a um aumento constante de calor e pressão, provocando a formação dos hidrocarbonetos). A quantidade e a composição dos hidrocarbonetos geradores modificam-se gradativamente em função da

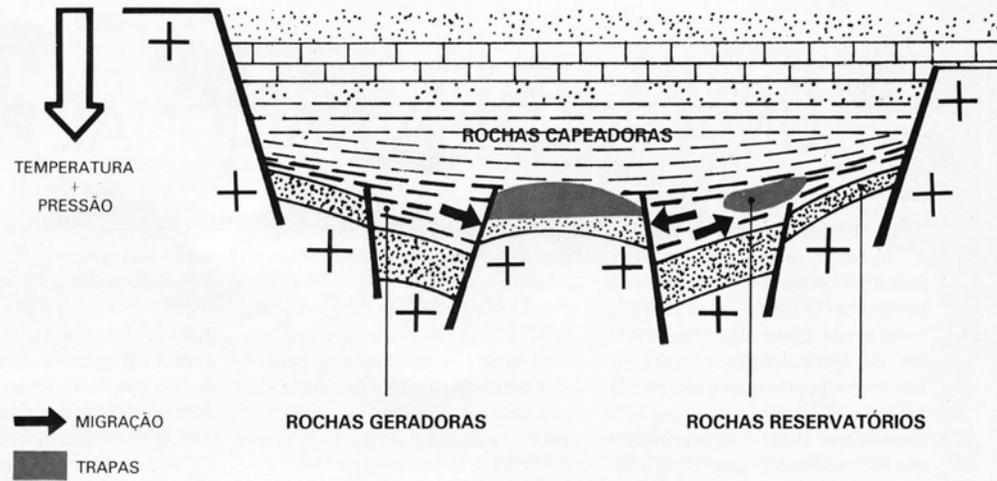


Fig. 1. Condições necessárias para a acumulação de petróleo numa bacia sedimentar.

elevação da temperatura. Quando os sedimentos são recém-depositados e encontram-se sob baixas temperaturas, a atividade microbiana é o principal agente na degradação da matéria orgânica. Este processo dá origem ao gás biogênico (ver a figura 3).

A fase de formação de hidrocarbonetos líquidos começa quando a matéria orgânica — principalmente a originária de algas — é submetida a condições térmicas adequadas (paleotemperaturas entre 60° e 80°C). Com o aumento progressivo da temperatura (até a faixa de 130° a 150°C), a matéria orgânica remanescente e os hidrocarbonetos já forma-

dos, convertem-se em metano termogênico.

A fermentação ou *degradação bacteriana da matéria orgânica* depositada com os sedimentos e processada em condições anaeróbicas, produz o gás biogênico — formado principalmente por metano, hidrogênio e gás carbônico.

A *maturação de leitos de carvão* produz gases de baixo peso molecular. Após a acumulação de detritos de plantas superiores (que posteriormente se transformarão em carvão), iniciam-se os processos bioquímicos e, mais tarde (depois de soterrados os restos de vege-

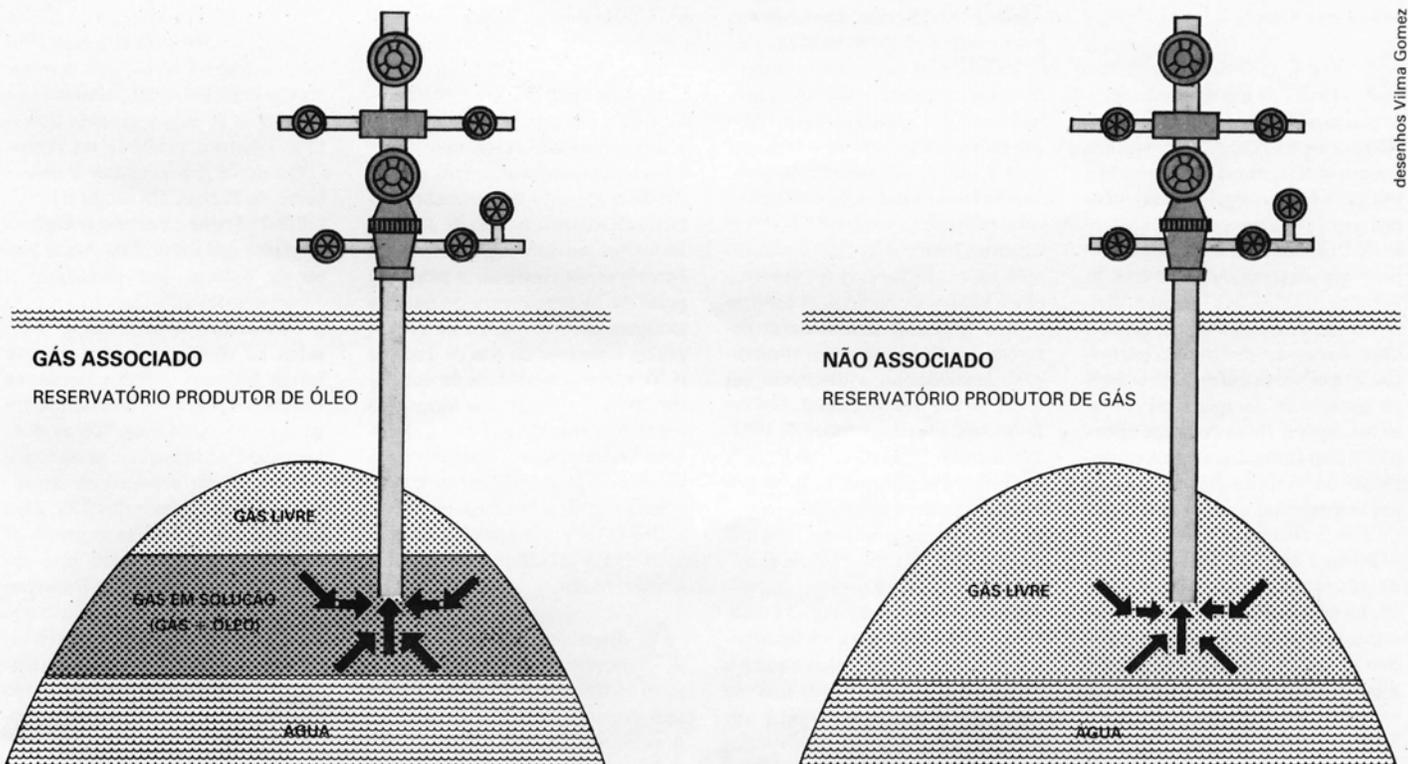


Fig. 2. O gás natural em subsuperfície.

desenhos Vilma Gomez

# UMA POLÍTICA NACIONAL PARA O GÁS?

A história costuma se repetir. Assim como há trinta anos todo o país se mobilizou em torno da campanha "O petróleo é nosso", toma corpo agora algo semelhante em relação a outro produto: já existem os que proclamam o slogan "O gás natural é nosso". As crescentes descobertas deste hidrocarboneto nos últimos anos despertaram o interesse de empresas estatais e privadas nacionais e estrangeiras, principalmente no que se refere ao seu *filet mignon*: a distribuição e a comercialização.

No entanto, não existe uma política nacional que defina claramente as linhas a seguir no efetivo aproveitamento do gás natural. A legislação sobre o assunto, além de confusa, é toda fundamentada em conceitos do tempo em que o gás era obtido por destilação do carvão. Enquanto as regras do jogo mostram-se imprecisas, aparecem aqueles que questionam até o monopólio estatal. O Banco Mundial foi um desses, embora tenha reconhecido a importância do potencial gaseífero brasileiro. Por outro lado, empresas estrangeiras distribuidoras de derivados do petróleo no país querem participar de sua distribuição, em disputa com empresas ligadas aos governos de São Paulo e do Rio de Janeiro. Estas, por sua vez, disputam com a Petrobrás o mercado.

Cerca de 65% das reservas nacionais de gás natural e 85% de sua produção no país estão associadas ao petróleo. Até bem pouco tempo, o gás natural era relegado a um papel secundário, reinjetado nos poços para a extração do petróleo ou mesmo queimado nas próprias plataformas. Ao contrário, os Estados Unidos e a Europa atribuem elevada importância ao produto, emprestando-lhe uma participação que varia entre 20% a 30% na geração da energia total consumida. Apesar de as reservas nacionais terem aumentado significativamente nos últimos cinco anos, sua participação no quadro energético do país é de apenas 0,4%.

Do total de 13,3 bilhões de m<sup>3</sup>/dia de gás natural produzidos no Brasil, há perdas de cerca de 30% causadas pelo próprio processo produtivo ou pela falta de mercado próximo às jazidas. Mas o Nordeste — especialmente Alagoas, Sergipe e Bahia — alcançou um índice de aproveitamento superior a 90%. Na região Sudeste, a Petrobrás espera que até 1986 seja atingido um

aproveitamento de 95% do gás produzido na bacia de Campos, com a conclusão, ainda este ano, dos sistemas de produção fixa e dos sistemas de oleodutos e cabos submarinos. A tendência é aumentar, nos próximos dois anos, a oferta comercial de gás natural provindo de Campos em cerca de 4,5 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Aliás são projetados inúmeros gasodutos pelo Brasil, como o "Nordestão", que irá do campo de Ubarana, no Rio Grande do Norte, até Pernambuco. O objetivo é alcançar, em termos nacionais, um índice de aproveitamento próximo a 95%.

Ou seja, delinea-se uma importância cada vez maior para o gás natural no quadro energético brasileiro, provenha ele de jazidas já produtivas — como em Campos — ou daquelas ainda por avaliar, como as do Alto Juruá, no Amazonas. Entidades como a Associação Brasileira do Gás chegaram mesmo a defender a criação de um Conselho Nacional do Gás. Por sua vez, o ministro das Minas e Energia, César Cals, propôs a formação de uma *holding* para executar, em âmbito nacional, a política de distribuição do produto. A idéia ainda não foi concretizada.

As jazidas de Juruá, por exemplo, despertaram o interesse estrangeiro. Foram confirmadas reservas da ordem de 10 bilhões de m<sup>3</sup> de gás, mas este número poderá se elevar, segundo estimativas preliminares dos geólogos, para 120 a 200 bilhões de m<sup>3</sup>. Quase o triplo de todo o gás já descoberto no país. Surgiu então a polêmica idéia de se construir um gasoduto de 3000km ligando Juruá à região Sudeste, num custo que varia entre quatro e cinco bilhões de dólares. O próprio Banco Mundial demonstrou interesse em financiar a sua construção, aumentando a discussão em torno do monopólio estatal. Em relatório datado de setembro de 1983, sob o título "Brazil oil and gas", atribui grande importância ao potencial gaseífero brasileiro e questiona os dispositivos da lei 2004 que institui o monopólio "sobre hidrocarbonetos de qualquer natureza". Segundo o relatório, é dado à Petrobrás o monopólio para várias atividades ligadas ao petróleo e para a importação de gases raros (que na época eram importados para fins industriais). O Banco Mundial acrescenta ao pé da página: "A Petrobrás interpretou essa autoridade como extensiva ao gás natural, mas

não há menção específica ao assunto na legislação."

Por outro lado, a Companhia Estadual de Gás do Rio de Janeiro (CEG) disputou até recentemente com a Petrobrás o direito a distribuir o gás de Campos a várias indústrias instaladas no estado. Acabou ficando acertado que os grandes consumidores industriais — antigos clientes do óleo combustível — seriam servidos pela empresa estatal. Na verdade, por trás da discussão estava a dúvida sobre a fronteira entre "transporte" e "distribuição" no texto da lei que estabeleceu o monopólio estatal de hidrocarbonetos, pois o transporte é assegurado à Petrobrás.

As empresas distribuidoras de derivados de petróleo já apresentaram ao governo um estudo inicial manifestando interesse em participar da distribuição, principalmente para as atividades industrial e automotiva. O fato gera temores de que a penetração das empresas estrangeiras neste setor abra brechas no monopólio de hidrocarbonetos.

O atual presidente da Petrobrás, almirante Thelmo Dutra de Rezende, não participa desses temores. Ele afirma: "Vamos fornecer o gás como o fazemos com o petróleo. Nessa briga com a distribuição não entraremos." Ou seja, a empresa transportaria o gás até determinado ponto e, a partir daí, as distribuidoras se encarregariam do resto.

Thelmo Dutra de Rezende acredita que futuramente o gás será utilizado em larga escala em automóveis, a exemplo de outros países. Ainda neste mês de novembro estarão circulando no Rio de Janeiro 16 ônibus movidos a gás natural: a Petrobrás vai construir o primeiro posto de abastecimento do país na garagem da Companhia de Transportes Coletivos do Rio de Janeiro (CTC), com capacidade de abastecer 200 veículos em seis horas. No entanto o uso de gás natural em veículos automotores está sujeito à obediência de prioridades estabelecidas pelo Conselho Nacional de Petróleo (CNP) e explicadas na matéria de L.C. Toffoli, D.F. Alencar e M.R. Mello.

A disputa pela utilização do gás também envolve uma polêmica entre os estados. São Paulo, por exemplo, luta para conseguir uma fatia do gás de Campos e outra da produção de Juruá, no Alto Amazonas.

Quanto ao gás de Campos, tanto

a Petrobrás quanto a CEG argumentam que sua produção — cerca de 4,5 milhões de m<sup>3</sup>/dia comercializáveis em 1986 — será suficiente para atender somente a demanda do Rio de Janeiro e, portanto, não sobrá gás para São Paulo. Já a Companhia Estadual de Gás de São Paulo (Comgás) rebate dizendo que as indústrias do Rio de Janeiro não conseguirão substituir totalmente o consumo de óleo combustível por gás natural. Conforme estudos da Comgás, se poderia enviar até 2 milhões de m<sup>3</sup>/dia do gás de Campos para São Paulo através de um gasoduto de Volta Redonda (RJ) a Guarulhos (SP) estimado em 60 milhões de dólares, o que em dois anos substituiria 2 milhões de toneladas por mês de nafta de petróleo, com uma economia da ordem de 50 milhões de dólares por ano.

Com relação ao gás de Juruá, a Comgás já realizou estudos também para o seu aproveitamento. Mas a Petrobrás se mostra cautelosa. Segundo a empresa estatal, o gás natural exige uma utilização prioritariamente regional. Somente após esgotadas as possibilidades de demanda na região se justificaria o seu aproveitamento por outro centro consumidor, devido aos elevados custos de transporte.

Surgiram, no entanto, esperanças mais concretas para São Paulo após a recente descoberta de gás na bacia de Santos pela empresa Pecten, do grupo Dutch-Shell, com reservas calculadas inicialmente em 10 bilhões de m<sup>3</sup>. A própria Petrobrás resolveu perfurar na região cerca de 25 km próxima à descoberta da Pecten. Há ainda a possibilidade de que a Petrobrás venha a importar gás natural da Argentina ou da Bolívia, por gasodutos a serem construídos.

Uma coisa é certa: toda essa polêmica só será resolvida quando forem traçados definitivamente os rumos da política nacional para o gás natural, pois tendem a aumentar significativamente a produção e o consumo do produto no Brasil. Segundo o presidente da CEG, Rivo Gianini, o país precisa se preparar para a "era do gás", pois já se encontra atrasado cerca de 50 anos no assunto. Por outro lado, é certo que a definição desta política — reivindicada por todos — exige estudos muito cuidadosos, a fim de que não se tomem decisões erradas e prejudiciais à nação.

Ramona Ordoñez

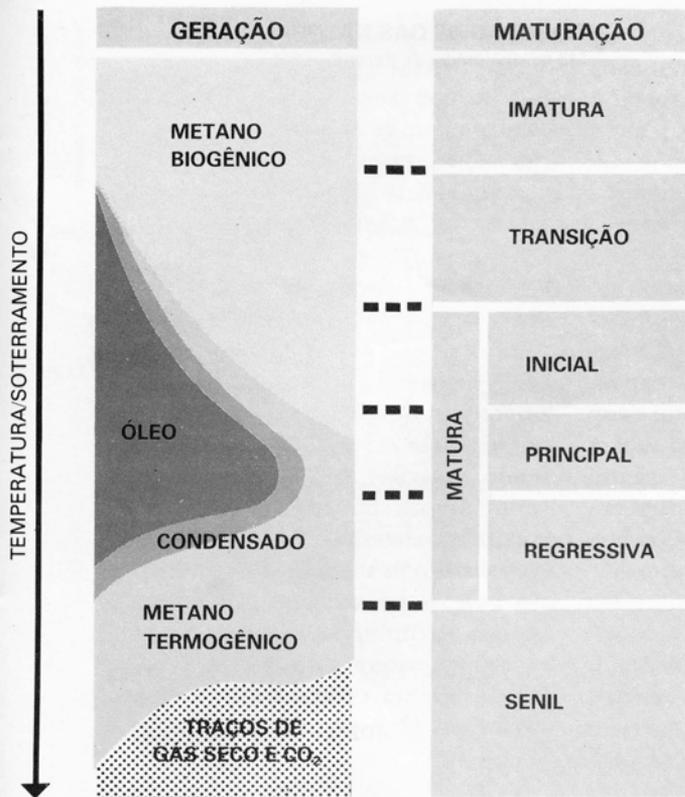


Fig. 3. Campos de existência e estágios de maturação do petróleo.

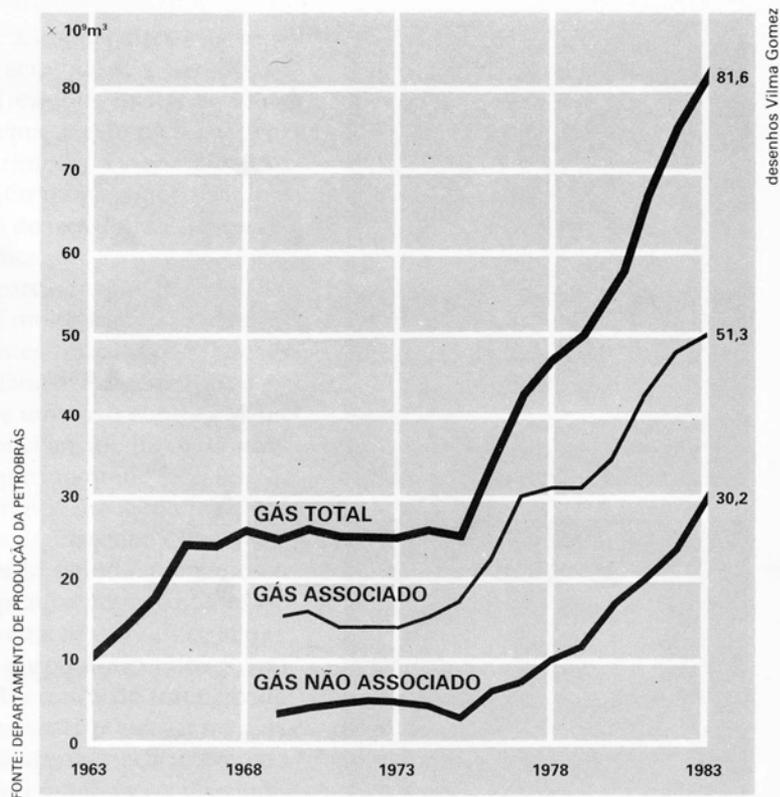


Fig. 4. Evolução das reservas de gás natural no Brasil.

tais), os processos geoquímicos. Com a continuação do soterramento, estes processos culminam com a carbonização, quando são gerados os gases metano e dióxido de carbono.

O gás nitrogênio, quando em subsuperfície, origina-se de *rochas ígneas e metamórficas* (e, mais raramente, da decomposição de compostos nítricos). Nestas rochas, verificou-se, também, a presença ocasional de metano e outros hidrocarbonetos, considerados como resultantes de sínteses inorgânicas ocorridas durante o resfriamento dos corpos intrusivos. Já o gás nobre hélio é proveniente da desintegração de elementos radioativos, tais como urânio, rádio e tório.

O petróleo, assim como os demais recursos minerais, acha-se distribuído de forma muito irregular pela Terra. Isto pode ser observado tanto em escala mundial (por exemplo, o Oriente Médio em comparação com outras regiões) quanto em escala regional (a Venezuela em relação à América do Sul); entre bacias do mesmo tipo (bacia de Campos (RJ) comparada às outras bacias costeiras do Brasil) e até entre campos de uma mesma bacia (Namorado, em Campos, e Carmópolis, em Sergipe).

Do mesmo modo, a importância do

gás natural como fonte energética varia muito de um país para outro, conforme o estágio de desenvolvimento de cada um em particular ou de acordo com as disponibilidades do produto na região. Na América do Norte, o gás já representa 30% da energia disponível; na Europa Oriental, 24%; na Europa Ocidental, 16%; na África, 5%, e na Ásia, apenas 2%. Na Holanda, o gás representa 50% do suprimento energético.

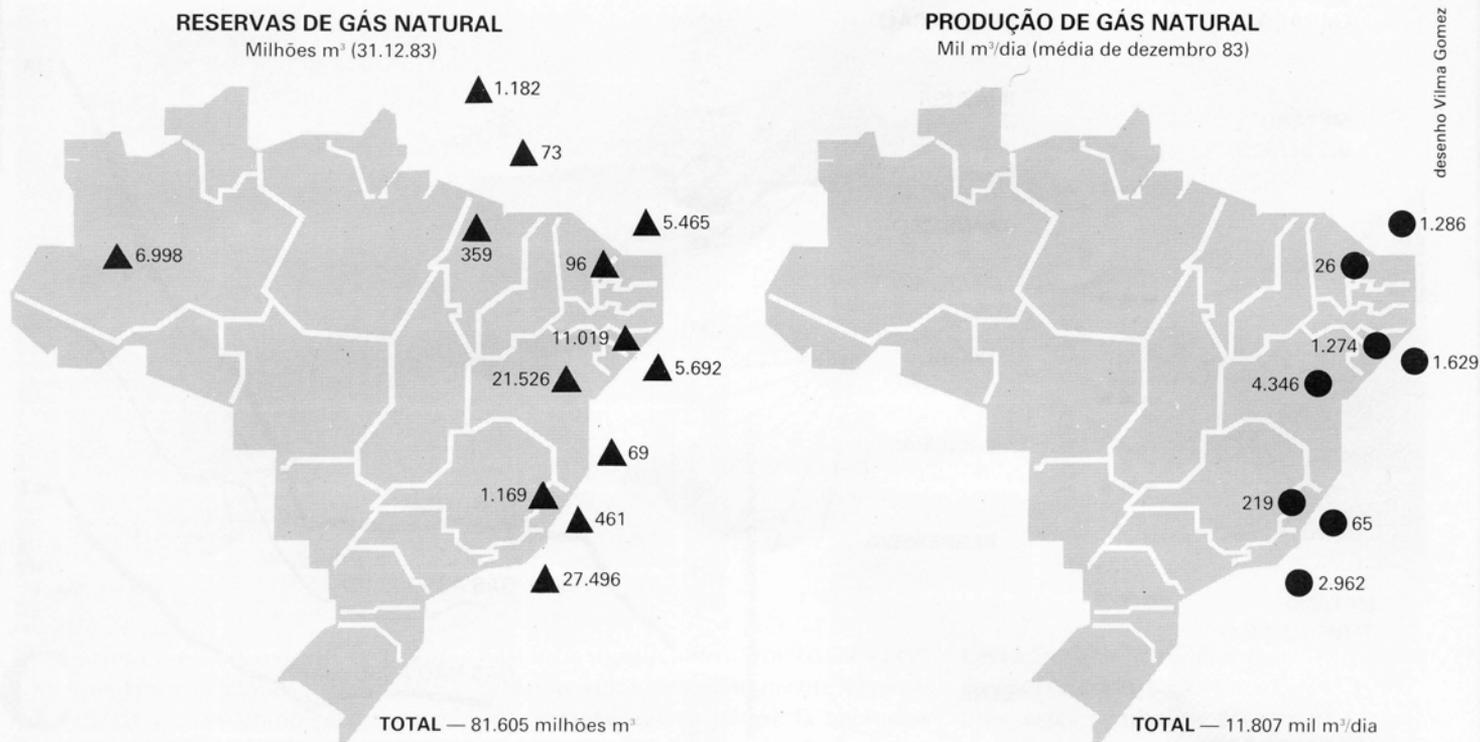
No início de 1982, aceitava-se como existente no mundo o volume convencionalmente recuperável de petróleo líquido — óleo cru e líquido de gás natural — de 211 bilhões de metros cúbicos (ou 1.327 bilhões de barris). Deste total, 37% já foram produzidos, restando ainda uma reserva de 133 bilhões de metros cúbicos. Neste mesmo período, o volume de gás natural recuperável era de 126 trilhões de metros cúbicos. Como 27% já foram produzidos, restavam de reserva 92 trilhões de metros cúbicos. A Europa Oriental possuía 40% das reservas de gás do mundo. A seguir, viriam o Oriente Médio (24%), a América do Norte (11%), a África, Ásia-Oceania, Europa Ocidental (cada qual com 6,5%) e a América Latina (5,5%).

Admitindo que, do ponto de vista energético, um metro cúbico de petróleo líquido equivale a 1.000 metros cúbicos de gás natural, as reservas deste

combustível atingem, hoje, cerca de 70% das reservas de petróleo líquido, quando em 1950 representavam 50%. De acordo com as projeções feitas por especialistas, as reservas mundiais de gás natural deverão ultrapassar, em equivalência térmica, as reservas de petróleo líquido, já no início da década de 1990.

As reservas brasileiras de gás natural triplicaram nos últimos dez anos, em decorrência do aumento das atividades de pesquisa (motivado pelo primeiro “choque do petróleo” em 1973) e dos resultados positivos observados sobretudo a partir de 1975. Esse fenômeno pode ser visto no gráfico da figura 4.

Até 1983, o volume total de gás recuperável das bacias sedimentares brasileiras era de 108 bilhões de metros cúbicos. Deduzida a produção acumulada até aquela data, as reservas nacionais de gás eram de 81,6 bilhões de metros cúbicos, o que representa 12,8% a mais que as reservas de 1982. As atividades de desenvolvimento da produção na bacia de Campos e os trabalhos exploratórios nas bacias de Sergipe-Alagoas e do Alto Amazonas foram os principais fatores que contribuíram para o crescimento das reservas em 1983 (ver a figura 5).



desenho Vilma Gomez

Fig. 5. Distribuição das reservas e produção atual de gás natural no Brasil.

FONTE: DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DA PETROBRÁS

Além do mais, com a evolução tecnológica ocorrida na *prospecção geofísica* (fornecendo dados sísmicos de melhor qualidade) e na *geoquímica orgânica* (aplicação de tecnologias sofisticadas, que identificam o estágio evolutivo da matéria orgânica e reproduzem, em laboratório, o processo natural de geração de hidrocarbonetos), foi possível intensificar a atividade exploratória específica para o gás não-associado, que atualmente absorve cerca de 30% dos investimentos no setor.

tenção de líquido de gás natural).

A fim de aumentar a produção de gás liquefeito de petróleo, entraram em operação, em 1983, duas novas unidades de processamento de gás natural — na Refinaria Duque de Caxias (RJ) e em Lagoa Parda (ES) —, que, integradas às de Catu (BA), Candeias (BA) e Aracaju (SE), processam, em conjunto, mais de 7,5 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia.

No Brasil, a utilização de gás natural pode ser dividida em 4 fases. A primeira fase teve início em 1942 com as descobertas dos campos de Aratu e Itaparica, na Bahia. O gás produzido no campo de

Aratu foi usado como combustível na central de geração de energia elétrica de Cotegipe. Isto possibilitou a eletrificação da Viação Férrea Federal Leste Brasileiro — nos trechos Salvador-Alagoinhas e Salvador-Cachoeira — e o abastecimento da fábrica de cimento Aratu.

Ainda neste estágio, o gás também foi utilizado como combustível para motores, nas caldeiras de vapor usadas no condicionamento do óleo de alto ponto de fluidez (no Recôncavo Baiano), e no tratamento do óleo. Com o desenvolvimento dos campos petrolíferos de Dom João, Candeias e Água Grande, na Bahia,

QUADRO I — EVOLUÇÃO DO CONSUMO TOTAL DE FONTES PRIMÁRIAS

FONTES	1973		1978		1983 (*)	
	10 <sup>3</sup> tEP	%	10 <sup>3</sup> tEP	%	10 <sup>3</sup> tEP	%
PETRÓLEO	37.865	42,8	53.405	42,6	50.513	33,7
GÁS NATURAL	260	0,3	922	0,7	1.897	1,3
CARVÃO VAPOR	613	0,7	1.147	0,9	2.006	1,3
CARVÃO METALÚRGICO	1.818	2,1	3.369	2,7	3.856	2,6
URÂNIO U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	—	—	—	—	—	—
ENERGIA HIDRÁULICA	16.788	19,0	29.796	23,7	43.950	29,3
LENHA	23.899	27,0	26.521	21,1	29.911	19,9
CANA-DE-AÇÚCAR	7.051	8,0	10.125	8,1	17.257	11,5
OUTRAS F. PRIMÁRIAS	121	0,1	184	0,2	530	0,4
<b>SUB-TOTAL RENOVÁVEIS</b>	<b>47.859</b>	<b>54,1</b>	<b>66.626</b>	<b>53,1</b>	<b>91.648</b>	<b>61,1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>88.415</b>	<b>100,0</b>	<b>125.469</b>	<b>100,0</b>	<b>149.920</b>	<b>100,0</b>

FONTE: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL — 1984 (Boletim Preliminar — Ano Base 1983)  
(\*) — Dados Estimados tEP = toneladas equivalentes de petróleo

Nestes dez anos, o consumo de gás natural como fonte de energia também evoluiu: de 0,3% para 1,3% (ver o quadro I). Este índice ainda é considerado muito baixo. Mesmo assim, é possível prever uma participação maior do gás natural no balanço energético brasileiro, pois, entre outras vantagens, seu emprego representa uma redução considerável nas importações de petróleo.

A maior parte do gás produzido no país é associada ao petróleo, o que exige urgência em seu aproveitamento. Por isso, tem sido incentivada a sua utilização como substituto do óleo combustível nas indústrias. Já para o gás não-associado, por suas próprias características, tem-se estudado uma destinação mais nobre (na petroquímica e na ob-

# GÁS NATURAL EM EXPANSÃO NO MUNDO

Responsável por cerca de 30% da energia primária consumida no mundo, acredita-se que o gás natural deverá desempenhar um papel cada vez mais importante no cenário internacional. No entanto, ainda existem dúvidas com relação ao seu futuro, muito embora seu consumo mundial tenha crescido à taxa de 6,5% ao ano, entre 1960 e 1980, e suas reservas sejam estimadas em mais de 83 trilhões de m<sup>3</sup>, equivalentes a 500 bilhões de barris de petróleo.

Afinal, o aquecimento da demanda depende da criação de novos mercados e da expansão geográfica dos sistemas de distribuição existentes. Especialistas internacionais consideram incerta a viabilidade econômica do transporte do produto por longas distâncias. Como elementos complicadores, entram a rigidez dos sistemas de distribuição de gás, as complexidades tecnológicas e as dificuldades em assegurar o fornecimento e a produção, além de considerações de ordem política que sempre envolvem os grandes negócios.

Fora algumas exceções, a comercialização internacional do gás foi uma atividade relativamente pequena no passado, e muitos acreditam que assim permanecerá durante o resto do século. A partir daí, como as reservas domésticas de muitas nações consumidoras estarão esgotadas, o comércio de gás natural entre os países poderá adquirir maior importância. Os especialistas afirmam que a utilização do gás nas nações em desenvolvimento com reservas domésticas deverá continuar em rápida expansão, ao passo que vários países industrializados se transformarão em novos mercados consumidores. O fator mais importante será a capacidade de a indústria de gás deter a ofensiva dos demais combustíveis nos mercados menos valorizados e, ao mesmo tempo, penetrar mais profundamente em mercados mais valorizados.

O rápido aumento do consumo de gás natural nos EUA, na Europa e na URSS se baseou, nas últimas duas décadas, na proximidade e no fácil acesso ao produto pelos centros de consumo. Já o mercado japonês utilizou principalmente o gás importado. Ao contrário do petróleo entretanto, seu consumo foi concentrado num número pequeno de países. Embora as estimativas indiquem enorme potencial, as reservas recuperáveis dos países desenvolvidos serão, em futuro próximo, insuficientes para

manter índices crescentes de produção.

Técnicos afirmam que, para o gás manter seu papel importante no mercado energético, será necessário buscar novas reservas *onshore* e *offshore* (na terra e no mar) de alto custo de produção e localizadas em regiões cada vez mais distantes do mercado de consumo.

O gás possui menos aplicações que o petróleo cru. Pode ser utilizado no aquecimento residencial e industrial e na geração de força e de matéria-prima para determinados produtos petroquímicos. Ao contrário do petróleo, cerca de 90% do gás consumido no mundo foi produzido localmente. Além disso, não existe nenhuma área fornecedora dominante em termos de comercialização internacional. Por outro lado, a segurança de produção e distribuição é fundamental, e portanto os contratos são assinados invariavelmente por longo prazo, os preços são relativamente baixos e as condições de acordo refletem entendimentos, caso a caso, entre vendedores e compradores. Em suma, sua utilização é tecnicamente mais difícil do que a do petróleo, e seu transporte mais dispendioso.

Talvez por isso o gás sempre tenha sido considerado menos valioso que o petróleo, e em geral as atividades de perfuração buscavam principalmente o óleo. As descobertas de gás associado, muitas vezes, nem eram avaliadas. Tal fato leva a supor que novas descobertas poderão, no mínimo, dobrar o total de reservas atualmente recuperáveis, estimadas em 47 mil Gm<sup>3</sup> nos países não socialistas (1 Gm<sup>3</sup> de gás equivale a 890 mil toneladas de petróleo). Não se tem muita certeza quanto às reservas recuperáveis dos países socialistas, mas é sabido que a maior parte se encontra na URSS. Calcula-se que superam 30 mil Gm<sup>3</sup>. Somando as duas parcelas, as reservas mundiais de gás natural aproximam-se de 80 mil Gm<sup>3</sup>, equivalentes a 500 bilhões de barris de petróleo. Essas reservas seriam suficientes para manter os níveis atuais de consumo do produto durante cerca de 50 anos.

O consumo de gás natural aumentou nas últimas duas décadas impulsionado pelo aquecimento da demanda global de energia, pelo aumento do preço do petróleo e pelos baixos custos do gás em relação aos combustíveis alternativos.

Em 1982, cerca de 65% do consumo mundial se concentrou nos EUA e na URSS e 85% em apenas

dez nações. O gás natural representa a terceira fonte de energia primária, depois do petróleo e do carvão. O consumo naquele ano foi da ordem de 1.450 Gm<sup>3</sup>, equivalentes a 26 milhões de barris de petróleo por dia. Vale dizer a título de comparação que o petróleo foi consumido à taxa de 58 milhões de barris/dia em 1982.

Entretanto, o mundo ainda queima nas próprias jazidas o gás natural associado ao petróleo, por não existir demanda ou meio de aproveitá-lo. Estima-se que teriam sido queimados, somente em 1982, cerca de 140 Gm<sup>3</sup> de gás, equivalentes a cerca de 2,5 milhões de barris de petróleo/dia.

Os EUA são o maior e o mais importante mercado de gás natural do Ocidente. Utilizado pela primeira vez no início do século 19 e tendo passado por várias flutuações relacionadas à competitividade de preços, o gás natural é o segundo combustível em importância nos EUA, após o petróleo, e responsável por 30% do consumo de energia primária.

Na Europa Ocidental, o consumo de gás cresceu a uma taxa média anual de 16% a partir de 1960, e atualmente é responsável por cerca de 14% do consumo total de energia primária. Em 1982, cerca de 85% do fornecimento total de gás para a região era proveniente de fontes europeias, e o restante importado da URSS e do norte da África. Na Holanda, graças a importantes descobertas em campos *offshore* no Mar do Norte, o gás natural atingiu o índice de 50% do consumo total de energia no país. Analistas prevêem que a demanda do produto, a partir da próxima década, deverá crescer significativamente na Europa.

A URSS é o maior produtor e consumidor de gás do mundo. Alcançou esta posição em 1982, ao atingir a produção de 488 Gm<sup>3</sup>, resultantes de uma taxa anual de crescimento de 14,5% a partir de 1955. A URSS exporta para a Europa Oriental e para a Europa Ocidental. Neste último caso, através do imenso gasoduto transsiberiano, de milhares de quilômetros, cuja construção causou acirrada polêmica envolvendo países europeus e os Estados Unidos.

Estima-se que cerca de 40% das reservas mundiais de gás se concentrem na URSS e na Europa Ocidental. O Oriente Médio estaria com 24% das reservas; EUA e Canadá com 11%; África, 6,5%; Ásia-Oceania, 6,5%; Europa Ocidental, 6,5%, e América Latina, 5,5% das

reservas. Calcula-se que apenas 40% das reservas mundiais de gás natural serão consumidas até o ano 2020. Em termos de produção e consumo, a América do Norte, exceto o México, está quase equilibrada, uma vez que o Canadá exporta cerca de 1/4 de sua produção para os EUA. A Europa Ocidental é forte importadora, salientando-se a Alemanha, a França e a Itália. A América Latina é exportadora, devido principalmente às relações comerciais entre México e EUA. A África também exporta, no caso, para a Europa Ocidental. O Japão importa do Alasca, da Indonésia e da Malásia.

Com a queda da atividade econômica, com o conseqüente excesso de petróleo e gás e com os preços de energia estáveis ou declinantes, a maior preocupação da indústria de gás não está em descobrir novas jazidas, mas em manter os mercados. O consumo tem aumentado no sul da Europa, na Europa Oriental, na Austrália, na Nova Zelândia, no México, na Irlanda e no Japão, ao mesmo tempo em que surgem novos mercados, como Dinamarca, Egito, Suécia e Tailândia. A preocupação está no fato de que, em alguns mercados mais maduros, o gás perde ultimamente parte de sua fatia para outros combustíveis, tanto no setor industrial quanto em usinas de força.

As estimativas indicam que o crescimento da demanda dependerá cada vez mais do estabelecimento de novos mercados, da expansão geográfica dos sistemas de distribuição nos mercados existentes e de as reservas de gás natural — muitas das quais, distantes dos mercados consumidores — poderem ser desenvolvidas em escala adequada e em ritmo e custos que permitam satisfazer a demanda.

Até 5000 km de distância, acredita-se que o fornecimento de gás através de dutos continue sendo economicamente mais viável que o seu transporte sob a forma de GNL (Gás Natural Liquefeito). Por outro lado, os dutos em regiões problemáticas ou em águas profundas não são vantajosos a distâncias inferiores a 5000 km. Assim, fora pequenos desenvolvimentos na América do Sul e no Sudeste da Ásia, o crescimento futuro da comercialização de gás através de dutos deverá centrar-se nas rotas já existentes: da URSS para a Europa, do Canadá e do México para os EUA, da Noruega para o Reino Unido e a Europa continental e do norte da África para a Europa.

Ramona Ordoñez

ESPECIFICAÇÃO	ALAGOAS/SERGIPE	BAHIA	CEARÁ/ RIO G. DO NORTE	RIO DE JANEIRO	ESPÍRITO SANTO	TOTAL
<b>GÁS UTILIZADO</b>	<b>637.782</b>	<b>1.750.247</b>	<b>80.821</b>	<b>168.500</b>	<b>25.780</b>	<b>2.663.130</b>
— Vendido	<b>356.578</b>	<b>872.169</b>	—	<b>94.666</b>	<b>13.041</b>	<b>1.336.454</b>
Combustível	141.558	398.625	—	94.666	13.041	647.890
Fertilizante	215.020	264.652	—	—	—	479.672
Mat. Prima Petroquímica	—	89.034	—	—	—	89.034
Redutor Siderúrgico	—	119.858	—	—	—	119.858
— Fornecido	—	<b>174.743</b>	—	<b>64.972</b>	<b>5.368</b>	<b>245.083</b>
— Consumo Interno	<b>138.216</b>	<b>204.473</b>	<b>16.430</b>	<b>8.862</b>	<b>7.323</b>	<b>375.304</b>
— Injetado	<b>140.420</b>	<b>498.734</b>	<b>64.391</b>	—	—	<b>703.545</b>
Rec. Reservatório	140.420	478.527	64.391	—	—	683.338
Armazenamento	—	20.207	—	—	—	20.207
— Armazenado em Gasoduto	<b>2.568</b>	<b>128</b>	—	—	<b>48</b>	<b>2.744</b>
<b>ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO (%)</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>66</b>

passou-se a injetar gás nos poços visando a recuperação secundária do óleo.

A segunda fase começou em 1962, com a instalação da planta de gasolina natural, em Catu, para obtenção do líquido de gás natural, e de uma unidade para a produção de gás liquefeito de petróleo, na refinaria de Mataripe. Neste período, destacou-se a pesquisa no sentido de apropriar reservas adicionais para atender a indústria de nitrogenados — que seria implantada em Camaçari —, e o aumento dos programas de injeção de gás para recuperação secundária, nos principais campos da Bahia.

A terceira fase, iniciada em 1975, caracterizou-se pela consolidação do pólo petroquímico de Camaçari, pelo aumento das reservas de gás nos campos da plataforma continental de Sergipe e seu escoamento pelo gasoduto Sergipe-Bahia, pela apropriação de reservas de gás não-associado no Recôncavo Baiano e em Alagoas, e, finalmente, pela instalação da unidade de processamento de gás natural e da fábrica de fertilizantes, em Sergipe.

A fase atual começou com a descoberta de gás associado nos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Ceará e Espírito Santo, e mais as perspectivas altamente promissoras de gás não-associado na região do rio Juruá, no Amazonas (ver "Tome Ciência", em *Ciência Hoje* n.º 10). Entretanto, a expectativa maior é pela participação efetiva do gás natural no balanço energético nacional.

Atualmente, os principais campos produtores de gás do país estão localizados nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (bacia de Campos). No ano passado, a produção total de gás atingiu quatro bilhões de metros cúbicos (destes, 80% são correspondentes a gás associado), o que

significou um aumento de 32,6% em relação à produção de 1982. Este crescimento deveu-se à entrada em operação dos sistemas de produção antecipada na bacia de Campos, ao aumento da produção de gás não-associado nos campos do Nordeste, e de gás associado nos campos marítimos do Rio Grande do Norte e Ceará.

Em 1983, o volume de gás natural utilizado correspondeu a 66% do volume total disponível. Os maiores índices de aproveitamento foram registrados nos campos produtores de Sergipe-Alagoas e Bahia, com 90% e 95%, respectivamente (ver o quadro II).

Como norma geral, a utilização do gás natural obedece a uma escala de prioridades fixadas pelo Conselho Nacional do Petróleo, em função das necessidades do abastecimento nacional de derivados de petróleo. Assim, assumem maior importância: o seu emprego nos trabalhos de recuperação secundária dos campos produtores, a fim de aumentar a recuperação do óleo *in situ*; o processamento do gás em unidades especiais para a produção de gás liquefeito de petróleo e gasolina natural; e, ainda, a utilização em outras atividades industriais da Petrobrás. Atendidas estas necessidades, o gás natural passa a ser empregado como matéria-prima nas indústrias petroquímicas (fabricantes de plásticos, fibras e borrachas sintéticas, detergentes, etc) e de fertilizantes, e também como substituto do gás liquefeito de petróleo e de outros derivados de uso industrial, mediante distribuição de gás canalizado. A prioridade seguinte é a sua utilização como combustível automotivo, no lugar do óleo diesel, exclusivamente nas frotas de ônibus urbanos que sirvam a localidades situadas nas proximidades das regiões produtoras.

Para os próximos anos, serão destina-

dos recursos crescentes para a exploração, desenvolvimento da produção e aproveitamento do gás natural nacional. Já estão em andamento diversos projetos para escoamento de gás por gasodutos, que perfazem mais de 850km de extensão. Destaca-se o gasoduto de Guamaré — Natal, que soma 420km de extensão, os de Fazenda Cedro-Lagoa Parda e o de Aracruz-Vitória (ES), perfazendo 130 km; e os ramais para fornecimento às indústrias do Rio de Janeiro, com mais de 160 km.

Além desses empreendimentos, encontram-se em fase de implantação a unidade de processamento de Guamaré, com capacidade de 2 milhões de m<sup>3</sup>/dia, uma nova unidade na Refinaria de Duque de Caxias (RJ), com capacidade idêntica à de Guamaré, e uma outra em Cabiúnas (RJ), com capacidade de 500 mil m<sup>3</sup>/dia.

As perspectivas de aumento de disponibilidade de gás em território brasileiro recomendam um procedimento mais cauteloso no desenvolvimento de programas de gases combustíveis de outras fontes, principalmente daqueles que se apóiam na importação do produto.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- CENPES-PETROBRÁS, "A geoquímica orgânica na Petrobrás", in: *Informativo geoquímico* 3, publicação da Comissão Técnico-Científica de Geoquímica da Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro, dezembro de 1983.
- LEVORSEN, A.I. *Geology of petroleum*, W. Freeman and Co., San Francisco, 1958.
- PETROBRÁS, *A Petrobrás e o gás natural*, Rio de Janeiro, junho de 1983.
- RIBEIRO, E.M. "A geografia do petróleo", *Isto é*, 7 de janeiro de 1981, pp. 34-41.

Edição de texto: José Mauro Cavalcanti

# CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE INDÚSTRIAS NASCENTES

## O QUE É?

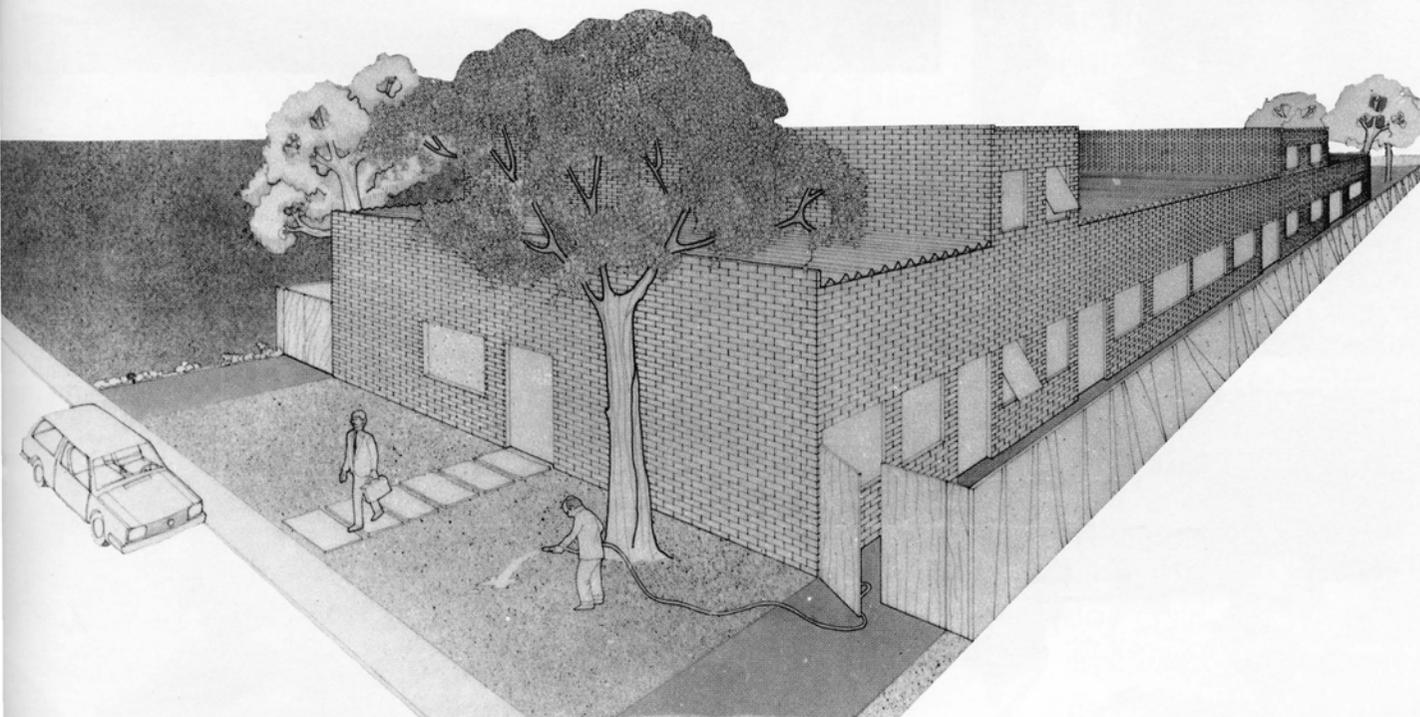
O Centro de Desenvolvimento de Indústrias Nascentes é um espaço criado para o surgimento e maturação de novas empresas voltado à fabricação de um produto inédito a nível nacional, utilizando tecnologia avançada.

Será localizado em regiões do estado de São Paulo, onde haja concentração espontânea de Institutos de Pesquisa, Universidades, Centros de Tecnologia e Indústrias, denominadas pólos tecnológicos.

Destina-se a Pesquisadores/Inventores que desejem constituir uma nova empresa.

## VANTAGENS E SERVIÇOS OFERECIDOS.

- Sede jurídica e industrial para a nova empresa.
- Segurança das instalações.
- Manutenção coletiva.
- Divulgação conjunta dos empreendimentos.
- Economia de escala nos serviços de infra-estrutura.
- Divulgação das novas tecnologias.
- Oportunidade para novos empregos.
- Módulos industriais com pontos de luz, água e esgoto.
- Mezanino junto a cada módulo, para escritório.
- Possibilidade de uso de módulos conjugados.
- Instalações de uso coletivo: sanitários, vestiários, refeitório, ambulatório, depósito, cozinha, recepção e áreas de circulação.
- Sistema central de utilidades: vapor e ar comprimido.



MAIS UM APOIO QUE NASCE DA PROMOCET.



GOVERNO DEMOCRÁTICO DE SÃO PAULO

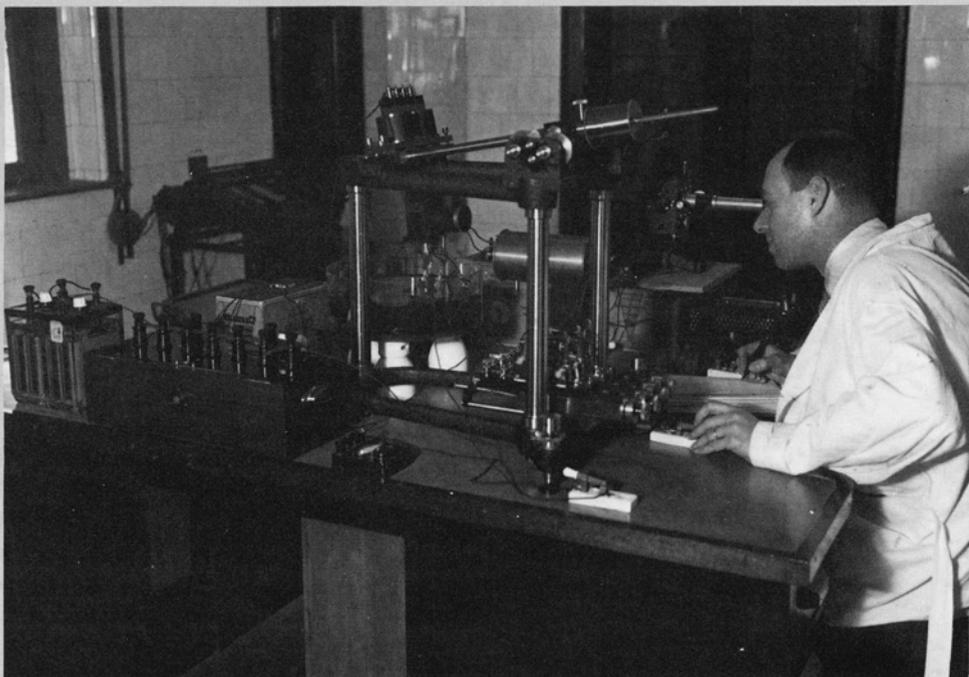
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA.

PROMO  
CET

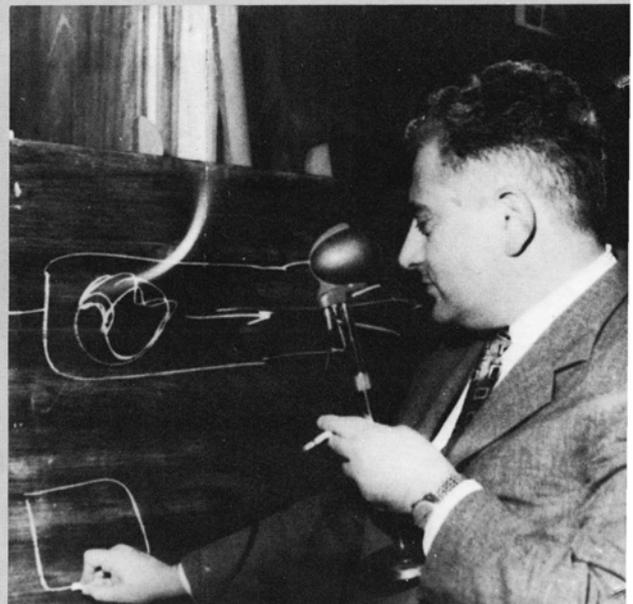
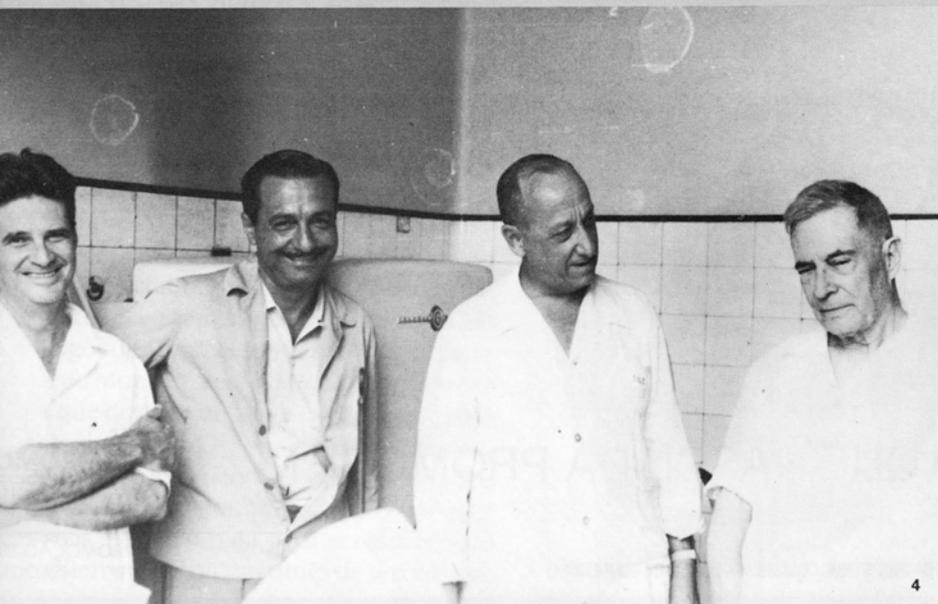
PROMOÇÃO DA  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

# A ÁRVOR

**Simon Schwartzman** Professor do Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro



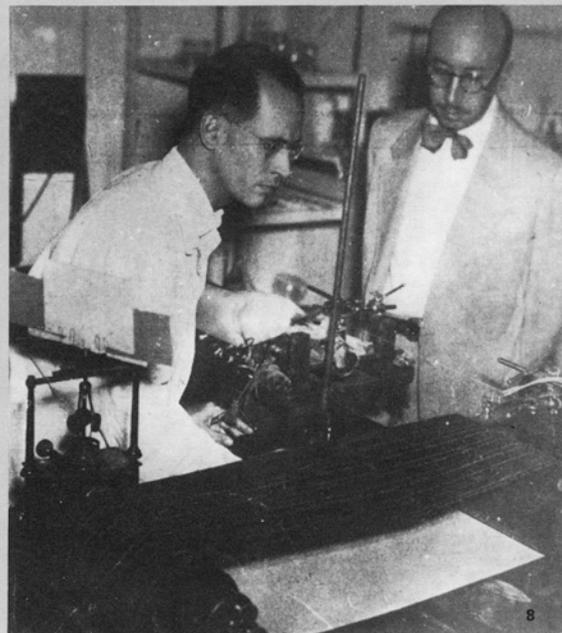
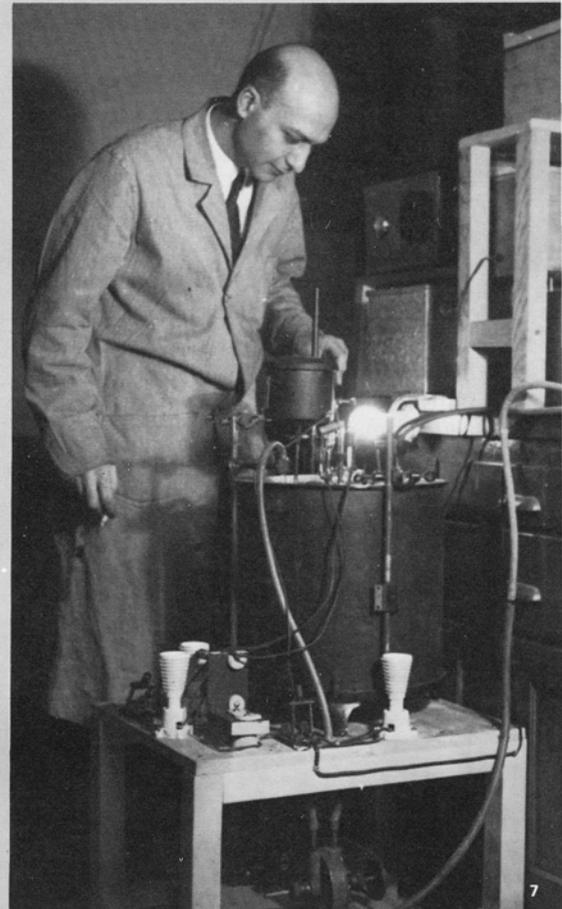
(1) Lelio Gama; (2) Francisco Magalhães Gomes (à direita) e Djalma Guimarães; (3) Bernhard Gross — 1939; (4) Da esquerda para a direita: Hugo de Souza Lopes, Renato Araújo, Herman Lent e A.M. da Costa Lima — 1962; (5) Mario Schemberg — 1957; (6) Da esquerda para a direita: de pé, Cesar Lattes, Ideki Yukawa e Walter Schutzer; sentados, Hervásio G. de Carvalho, José Leite Lopes e Jayme Tiomno — 1948; (7) Simão Mathias — década de 1940; (8) Mario Vianna Dias (à esquerda) e Simeão Leal — 1947.



# E DA CIÊNCIA

neiro e pesquisador do Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil — Fundação Getúlio Vargas

*Espaço reservado às elites durante grande parte da nossa história, a Universidade brasileira passou por sucessivas transformações. Na época contemporânea, ganha corpo desde a década de 1930 o debate entre os defensores da pesquisa científica e os adeptos de uma visão mais pragmática do trabalho científico, numa polêmica que marca profundamente os rumos das nossas instituições de ensino e o perfil das sucessivas gerações de pesquisadores brasileiros.*



**A** ciência moderna não surge nem se consolida por geração espontânea. Ao contrário, seu desenvolvimento depende da existência de um espaço social favorável, proporcionado por um sistema educacional extenso e bem organizado, e pelo uso intensivo de conhecimentos técnicos na indústria, agricultura, saúde, organização militar e outros setores. Além disso, deve-se formar um grupo social específico, que encontre na atividade enquanto tal — e não apenas em suas aplicações práticas — um canal legítimo de participação, mobilidade e prestígio.

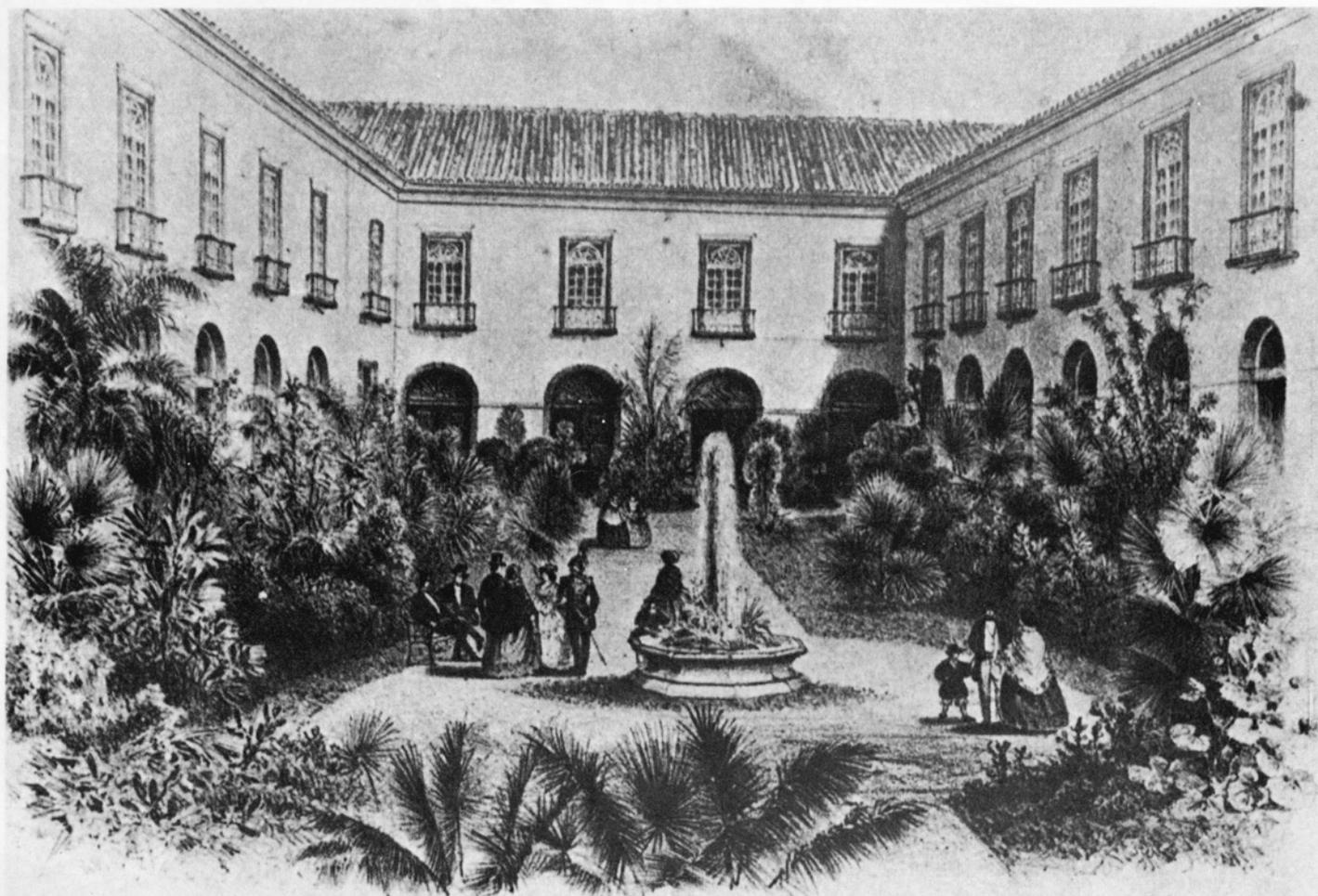
A combinação destas condições parece ter ocorrido em alguns poucos países que conseguiram chegar à segunda metade do nosso século com uma tradição universitária e científica bem estabelecida. Foi este o caso da Alemanha moderna, herdeira das tradições da Prússia do século XIX, onde a busca de um espaço social para a classe média emergente foi em parte canalizada para o sistema universitário e, mais tarde, combinada com o desenvolvimento da indústria química e a formação, na época de Bismarck, de um Estado centralizado, industrializado e militarizado; da

França, onde a tradição científica integrou o movimento cultural e intelectual que ajudou a destruir o *ancien régime* e estabelecer o estado napoleônico; dos países anglo-saxões, onde a industrialização criou um espaço favorável ao desenvolvimento do conhecimento técnico e o sistema educacional foi um desaguadouro natural para os projetos de mobilidade e prestígio social das classes médias; e do Japão, onde os esforços modernizadores da restauração Meiji encontraram nos Samurai um grupo capacitado e disponível para exercer os novos papéis vinculados à educação e ao desenvolvimento científico e tecnológico. Foi esse também o caso da Rússia czarista e, mais tarde, da União Soviética.

Entre os países em que essa combinação não chegou a se realizar completamente está o Brasil, que só a partir da segunda metade do século XIX passou a contar com instituições científicas de alguma qualidade, e cuja primeira universidade, a do Rio de Janeiro, data de 1920. A história da introdução e do desenvolvimento da ciência moderna em nosso país ainda está por ser contada. Neste artigo, fruto de uma pesquisa mais

ampla sobre o assunto, tentaremos identificar as etapas mais importantes desse processo e destacar algumas características de três gerações de cientistas brasileiros de destaque em suas especialidades. Nossa amostra, de 56 cientistas, nada tem de aleatória. Ela foi selecionada por uma combinação de critérios — cientistas de destaque em suas disciplinas, ou que desempenharam papel importante na criação de instituições de pesquisa ou linhas de trabalho, e que estavam no Brasil na época deste estudo, tiveram preferência. Existem certamente ausências significativas, cuja falta, esperamos, não chega a comprometer as interpretações mais gerais. Estão incluídas aqui apenas pessoas nascidas entre 1892 e 1931, vivas na época da pesquisa (1977) e relacionadas às ciências físicas e biológicas — limitações que não impedem a reconstrução de eventos remotos ligados à constituição de nossa comunidade científica e à forma como a ciência moderna foi introduzida e praticada no Brasil por seus fundadores. Começamos, no entanto, com uma descrição sumária do contexto histórico mais amplo em que estas pessoas se inseriam.

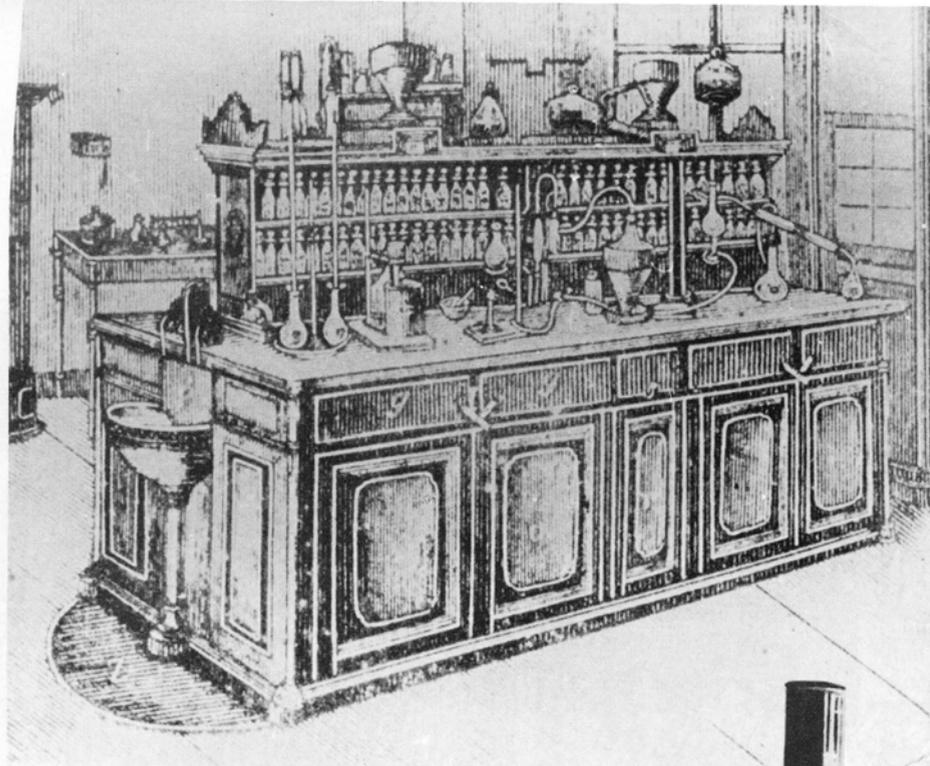
Pátio da Escola Politécnica do Rio de Janeiro.



Litografia atribuída a Linde, tirada de Escola Politécnica do Largo de São Francisco de Mário Barata

**N**o passado, a sociedade brasileira foi organizada como uma combinação de centros urbanos dependentes do comércio internacional e da burocracia governamental, e áreas rurais que, ou se concentravam em monoculturas temporariamente rentáveis no mercado externo, ou se mantinham estagnadas por longos períodos. Até há pouco tempo, não havia demanda interna capaz de absorver uma produção significativa de bens manufaturados ou sustentar o desenvolvimento de uma agricultura mais diversificada e complexa. No meio social assim formado, a educação nunca configurou um canal efetivo de ascensão: os filhos de famílias relativamente empobrecidas tinham que buscar nas carreiras eclesiásticas uma maneira de superar as limitações de seu berço, enquanto os jovens oriundos das classes altas viam nas profissões liberais clássicas — especialmente direito e medicina — canais de mobilidade horizontal, que permitiam seu trânsito da vida rural para as luzes da cidade. Até o século XVIII, as famílias mais ricas do país mandavam seus filhos para a universidade de Coimbra, substituída a partir do século seguinte pelas faculdades francesas e belgas, as escolas de medicina do Rio e Salvador (1808), ou as de direito de São Paulo e Recife. Constituiu-se assim um grupo social bem educado, em geral ligado à política e à vida em ambiente urbano, mas que nunca chegou a perder suas ligações sentimentais e econômicas com o meio rural.

O Estado brasileiro não se formou, no entanto, pela simples agregação desta elite educada. Suas raízes vão longe na tradição patrimonial-burocrática portuguesa, transferida aos poucos para o Brasil no período de administração colonial e finalmente transplantada com a família real em 1808. É sabido que, ao contrário do que ocorreu nos outros países latino-americanos, nossa independência não provocou uma ruptura total com a Metrópole, e as casas reais brasileira e portuguesa mantiveram sua ligação durante boa parte do século XIX. A corte portuguesa trouxe para cá parte de sua burocracia, que tinha na educação e na técnica elementos importantes de consolidação e fortalecimento. A Academia Militar de Guardas-Marinhas foi a primeira instituição de ensino estabelecida no Brasil pela Coroa (1808), seguida de perto pela Academia Real Militar (1810), que daria origem à Escola Politécnica do Rio de Janeiro, primeiro cen-

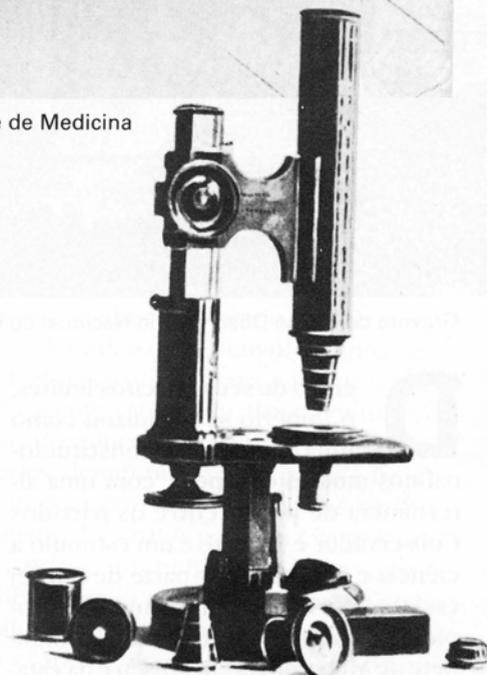


Laboratório de Química Orgânica da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, instalado ao redor de 1880.

tro de ensino de engenharia no país. A capital concentrou todas as instituições de alguma forma relacionadas com as aplicações práticas da ciência e da técnica, como o Real Horto (1808), mais tarde Jardim Botânico, concebido inicialmente como local de aclimação para plantas de origem africana ou asiática; o Real Gabinete de Mineralogia (1810), que deu origem ao Museu Imperial (1818); e o Laboratório Químico Prático, pioneiro desta especialidade no país (1812).

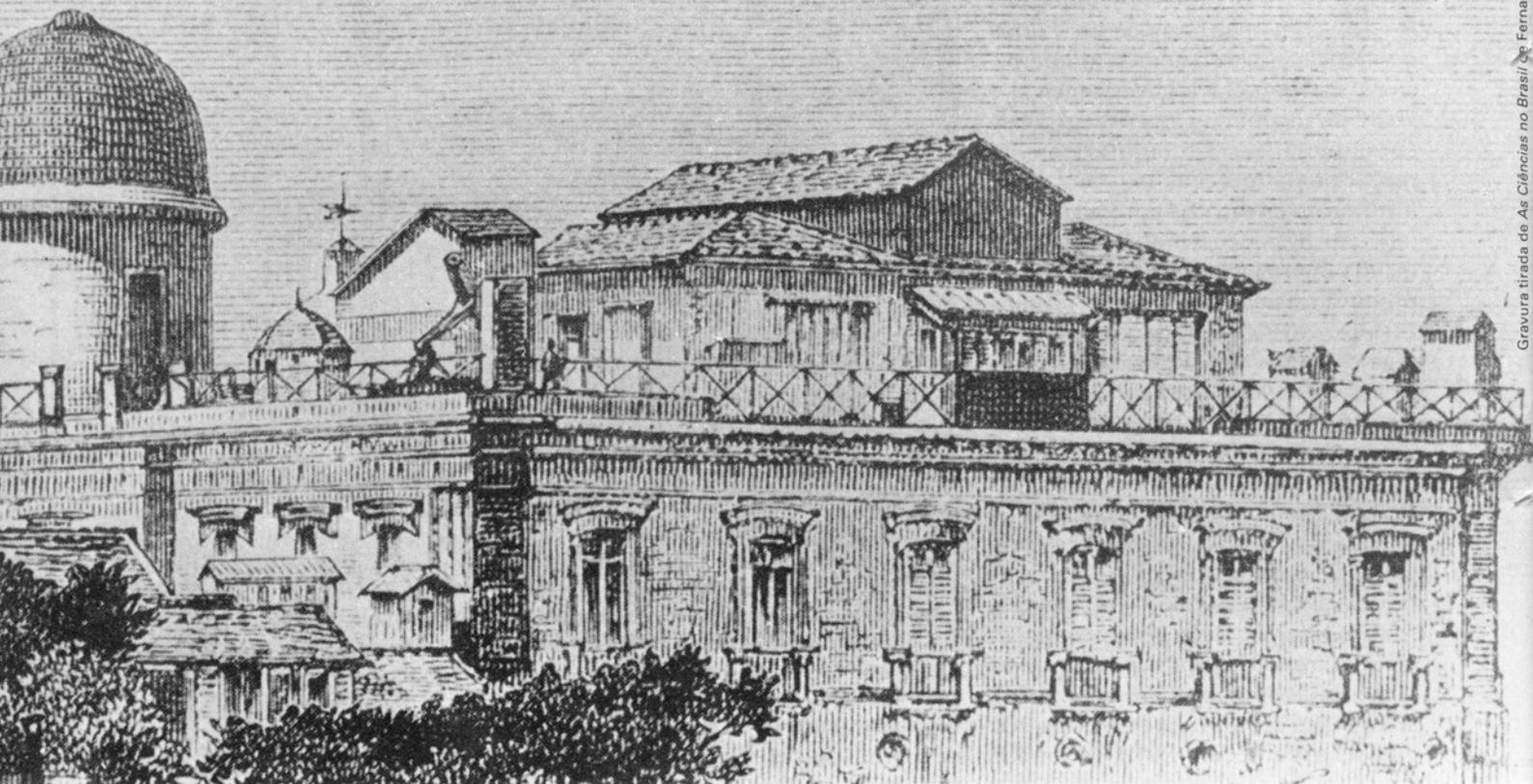
Assim, chama a atenção — e não parece casual — o fato de três das quatro escolas superiores criadas no início do século XIX terem sido localizadas fora do Rio de Janeiro. De forma simplificada, pode-se dizer que a burocracia treinava seus marinheiros, oficiais e engenheiros, enquanto a aristocracia de base rural educava seus filhos nas profissões tradicionais, havendo uma divisão informal do trabalho de formação de quadros: o Estado cuidava de assuntos práticos e técnicos, e as classes altas proporcionavam a seus filhos educação refinada, cultura e treinamento nas profissões liberais.

Esta forma inicial de organização das instituições culturais e científicas não resistiu ao desenvolvimento histórico do país, que levou à diminuição da distância entre o burocrata patrimonial português e o oligarca brasileiro bem educado. Apesar da mentalidade mercantilista trazida pelos portugueses, o governo tinha pouco mais a fazer no Brasil recém-independente do que taxar os



O mais antigo microscópio de polarização.

produtos que passavam pelos dois ou três portos mais importantes do país. As minas de ouro estavam esgotadas desde o século XVIII, o açúcar brasileiro não podia competir com o do Caribe, e o café só começaria a adquirir maior importância a partir da segunda metade do século XIX. Não era possível sequer conduzir guerras significativas, além de administrar os conflitos crônicos da região do Prata. Ao mesmo tempo, a vida na corte era relativamente sofisticada, atraindo os homens mais ricos e educados, oriundos das oligarquias rurais e regionais. A política e o serviço público eram vistos como atividades adequadas às suas habilidades e cultura, além de convenientes para a obtenção de eventuais benefícios para suas regiões de origem.



Gravura do antigo Observatório Nacional do Rio de Janeiro, no Morro do Castelo.

**D**entro de seus estreitos limites, o Império se organizou como uma monarquia constitucional nos moldes europeus, com uma alternância de poder entre os partidos Conservador e Liberal, e um estímulo à ciência e à cultura por parte de um rei esclarecido. Foi este ambiente que propiciou a transformação do antigo Gabinete de Mineralogia em Museu e da estação agrícola em Jardim Botânico, além da criação do Observatório Nacional e do Instituto Histórico e Geográfico. O observatório foi estabelecido em 1827 e tornou-se um centro de pesquisa mais

ativo a partir da gestão do francês Emmanuel Liais, que inaugurou uma tradição de trabalho contínuo seguida por dois outros diretores de origem europeia: Louis Cruls, educado na Bélgica, e Henrique Morize, que, apesar de nascido na França, formou-se engenheiro na Politécnica e desempenhou importante papel na introdução da matemática e da física modernas no país. A presença destes estrangeiros à frente do observatório não constituiu exceção. Ao contrário, o exotismo da terra e o apoio de dom Pedro II atraíram cientistas e naturalistas europeus e norte-americanos,

cujas influências foram decisivas. Enquanto isso, as escolas de medicina, direito e engenharia se esforçavam para reproduzir o ambiente de suas congêneres europeias, principalmente em seus aspectos mais externos e superficiais, como a criação de fraternidades secretas e a difusão das idéias positivistas, republicanas e liberais.

O fato de a influente Escola de Minas e Metalurgia de Ouro Preto ter sido fundada em 1875 em moldes franceses e sob a direção de Henri Gorceix não foi casual. Com efeito, as disciplinas físicas e biológicas surgiram entre nós sob orientação francesa, enquanto a área de medicina tropical e saúde pública sofreu desde o início forte influência norte-americana, iniciada ainda no século XIX com uma série de expedições geológicas. A mais famosa entre elas, chamada de Thayer Expedition, foi encabeçada por Louis Agassiz em 1865, e dois de seus participantes se transformaram mais tarde em figuras centrais na organização das instituições geológicas e geográficas brasileiras: Charles Hatt, organizador da Comissão Geológica Imperial em 1875, e Orville E. Derby, organizador da Comissão Geológica do Estado de São Paulo e primeiro diretor, a partir de 1907, do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.

Diretores do Observatório Nacional entre 1870 e 1930: Emmanuel Liais (à esquerda), Louis Cruls (ao centro) e Henrique Morize (à direita).



**N**a segunda metade do século XIX, o Rio de Janeiro começou a ceder terreno para São Paulo em termos de crescimento econômico, embora mantivesse uma sólida liderança política e cultural. Esta nova realidade não deixou de afetar a área de educação e pesquisa, especialmente aquela voltada para objetivos mais práticos. No período de descentralização que sucedeu à Proclamação da República, as antigas instituições imperiais entraram em decadência e as instituições técnicas paulistas, muitas recém-fundadas, passaram a ocupar o primeiro plano: a Escola Politécnica de São Paulo, o Instituto Agrônomo de Campinas, a Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, o Museu Paulista, entre outras. A Faculdade de Medicina de São Paulo, que integraria mais tarde a Universidade de São Paulo (USP), foi a primeira instituição brasileira de ensino (depois da Escola de Minas de Ouro Preto) a adotar o regime de tempo integral para professores e limitar o número de alunos admitidos a cada ano, características do sistema educacional norte-americano. Outra instituição importante foi o Instituto Bacteriológico, dedicado às doenças bacteriológicas e tropicais, e transformado depois no mundialmente famoso Butantã que, junto com o Instituto Biológico (fundado em 1927), evidencia claramente os esfor-

ços paulistas na criação de instituições científicas modernas, capazes de apoiar uma economia agrícola em expansão e orientada para o mercado internacional.

No entanto, os limites desse desenvolvimento estavam fixados pela própria natureza do dinamismo da economia paulista, baseada na expansão cafeeira. Ela não propiciava a formação de uma base social suficientemente ampla para sustentar uma política educacional mais consistente. Enquanto isso, o Rio de Janeiro permanecia como a capital política e intelectual do país, lugar de discussão dos grandes problemas brasileiros e de tomada de decisões sobre

os destinos do conjunto da nação. Foi aí que o positivismo adquiriu maior força intelectual, devido à sua penetração na Escola Politécnica, que fornecia os únicos cursos em ciências físicas e matemáticas existentes no país no século XIX, abandonados com a reforma curricular de 1896. A pouca ciência aí ensinada tinha suas origens na França e chegava ao Brasil freqüentemente ultrapassada, com a marca da perspectiva comteana, cuja hegemonia só foi questionada na passagem do século, que trouxe uma renovação importante nas idéias sobre a verdadeira natureza da atividade científica e da vida acadêmica.



Foto cedida pela divisão de Extensão Cultural do Inst. Butantã



Na foto maior acima, o Instituto Butantã. Na foto menor, frontispício do primeiro número (1881) dos Anais da Escola de Minas de Ouro Preto. À esquerda, a Faculdade de Medicina da USP.

Também foi o Rio que assistiu, em 1900, à fundação do Instituto de Manguinhos, criado pelas autoridades federais nos moldes do Instituto Pasteur e extremamente bem sucedido no combate à febre amarela, varíola, malária e outras doenças tropicais que infestavam o país. Além de seu trabalho como agência governamental de saúde pública, Manguinhos tornou-se a mais importante instituição de pesquisas do país e propiciou a formação do primeiro grupo de cientistas profissionais da história do Brasil que obteve reconhecimento internacional.

**A** influência norte-americana no campo da medicina tropical e saúde pública — a que já nos referimos — foi exercida principalmente através da Fundação Rockefeller, que começou a atuar no Brasil em 1906, seja diretamente (nas campanhas contra a febre amarela e a ancilostomíase), seja através do apoio institucional à Faculdade de Medicina de São Paulo e da cooperação com Manguinhos. Muitos brasileiros puderam completar sua formação nos Estados Unidos graças a este canal. Em geral, suas viagens eram menos para a realização de cursos formais ou a obtenção de títulos acadêmicos, do que para trabalho em laboratórios, sob a supervisão de cientistas reconhecidos. Assim, embora Manguinhos não empregasse todas as pessoas que passavam por seus cursos ou estagiavam em seus la-



Caricatura de Oswaldo Cruz

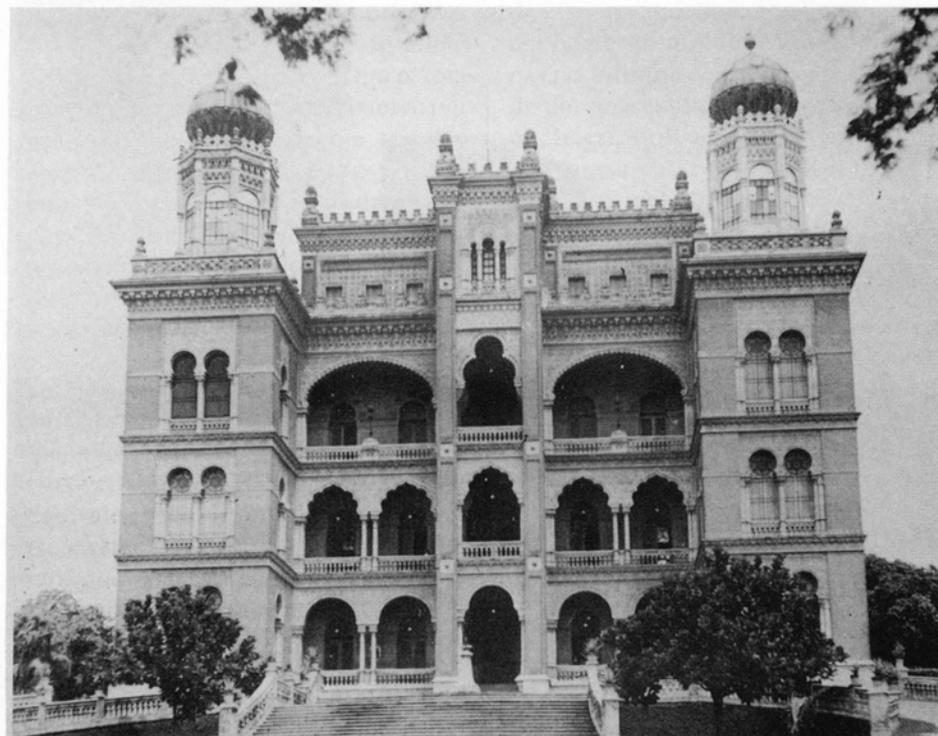
boratórios, o prestígio da instituição facilitava a seus frequentadores prosseguir sua formação no exterior e encontrar mais tarde lugar de destaque no sistema de educação médica e pesquisa biológica que ia sendo aos poucos consolidado.

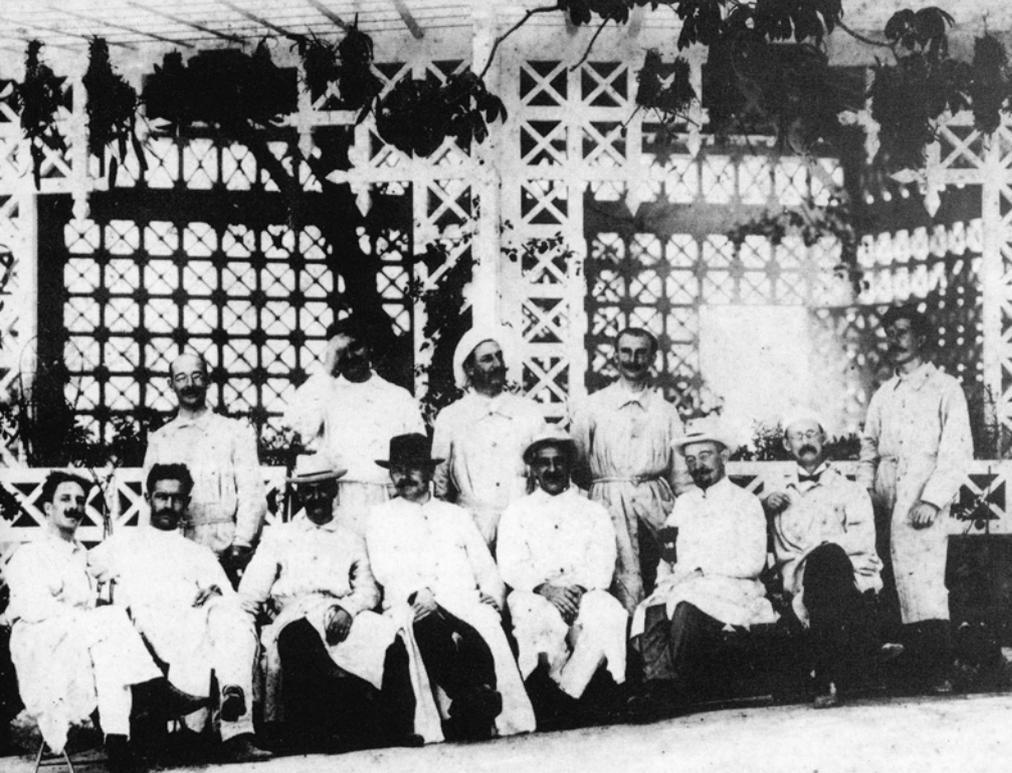
A criação da Academia Brasileira de Ciências em 1916 e as atividades da influente Associação Brasileira de Educação na década de 1920 ajudaram a manter o Rio de Janeiro no primeiro plano da pesquisa e da cultura nacionais. Mas depois da Revolução de 1930 o equilíbrio entre os dois principais centros do país começou a inclinar-se decididamente em direção a São Paulo, devido a

dois fatores. Em primeiro lugar, a importância econômica e demográfica deste estado aumentava cada vez mais, reforçada, desde o início do século, pelo forte contingente de imigrantes europeus. Por outro lado, a prática centralizadora então instaurada e levada ao extremo com o Estado Novo (decretado em 1937) terminou por sufocar parte significativa das atividades científicas e educacionais mais avançadas que se concentravam na capital federal, seja pela burocratização excessiva de algumas instituições, seja pela radicalização que levou ao fechamento da Universidade do Distrito Federal (UDF), seja pela forma ritualizada e autoritária pela qual foi planejada a estruturação da universidade no Brasil.

**É** no contexto de crescente centralização federal que devemos avaliar a extraordinária importância da fundação da USP, realizada em 1934 com recursos estaduais. Foi, talvez, o evento mais relevante da história científica e universitária brasileira até hoje. Contando com o apoio das elites políticas e econômicas de São Paulo, que viam nela um instrumento seu no conflito a longo prazo com o governo federal pela hegemonia do país, a USP não surgiu de um *fiat* executivo, mas sim a partir do envolvimento dos setores intelectuais mais significativos da região. Além disto, deu lugar a uma grande inovação pedagógica no país: a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, concebida, com alguma ambigüidade, como faculdade de ciências e centro formador de professores secundários. Ela encontrou forte resistência por parte das escolas tradicionais — Medicina, Direito e Engenharia — que foram reunidas com a criação da Universidade. Deixar uma carreira bem estabelecida em troca de um curso “filosófico” de tipo científico em uma faculdade nova, pouco entendida em seus propósitos e completamente formada por professores estrangeiros não era uma opção fácil para os filhos das famílias mais tradicionais do estado. Sem dúvida, era elegante para um intelectual paulista da década de 1930 participar de conferências e cursos eventuais com os professores europeus da nova faculdade; fazer nela sua carreira profissional, no entanto, era algo completamente diferente, o que pode explicar a origem social relativamente mais humilde de seus alunos. Apesar destas dificuldades, a escola conseguiu oferecer condições

Instituto Oswaldo Cruz.





(1) Artur Neiva; (2) Henrique da Rocha Lima; (3) Figueiredo de Vasconcelos; (4) Henrique Aragão; (5) Alcides Godoy; (6) Carlos Chagas; (7) José Gomes de Faria; (8) Antonio Cardoso Fontes; (9) Max Hartmann; (10) Oswaldo Cruz; (11) S. von Prowazek; (12) Adolfo Lutz.

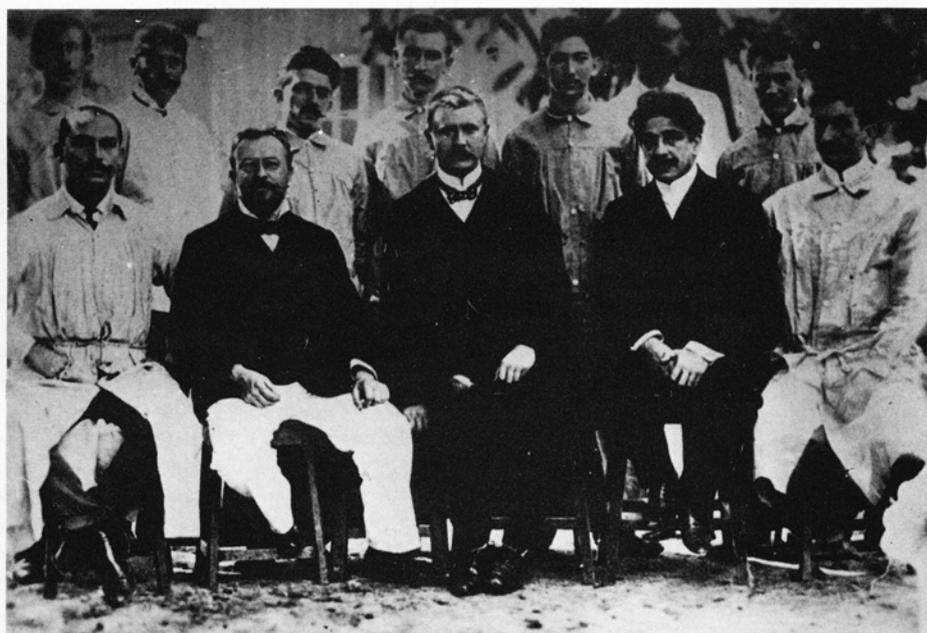
mínimas de trabalho para seus professores e constituir um grupo de jovens cientistas brasileiros muito importantes na formação da segunda e terceira gerações dos nossos pesquisadores.

O domínio quase absoluto de São Paulo no quadro das ciências brasileiras a partir dos anos 30 não significa a existência de completo marasmo no Rio de Janeiro. Além de Manguinhos — que, nesta época, já com a denominação de Instituto Oswaldo Cruz, vivia parcialmente do seu passado — houve a tentativa de criação de uma escola de ciências pela municipalidade do Distrito Federal em 1933. Esta experiência, de curta duração, formou o núcleo da UDF e teve o apoio entusiástico dos intelectuais da época, mas foi interrompida no contexto da reação conservadora que se seguiu ao Levante Comunista de 1935 e pôs fim ao governo do prefeito Pedro Ernesto. Em 1939 a UDF foi formalmente extinta e vários de seus professores transferidos para a recém-criada Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, mantida e controlada pelo governo federal. Muitos depoimentos da época confirmam que, com o fim da UDF, boa parte do impulso então existente para a criação de uma efetiva faculdade de ciências foi abortado, e a Faculdade de Filosofia tornou-se essencialmente uma escola de formação de professores de nível secundário.

**A** principal disputa em curso na década de 1930 em relação à educação universitária e à formação científica opunha os que tentavam organizar centros de pesquisa ligados primordialmente ao ensino universitário (isto é, com atividade essencialmente acadêmica) e os que possuíam uma visão muito mais pragmática e aplicada do trabalho científico. Para este último grupo, a ciência (enquanto tal) era

uma espécie de luxo demasiado caro para um país como o nosso. O papel dos centros científicos era proporcionar resultados práticos: o Instituto de Manguinhos, por exemplo, como parte do Ministério da Educação e Saúde então existente, tinha que fabricar vacinas, realizar trabalhos de saneamento e, para isto, se organizar como os demais setores do serviço público; o papel das universidades, ainda nesta visão, era formar os estudantes nas profissões liberais, tarefa para a qual a pesquisa científica não era necessária; e o papel das faculdades de filosofia era formar professores para o ensino secundário.

Esta orientação tornou-se dominante com a criação do Ministério da Educação em 1931, e prevaleceu nas décadas seguintes. A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP contrariava, em muitos aspectos, essa tendência nacional, o que explica grande parte de seus problemas de acomodação com o sistema federal; a Faculdade de Ciências da UDF foi criada com o mesmo espírito, mas, como vimos, não chegou a ganhar corpo; a Faculdade de Filosofia da Universidade do Brasil, criada por Gustavo Capanema em 1939, em pleno Estado Novo, não abria muito espaço para os ideais científicos e o clima de efervescência intelectual que marcava sua predecessora. O regime autoritário de Vargas estava consolidado, e o posterior envolvimento do Brasil na Segunda Guerra Mundial contribuiu para fechar ainda mais as possibilidades de opção.



(1) Alcides Godoy; (2) Borges da Costa; (3) Henrique Aragão; (4) Paulo Parreiras Horta; (5) Antonio Cardoso Fontes; (6) Henrique da Rocha Lima; (7) Stanislas von Prowazek; (8) Gustav Giemsa; (9) Oswaldo Cruz.

Fotos cedidas pelo Instituto Oswaldo Cruz

# A Primeira Geração



De modo geral, os membros da primeira geração de cientistas brasileiros eram filhos de famílias educadas pertencentes à classe média, e realizaram sua formação inicial nos cursos tradicionais de medicina e engenharia. Sua iniciação na atividade científica ocorreu quase sempre de forma fortuita e inesperada. Por alguma razão particular, puderam vincular-se aos dois ou três lugares onde havia algum tipo de atividade científica no país — o Observatório Nacional, o Instituto de Manguinhos, o Butantã, instituições onde pequenos grupos de pessoas lutavam pelo reconhecimento de seu direito de fazer pesquisas de longo prazo, não vinculadas a resultados práticos bem determinados. Os profissionais vinculados a Manguinhos tiveram a sorte de con-

seguir conjugar as duas coisas ao mesmo tempo, mas isto não ocorreu na área das ciências físicas e matemáticas, cujos poucos pioneiros no Brasil não puderam fazer muito mais do que conservar sua condição de homens cultos, atualizados, mas bastante isolados e, em geral, cientificamente improdutivos.

Dos quatro nomes ligados às ciências físicas e matemáticas apontados no quadro 1, apenas Lélío Gama teve uma carreira propriamente acadêmica e científica. Ele pertenceu ao pequeno grupo de matemáticos que, sob a liderança de Otto de Alencar e, depois, de Amoroso Costa, foi responsável pela crítica ao positivismo imperante na Escola Politécnica, instituição essencialmente voltada para a formação de engenheiros civis. Tratava-se de um grupo também formado na tradição francesa, mas detentor de uma perspectiva muito mais moderna e atualizada para a sua época, ligada aos ideais da ciência pura. Dele, originou-se, em 1916, a Academia Brasileira de Ciências. No entanto, não havia então uma base institucional adequada para a produção de um trabalho científico mais sistemático e continuado por parte do grupo. Em certo sentido, Lélío Gama foi uma exceção, graças às atividades que desenvolveu no Observatório Nacional.

Francisco Magalhães Gomes, também citado no quadro 1, educou-se na Escola de Minas e Metalurgia de Ouro Preto, onde, depois, lecionou física. Também foi professor da Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais e,

embora não tenha trabalhado pessoalmente em pesquisa, desempenhou importante papel na formação de um pequeno grupo de cientistas graduados posteriormente em São Paulo e no exterior. Os outros dois nomes do quadro, Othon Leonardos e Mário da Silva Pinto, também não desenvolveram uma carreira de pesquisa propriamente dita, mas, como homens de ação, estiveram envolvidos na criação de instituições públicas e privadas dedicadas à exploração dos recursos naturais do país.

O quadro 2 mostra que todos os biólogos da primeira geração estudaram medicina, quase todos passaram pelo Instituto de Manguinhos e, como regra, adquiriram depois formação mais avançada no exterior. É preciso ressaltar que, apesar de seu imenso papel na formação de cientistas brasileiros ligados às ciências biológicas, Manguinhos não proporcionava educação e treinamento formal para a pesquisa científica. A admissão para o instituto era feita inicialmente através do relacionamento pessoal e incluía longos períodos de aprendizagem sem qualquer tipo de remuneração. Mais tarde um pequeno curso de formação foi criado, mas as indicações pessoais continuaram a prevalecer e o iniciante permanecia sem uma perspectiva profissional mais definida para o futuro.

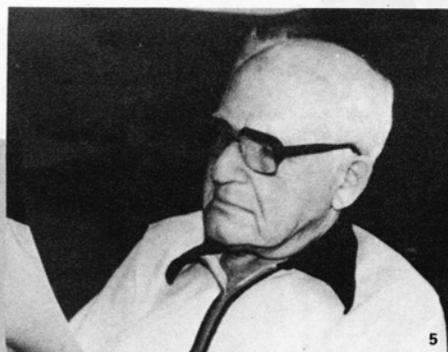
É interessante comparar a trajetória deste grupo de pioneiros com a dos cientistas que, nascidos no estrangeiro, chegaram ao Brasil na década de 1930, deixando uma influência

profunda na comunidade científica do país. Uma amostra deles aparece no quadro 3. Todos nasceram na passagem do século e, ao contrário dos brasileiros, não se formaram em profissões liberais, mas em disciplinas científicas enquanto tais. Vieram para o Brasil com seus doutorados europeus terminados e, em alguns casos, com uma carreira científica e acadêmica já delineada. As razões de suas vindas foram variadas: motivos familiares e pessoais, insegurança decorrente das tensões da Europa de então, insatisfações com as possibilidades de carreira profissional, entre outras. Os italianos tiveram o apoio do governo de Mussolini, que considerava suas atividades como integrantes de uma importante missão cultural no Brasil. O mesmo aconteceu com os franceses, que vieram principalmente para a área de ciências sociais.

O grande impacto que os cientistas estrangeiros tiveram no Brasil não se explica apenas por sua melhor formação e maior experiência, mas também porque encontraram um contexto institucional muito mais propício para seu trabalho do que os brasileiros da mesma geração. Wathagin, Brieger e Mingoia foram trazidos junto com outros europeus como Giuseppe Occhialini (física), Luigi Fantappiè (matemática) e H. Rheimboldt (química) para compor o corpo docente da recém-formada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, que oferecia condições de trabalho acima dos padrões brasileiros de então.



(1) Othon Leonardos — 1942; (2) Amilcar Viana Martins; (3) F. Brieger; (4) Olímpio da Fonseca Filho; (5) Guido Beck; (6) Da esquerda para a direita: Viktor Leintz, Quintino Mingoia, Marcelo Moura Campos e Blanka Wladislaw — 1955; (7) Gleb Wathagin — 1972.



**Quadro 1 — Físicos e geólogos brasileiros da primeira geração (1892-1907) nascida no Brasil**

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR
1892	Lélio Gama	Matemático e astrônomo - Esc. Politécnica e Observatório Nacional, RJ	Rio de Janeiro, filho de militar
1899	Othon Leonardos	Geólogo - Escola Politécnica, RJ	Minas Gerais, filho de comerciante
1906	Francisco Magalhães Gomes	Físico - Esc. de Minas e Met. de Ouro Preto e Univ. de Minas Gerais	Minas Gerais, filho de professor
1907	Mário da Silva Pinto	Geólogo - Esc. Engenharia (ex-Politécnica), RJ, e Depto. Nac. de Produção Mineral	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal

**Quadro 2 — Biólogos brasileiros da primeira geração (1892-1907) nascida no Brasil**

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR
1894	Afrânio do Amaral	Médico - Fac. de Med. da Bahia e Harvard (EUA)	Pará, filho de empresário
1895	Olímpio da Fonseca Filho	Médico - Fac. de Med. do Rio de Janeiro, Manguinhos, Estados Unidos e França	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal
1904	Adolfo Martins Penha	Biólogo - Fac. de Med. de Minas Gerais e Manguinhos	Rio de Janeiro
1905	Otto Bier	Biólogo - Fac. de Med. do Rio de Janeiro e Manguinhos	Rio de Janeiro, filho de imigrantes europeus
1907	José Reis	Biólogo - Fac. de Med. do Rio de Janeiro, Manguinhos, Inst. Biol. de S. Paulo e Inst. Rockefeller (EUA)	Rio de Janeiro, filho de comerciante
1907	Amílcar Viana Martins	Zoólogo - Fac. de Med. de Minas Gerais, Manguinhos e Rocky Mountain (EUA)	Minas Gerais, filho de funcionário público

**Quadro 3 — Cientistas brasileiros de todas as disciplinas, nascidos no exterior, da primeira geração (1892-1907)**

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR	CHEGADA AO BRASIL
1889	Gleb Wathagin	Físico - Turim (Itália)	Rússia, filho de profissional liberal	São Paulo, 1934
1900	F. Brieger	Geneticista - Univ. de Breslau (Alemanha)	Alemanha, filho de profissional liberal	São Paulo, 1934
1902	Quintino Mingoia	Químico - Univ. de Pavia (Itália)	Itália	São Paulo, 1934
1903	Guido Beck	Físico e matemático - Univ. de Viena, Cavendish Laboratory, Leipzig (Alemanha) e outros	Áustria, filho de comerciante	Rio de Janeiro, 1951
1904	Viktor Leintz	Geólogo — Univ. de Heidelberg (Alemanha)	Alemanha	Rio de Janeiro, 1933
1905	Bernhard Gross	Físico - Univ. de Stuttgart (Alemanha) e Electric Research Association (Londres)	Alemanha	Rio de Janeiro, 1933

# A Segunda Geração



Os cientistas da segunda geração seguiram os caminhos abertos por seus antecessores e tiveram carreiras bastante similares às deles. Na área biológica (ver o quadro 4), quase todos se formaram nas escolas de Medicina do Rio ou São Paulo, passando mais tarde a trabalhar em Manguinhos ou no Instituto Biológico de São Paulo. Este último foi dirigido inicialmente por Arthur Neiva, da primeira geração de Manguinhos, onde também se formou a maioria dos seus pesquisadores. O padrão de ingresso na atividade científica também é semelhante ao da primeira geração: o jovem estudante, ainda na faculdade, atraía o interesse de um professor vinculado a Manguinhos e come-

çava seu aprendizado científico através desta relação pessoal.

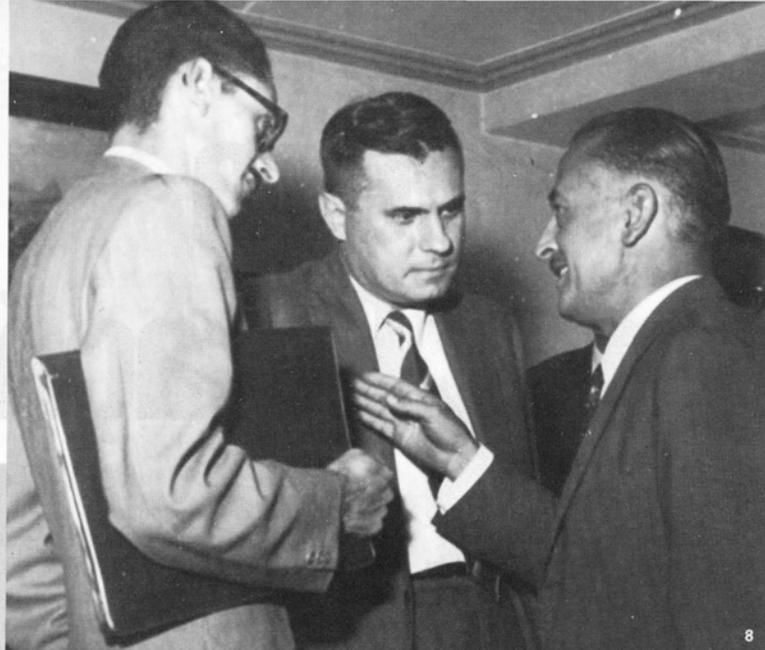
Se os biólogos começavam como médicos, um certo número de físicos e químicos iniciavam suas carreiras nas escolas de engenharia (ver o quadro 5), indo depois, quase sem exceção, para a recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. Os dados sobre suas origens familiares não são completos, mas há indícios de que a origem social dos químicos e físicos era mais humilde do que a dos biólogos. Muitos deles eram filhos de imigrantes sem educação universitária e alguns possuíam sobrenomes de origem judaica, o que só ocorre com um dos pesquisadores em biologia. Ainda que a medicina e a engenharia fossem carreiras de prestígio social aparentemente similar, parece que a primeira era preferida por famílias melhor estabelecidas e tendia a passar mais siste-

maticamente de pais para filhos. Isto ficava ainda mais nítido no caso de Manguinhos, cujos pesquisadores constituíam uma espécie de elite dentro da profissão médica e conviviam sem dificuldades com a camada de maior prestígio na vida política e intelectual do país.

Com as diretrizes implantadas a partir dos anos 30 pelo Ministério da Educação, o trabalho de pesquisa científica foi marginalizado e, como regra, não encontrou condições de desenvolver-se. Duas notáveis exceções foram o trabalho quase isolado de Joaquim da Costa Ribeiro e Bernhard Gross na área de física, e o Laboratório de Biofísica da Faculdade de Medicina que, sob a liderança de Carlos Chagas Filho, conseguiu dar prosseguimento, em outro contexto institucional, às tradições de qualidade do Instituto Oswaldo Cruz.



(1) Crodowaldo Pavan; (2) Carlos Chagas Filho; (3) Walter B. Mors; (4) Maurício Rocha e Silva, caricatura de Chico Caruso; (5) Marcelo Damy de S. Santos (à direita) — 1953; (6) José Ribeiro do Valle — 1958; (7) Wladimir Lobato Paransen; (8) Zeferino Vaz (à direita) e Oscar Sala (centro) — 1955.



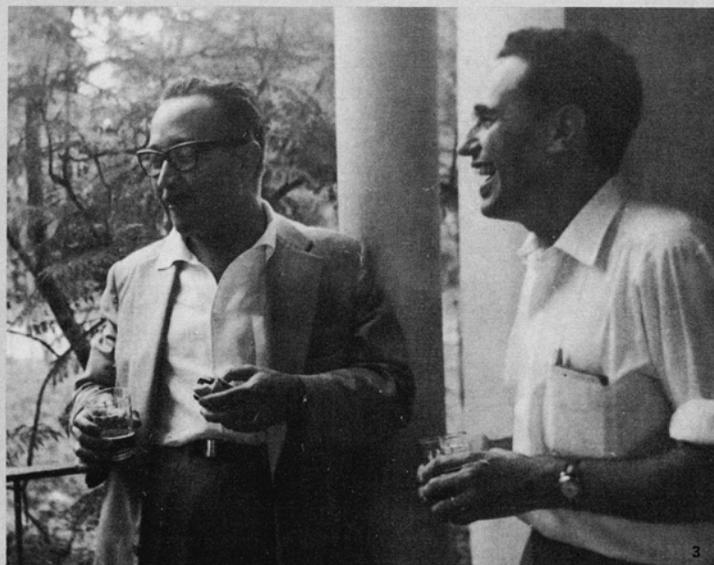
Quadro 4 — Biólogos brasileiros da segunda geração (1908-1920)

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR
1908	José Ribeiro do Valle	Bioquímico - Esc. de Med. de São Paulo e Estados Unidos	Minas Gerais, filho de fazendeiro
1909	Hugo Souza Lopes	Entomologista - Esc. de Agric. e Vet. do Rio de Janeiro e Manguinhos	Rio de Janeiro
1910	Zeferino Vaz	Geneticista - Esc. de Med. de São Paulo e Inst. Biol. de São Paulo	São Paulo, filho de comerciante
1910	Maurício Rocha e Silva	Bioquímico - Esc. de Med. do Rio de Janeiro, Inst. Biol. de São Paulo, Estados Unidos e Inglaterra	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal
1911	Carlos Chagas Filho	Biofísico - Esc. de Med. do Rio de Janeiro, Manguinhos e Paris	Rio de Janeiro, filho de cientista
1911	Herman Lent	Entomologista - Esc. de Med. do Rio de Janeiro e Manguinhos	Rio de Janeiro, filho de comerciante
1914	Wladimir Lobato Paraense	Biólogo - Esc. de Med. do Pará e Pernambuco, Fac. de Med. de S. Paulo	Rio de Janeiro
1914	Mário Viana Dias	Neurofisiologista - Esc. de Med. do Rio de Janeiro e National Institute Medical Research (EUA)	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal
1919	Crodowaldo Pavan	Geneticista - Univ. de São Paulo e de Columbia (EUA)	São Paulo, filho de empresário
1920	Manoel da Frota Moreira	Fisiologista - Esc. de Med. do Rio de Janeiro, Estados Unidos e Inglaterra	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal

Quadro 5 — Físicos e químicos brasileiros da segunda geração (1908-1920)

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR
1908	Simão Mathias	Físico-químico - Univ. de São Paulo e de Wisconsin (EUA)	São Paulo, filho de comerciante
1909	Paulus A. Pompéia	Físico - Univ. de São Paulo e de Chicago (EUA)	São Paulo, filho de profissional liberal
1914	Mario Schemberg	Físico - Univ. de São Paulo, Roma e Estados Unidos	Pernambuco, filho de comerciante imigrante
1917	Paschoal Ernesto A. Senize	Químico - Univ. de São Paulo e de Louisiana (EUA)	São Paulo, filho de imigrante
1918	José Leite Lopes	Químico e físico - Univ. de Pernambuco, São Paulo e Princeton (EUA)	Pernambuco, filho de comerciante
1920	Otto Gottlieb	Químico - Esc. Nac. de Quím. do Rio de Janeiro, Inglaterra e Israel	Tchecoslováquia, filho de imigrante
1920	Walter B. Mors	Químico - Univ. de São Paulo e de Michigan	São Paulo
1920	Marcelo Damy de S. Santos	Físico - Univ. de São Paulo e de Cambridge (Inglaterra)	São Paulo
1920	Jayme Tiomno	Físico - Univ. do Dist. Fed., Fac. Nac. de Fil. do R. Janeiro e Princeton (EUA)	Rio de Janeiro, filho de comerciante imigrante

# A Terceira Geração



A novidade em relação à terceira geração foi o fato de que, pela primeira vez na história brasileira, tornou-se possível a um estudante ingressar diretamente em um curso de formação científica sem passar por uma escola profissional. Isto foi particularmente verdadeiro para os estudantes de física e química formados pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, que encontraram na própria escola linhas de pesquisa já em andamento, lideradas pelos professores estrangeiros e seus discípulos brasileiros. Vários estudantes de outras partes do país que iniciaram sua formação em cursos de química dentro de uma orientação mais pragmática se transferiram depois para São Paulo ou para o exterior em busca de uma formação científica mais sólida.

Embora não muito difundido, o costume de completar os estudos no exterior já estava bem estabelecido entre um pequeno grupo de profissionais, pois desde a Segunda Guerra Mundial a Fundação Rockefeller começou a conceder bolsas para cientistas brasilei-

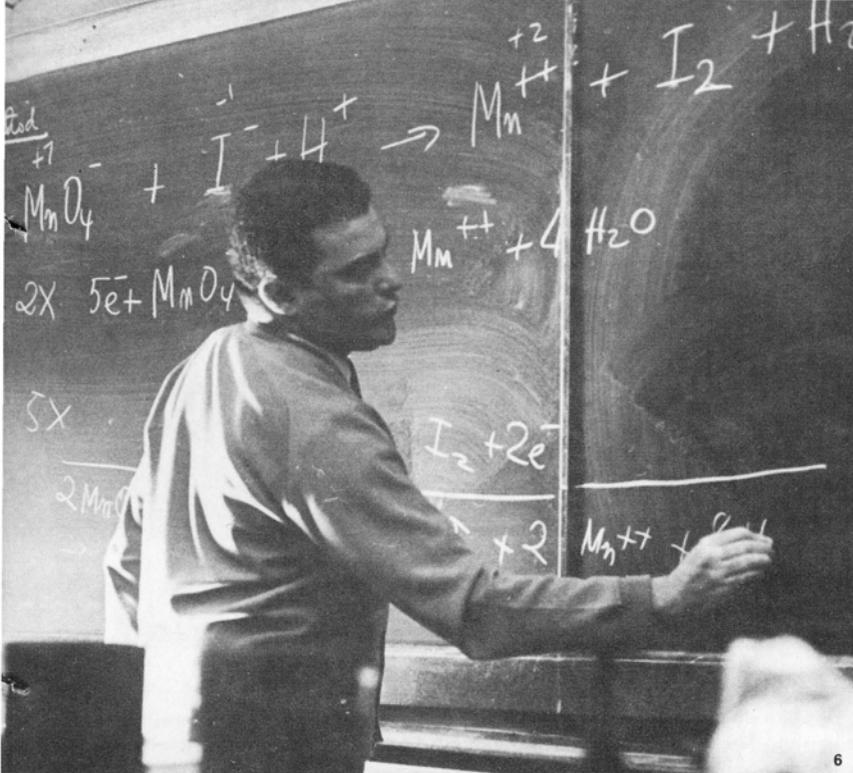
ros fora dos tradicionais programas da área de saúde.

A diferença de tamanho entre os dois grupos listados nos quadros 6 e 7 reflete uma óbvia tendenciosidade da amostragem feita em nosso estudo e não significa que houvesse no Brasil mais cientistas físicos do que biológicos nesta geração. Mas ela não deixa de refletir um fato importante: se nas gerações anteriores as ciências biológicas eram claramente dominantes no país, a partir dos anos 30 as ciências físicas adquiriram um prestígio inusitado em todo o mundo e passaram a atrair um número incomum de pessoas talentosas. Um exame dos quadros confirma nossa impressão anterior sobre a origem familiar menos elevada dos cientistas da área física em relação aos da área biológica, e chama a atenção para um fato curioso: enquanto a maioria dos biólogos desenvolveu seus trabalhos

dentro de suas instituições e campos de especialização, vários cientistas físicos se tornaram figuras públicas, fortemente envolvidas nas discussões mais gerais sobre o papel da ciência, da tecnologia e da educação no desenvolvimento do país. Mesmo sendo temerário generalizar a partir de uma base tão restrita, parece que os pesquisadores da área biológica tiveram uma tendência para permanecer em suas posições de prestígio social já consolidado, ainda que frequentemente inovando em suas linhas de pesquisa e na criação de novas instituições — enquanto os da área física pareciam visar objetivos mais amplos, buscando passar de um contexto social relativamente marginal para a conquista de um campo intelectual mais prestigioso e promissor, e pretendendo, a partir dele, influenciar a sociedade como um todo.



(1) E. Giesbrecht; (2) F. Salzano; (3) J. Goldemberg (à direita) e R. Pieroni — 1963; (4) Blanka Wladislaw entre seus alunos; (5) Warwick Kerr, caricatura de Chico Caruso; (6) Ricardo Ferreira — 1965; (7) Oscar Sala (à esquerda) e Cesar Lattes — 1980; (8) R. Salmeron (à esquerda) e Paulo L. Ferreira — 1975.



Quadro 6 — Físicos e químicos brasileiros da terceira geração (1921-1931)

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR
1921	Blanka Wladislaw	Química - Univ. de São Paulo	Polônia, filha de imigrante
1921	E. Giesbrecht	Químico - Univ. de São Paulo	Paraná, filho de profissional liberal
1922	Oscar Sala	Físico - Univ. de São Paulo, de Illinois e de Wisconsin (EUA)	Itália, filho de imigrante
1923	Aluísio Pimenta	Químico - Univ. de Minas Gerais e de São Paulo	Minas Gerais, filho de farmacêutico
1924	Jacques Danon	Físico - Esc. Nac. de Química do Rio de Janeiro e Paris	São Paulo, filho de comerciante
1924	Cesar Lattes	Físico - Univ. de São Paulo e Princeton (EUA)	Paraná, filho de imigrante
1925	Paulo L. Ferreira	Físico - Univ. de São Paulo e Roma	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal
1925	Jean Meyer	Físico - Univ. de São Paulo e Esc. Politécnica de Paris	Dantzig (Polônia), filho de imigrante
1926	Sergio Porto	Físico e Químico - Fac. de Fil. do Rio de Janeiro, Johns Hopkins e Bell Laboratories (EUA)	Niterói (RJ), filho de comerciante
1927	R. Salmeron	Físico - Fac. de Eng. de São Paulo, Fac. de Fil. do Rio de Janeiro e Manchester (Inglaterra)	Rio de Janeiro
1928	José Israel Vargas	Físico - Fac. de Quím. de Minas Gerais, Univ. de São Paulo e de Cambridge (Inglaterra)	Minas Gerais, filho de empresário
1928	José Goldemberg	Físico - Univ. de São Paulo e Canadá	Rio de Janeiro, filho de profissional liberal
1928	Ricardo Ferreira	Físico - Esc. de Quím. de Pernambuco e São Paulo, e California Technological Institute (EUA)	Pernambuco, filho de comerciante
1930	Gerhard Jacob	Físico e matemático - Fac. de Fil. do Rio Grande do Sul	Alemanha, filho de imigrante
1931	Rogério Cerqueira Leite	Físico - Inst. Tecnol. da Aeronáutica, Paris e Bell Laboratories (EUA)	São Paulo

Quadro 7 — Biólogos brasileiros da terceira geração (1921-1931)

NASC.	NOME	ÁREA E FORMAÇÃO	LOCAL DE NASC. E ORIGEM FAMILIAR
1922	Warwick Kerr	Geneticista - Esc. Sup. de Agric. Luís de Queiroz	São Paulo, filho de profissional liberal
1923	Paulo Emílio Vanzolini	Zoólogo - Univ. de São Paulo e de Harvard (EUA)	São Paulo, filho de profissional liberal
1925	Antonio Cordeiro	Geneticista - Fac. de Fil. do Rio Grande do Sul e Univ. de Columbia (EUA)	Rio Grande do Sul, filho de militar
1928	F. Salzano	Geneticista - Fac. de Fil. do Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul, filho de profissional liberal

**A**lguns cientistas que iniciaram trabalhos de pesquisa nos últimos anos da década de 1930 e nos primeiros da de 1940 partiram para realizar estudos avançados no exterior logo depois do fim da guerra. Na volta, encontraram um sistema universitário em expansão, mas totalmente orientado para atender às demandas educacionais de uma classe média em ascensão. Tratava-se de um padrão educativo que se consolidava rapidamente em todo o país e, mais uma vez, excluía a pesquisa científica. Havia exceções em centros isolados, mantidos pela USP e outras instituições, mas a pesquisa continuava sendo uma atividade que se desenvolvia contra a maré. As orientações pragmáticas vitoriosas nos anos 30 haviam sido reforçadas pelos usos espetaculares das modernas tecnologias que a guerra tornara evidentes. Muitos dos físicos brasileiros mais capazes tinham participado, durante a guerra, de atividades de pesquisa militar apoiadas pelo governo brasileiro, e relutavam em voltar à pesquisa meramente acadêmica. Para os que haviam tido algum contato com temas relacionados ao átomo, impunha-se a idéia de desenvolver uma política nacional de pesquisa da tecnologia nuclear.



Engenharia Civil da Escola Politécnica - USP.

O destino destes projetos e seu papel na implantação de uma comunidade científica de qualidade no país fazem parte de uma história que ainda hoje se desenrola, da qual participam muitos pesquisadores da nossa “terceira geração” e seus discípulos. Algumas instituições criadas no pós-guerra tiveram sucesso, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), criado pela Força Aérea Brasileira com assistência técnica norte-americana e livre do controle burocrático do Ministério da Educação. Outras tiveram uma vida bem mais difícil e conturbada, como o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, localizado no Rio de Janeiro e inicialmente destinado a ser o ponto de partida para a entrada do Brasil na era nuclear.

**F**oi só nos anos 60 que as autoridades brasileiras adotaram uma política mais abrangente de educação científica e pesquisa tecnológica avançada, cujos marcos mais importantes foram a criação de um sistema nacional de cursos de pós-graduação e a constituição do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, relativamente bem dotado para o apoio a esta área. A nova política começou a ser implementada numa época em que as dificuldades do sistema universitário chegavam a um ponto crítico e a insatisfação dos cientistas em relação ao regime autoritário de então alcançava seus níveis mais altos. Como se sabe, as medidas repressivas determinadas naqueles anos atingiram algumas das principais instituições de pesquisa do país, através da cassação ou aposentadoria compulsória de muitos de seus nomes mais conhecidos. Foi o ápice de um

longo período de desentendimentos havidos entre pesquisadores e governos. Apesar de tudo, a USP, o Instituto Oswaldo Cruz, o ITA e algumas outras instituições de qualidade eram a única base existente para a sustentação de uma nova política de desenvolvimento científico e tecnológico.

O fato de o Brasil contar atualmente com uma comunidade científica dotada de certa significação é uma indicação de que essa base, apesar de suas limitações, possuía qualidades importantes. Estrangeiros em seu próprio país, educados e formados de maneira contrária às correntes dominantes na política e na educação brasileiras, estes cientistas e seus discípulos, membros da “quarta geração”, não permaneceram passivos diante das novas possibilidades que se abriam. Ao contrário, trataram de encontrar nelas o espaço possível para retomar o caminho iniciado por seus mestres há tantos anos atrás. Esta retomada mostra que o peso da tradição científica e acadêmica é mais importante do que supõem os que eventualmente ocupam as posições de mando na administração e na política.



#### SUGESTÕES PARA LEITURA

SCHWARTZMAN, S. e cols. *Formação da Comunidade Científica no Brasil*. FINEP e Cia. Editora Nacional, 1979.

Transcrições de entrevistas gravadas com pesquisadores. Pesquisa sobre a História Social das Ciências no Brasil, Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil da Fundação Getúlio Vargas.

**Edição de texto:** César Queiroz Benjamin



Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP.

# CIÊNCIA HOJE DESEJA QUE O PAÍS MAIS CONHECIDO NO BRASIL SEJA O BRASIL.

Mais um belo motivo para você assinar Ciência Hoje e entrar também nesta batalha histórica pela maior riqueza de qualquer povo: sua identidade nacional.

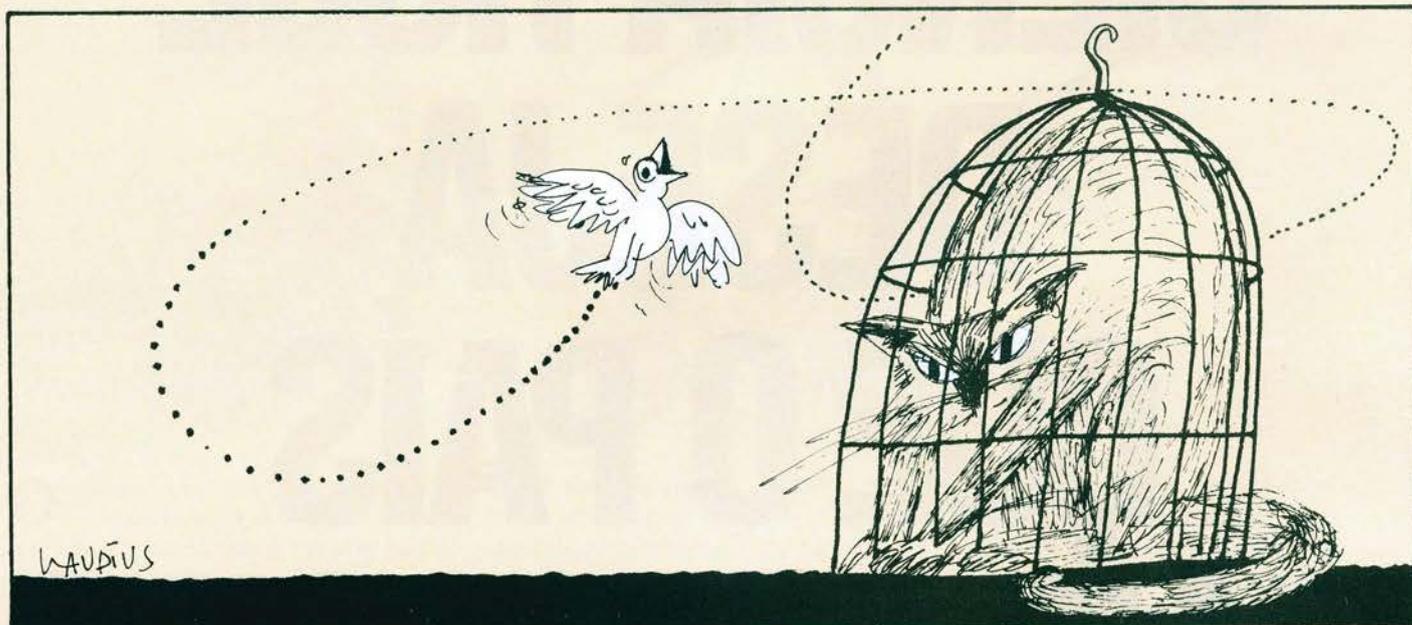
Ligue hoje mesmo para (021) 295-4442 ou 295-4846 e faça sua assinatura.

Ciência Hoje é um passaporte para o Brasil que nossos filhos conhecerão muito mais do que nós.

**CIÊNCIAHOJE**

A revista do Brasil inteligente (e soberano).

## O BALANÇO DA INFORMÁTICA



No último dia 3 de outubro, o Congresso Nacional aprovou o substitutivo ao projeto n.º 10, de 1984, da presidência da República. Com veto parcial, seu texto foi sancionado 26 dias depois pelo chefe do Executivo, e convertido na lei n.º 7232 que “dispõe sobre a política nacional de informática e dá outras providências”.

A versão original (do Executivo) continha imperfeições por tomar por base o decreto-lei que criou a Secretaria Especial de Informática, e não continha uma definição satisfatória de empresa nacional. Era vacilante quanto à reserva de mercado e não contemplava com clareza recursos para a pesquisa e desenvolvimento. Era, por outro lado, um projeto que não oferecia solução para a grande problemática que envolve este setor, extremamente modernizador, que é a necessidade de a sociedade brasileira tutelar sua expansão em nosso país.

Submetido ao Congresso Nacional sob regime de urgência com decurso de prazo, encontrou parlamentares dispostos a aprofundar a análise de seu texto e buscar assessoria técnica competente, pois o assunto excitava pressões das multinacionais e dos governos de países ricos, assim como reações daqueles que se interessam pela nossa autonomia no setor. Neste particular, destacou-se o “Movimento Brasil Informática”, que — iniciado pela Associação Brasileira da

Indústria de Computadores e Periféricos (Abicomp), Associação dos Profissionais de processamento de Dados (APPD), Federação Nacional dos Engenheiros (FNE), Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) — conseguiu colher assinaturas de cerca de 400 entidades de classe. Veículos independentes de comunicação também deram seu apoio, como foi o caso de *Ciência Hoje*, que desencadeou a campanha “A Informática é Nossa”.

Criou-se uma Comissão Mista do Congresso Nacional, inerente ao próprio processo de tramitação em regime de urgência. Esta comissão teve um árduo trabalho, motivado pela seriedade e competência de seu presidente, o deputado Freitas Nobre, e de seu relator, o senador Virgílio Távora. Ao cabo de 35 dias, foi aprovado o substitutivo do relator, que apreciou 262 emendas e ouviu o depoimento de 20 convidados, representantes de empresas e de entidades de classe.

O substitutivo praticamente superou as imperfeições contidas no projeto do Executivo, mas introduziu alguns aspectos indesejáveis. De positivo, é de se ressaltar os seguintes aspectos:

a) supervisão do Congresso Nacional sobre as medidas aplicadas ao setor, me-

dante aprovação trienal do Plano Nacional de Informática, seguida de uma avaliação anual;

b) maior representação de entidades não governamentais no Conselho Nacional de Informática (Conin), pois o texto do governo propunha cinco representantes das entidades para quantos do governo o Executivo desejasse (o substitutivo limitou a 10 os assentos do governo no órgão e aumentou para 8 membros a participação das entidades);

c) eliminação de ambigüidades no que tange aos instrumentos de reserva de mercado para o desenvolvimento de uma tecnologia nacional;

d) melhor definição de empresa nacional;

e) transferência de subordinação da Secretaria Especial de Informática, do Conselho de Segurança Nacional (CSN), subordinando-a ao Conin, órgão de assessoramento imediato ao presidente da república, portanto, com o mesmo nível de hierarquia do CSN;

f) preocupação com a pesquisa e desenvolvimento, explicitando fonte de recursos para o Fundo Especial de Informática e Automação e criando estímulos para que as empresas canalizassem recursos para universidades e centros de pesquisa.

Dentre os aspectos inconvenientes do texto do substitutivo, são evidentes os seguintes:

a) criação de Distritos de Exportação

de Informática, onde as empresas transnacionais poderão industrializar (montar?) produtos que se destinem exclusivamente à exportação (estes distritos podem se converter em uma fenda na reserva de mercado, com as empresas estrangeiras usando argumentos do tipo: "Se não pudermos estender a comercialização de nossos produtos ao mercado interno, teremos que paralisar a produção e dispensar diversos operários");

b) exceção na reserva de mercado para assegurar que empresas com tecnologia nacional que não importem partes, peças e componentes possam operar sem restrições (o erro foi na redação do substitutivo, que empregou a expressão "bens e serviços, de informática", praticamente abrindo o mercado de *software* e consultoria, que são atividades de serviços para qualquer empresa, pois estas atividades independem de peças, partes e componentes);

c) possibilidade de repartição de responsabilidades pelos órgãos da administração federal, que enfraqueceria a ação da SEI e geraria diferenciação de tratamento da informática em função da visão que cada órgão público tenha do setor;

d) preocupação com práticas monopolistas restrita apenas às empresas que usufruam de benefícios fiscais, quando deveria, na realidade, abranger todas as empresas;

e) referência à autorização expressa "autor de *software*", para duplicações ou utilizações do mesmo, dando margem à interpretação de que o *software* seria regido pelo regime jurídico do Direito Autoral, o que não convém aos interesses do país (o *software* deverá subordinar-se a um regime jurídico próprio, que será objeto de lei cujo projeto está em discussão).

O substitutivo do senador Virgílio Távora foi aprovado por acordo de lideranças e incorporou dois destaques que passaram a fazer parte do seu texto para encaminhamento à solução do presidente da república. Foram eles os constantes das emendas do deputado José Eudes tratando do livre acesso aos bancos de dados e da preservação do nível de empregos através de prévia aprovação de órgão paritário de empregados e empregadores, quando da ins-

talação, nas empresas, de máquinas ou equipamentos de automação controlados por equipamento eletrônico. Foram, portanto, adições de caráter social ao texto da lei cuja redação não contemplava tais preocupações.

Ao sancionar a lei, o presidente da república vetou todos os aspectos negativos do substitutivo, acima apontados, exceto os artigos referentes aos Distritos de Exportação de Informática. Contudo, amenizou seus efeitos ao restringir a implantação de tais distritos às áreas da Sudam e da Sudene e ao limitar sua produção estritamente para fins de exportação. Voltamos a dizer que os Distritos de Exportação são indesejáveis, por criar um desenvolvimento positivo.

No entanto, outros vetos do presidente foram pouco auspiciosos para a pesquisa e desenvolvimento, para a representação não governamental no Conin e para os que têm sofrido os impactos sociais da informática. Foi negado o provisionamento, para a pesquisa e desenvolvimento, de 0,8% da receita tributária no orçamento fiscal da União. O limite de 10 representantes do governo no órgão normativo para o setor foi eliminado, podendo o presidente desbalancear mais ainda a proporção entre representantes governamentais e não governamentais. Também foram vetados os destaques do deputado José Eudes, o que frustrou as expectativas de controle dos impactos da informática em nossa intimidade e em nossas já instáveis garantias de níveis de emprego.

Os vetos do presidente da república estão aí para ficar. Dificilmente serão vetados pelo Congresso Nacional, uma vez que seria necessário um quorum de 2/3, pouco provável de alcançar. Esperamos que surjam instrumentos legais capazes de compensar os problemas causados por tais vetos. Por outro lado, o processo de implantação de uma política nacional de informática foi muito rico e merece alguns comentários em vários planos.

Para começar falando do pior, é curioso observar que a mensagem do presidente ao Congresso Nacional apresenta um razoável número de vetos por inconstitucionalidade. Não chega a espantar que o Executivo entenda mais da

Constituição que o Legislativo, uma vez que o instrumento de decurso de prazo tornou o Executivo no real legislador brasileiro. E por isto não é de estranhar que o veto aos vetos do presidente tenha tratamento hierárquico de mudança da Constituição, que exige quorum de 2/3 do Congresso Nacional.

Em compensação, pode-se verificar que uma boa causa para a sociedade brasileira recebe apoio que se sobrepõe aos interesses político-partidários. No caso da legislação que estamos tratando houve identificação da quase unanimidade do Congresso e o reconhecimento da tarefa que vinha sendo desenvolvida pela SEI como expressão de um trabalho de alto poder integrador, ainda que sob o regime de exceção. Grande identidade de interesses pela valorização nacional uniu os esforços dos senadores Severo Gomes, Carlos Chiarelli, Henrique Santillo, Marco Maciel, Marcondes Gadelha, Fernando Henrique Cardoso, Fábio Lucena e Pedro Simon com os dos deputados Cristina Tavares, Odilon Salmoria, José Eudes, Néelson Marchezan, Ibsen Pinheiro, Brandão Monteiro, José Jorge, Israel Pinheiro Filho, Álvaro Valle, Bocayuva Cunha, José Frejat e muitos outros, com o objetivo de oferecer ao país os meios de valorizar sua inteligência.

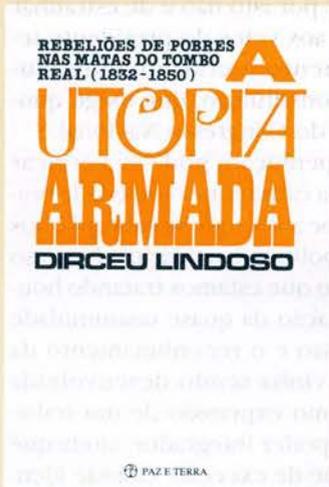
Ganhou a Informática brasileira! Sobretudo, ganhou a própria nação brasileira! Com a lei da informática materializou-se a soberania dos representantes do povo, que responderam ao instrumento do decurso de prazo com um trabalho profundo. Foi emocionante testemunhar esta ambivalência do "SIM" à autonomia tecnológica nacional e do "NÃO" ao autoritarismo, com o Plenário do Congresso Nacional registrando presença expressiva dos parlamentares. A nação brasileira ganhou, também, pelo modelo que a política de informática representará para outros setores da indústria carentes de políticas industriais definidas.

Resta esperar que os Planos Nacionais de Informática e Automação saibam traduzir medidas que conduzam aos reais interesses da sociedade brasileira por longo prazo.

**Luiz de Castro Martins**

Presidente da Sociedade Brasileira de Computação (SBC)

## ÍNDIOS, NEGROS E BRANCOS POBRES: OS CABANOS NAS MATAS DO REI



LINDOSO, Dirceu — *A utopia armada: rebeliões de pobres nas matas do Tombo Real (1832-1850)*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

Entre 1832 e 1850, um movimento de índios aldeados, de moradores e lavradores pobres e de escravos evadidos do sul de Pernambuco e norte de Alagoas — coração da economia canavieira do país — ameaçou o poder local dos grandes senhores de terra e ricos comerciantes. Foi a Guerra dos Cabanos, hoje mencionada de passagem pela historiografia oficial como um dos vários movimentos que agitaram o Império no período regencial ou como uma espécie de desvio criminal das lutas interoligárquicas da região. A decisão do presidente da província de Alagoas de fazer um recrutamento forçado entre os índios do Jacuípe em fins de 1831 ou início de 1832 teria provocado uma revolta entre eles, logo agravada pela ação de ex-escravos (a “terível falange dos papa-méis”) mas contornada em 1835 pela intervenção pacificadora do bispo de Pernambuco.

Dirceu Lindoso demonstra que esta versão violenta os fatos e nada tem de ingênua, integrando uma construção ideológica dos historiadores tradicionais, portadores de um discurso anticabano cujos elementos-chave são analisados pormenorizadamente ao longo do livro. Ele desmistifica o que chama de “ideologia de im-

putação criminal” e desloca o quadro geral de referência de análise de modo a tornar inteligíveis os feitos político-militares da guerra, para a qual propõe nova periodização. Seu objetivo não é noticiar detalhadamente os acontecimentos, tarefa realizada por Manoel Correia de Andrade em *A Guerra dos Cabanos*, mas entender como um movimento tão amplo e profundo pôde ser esquecido e ter seu significado distorcido.

Coerente com sua problemática teórica, o livro não segue uma ordem cronológica. Sua peregrinação crítica começa, no segundo capítulo, por um fato oficialmente considerado posterior à Guerra dos Cabanos (que se teria encerrado em 1836), mas que representou um suporte decisivo para as interpretações que reduzem o movimento a um episódio das lutas entre facções da oligarquia regional: o ataque a Maceió, em outubro de 1844, pelas tropas de Vicente de Paula (Líder da Cabanada em sua fase popular), que ocuparam o consulado britânico e provocaram a fuga das famílias mais poderosas da capital, o refúgio do presidente da província em um navio e a dispersão do contingente local da Guarda Nacional, substituído na defesa da cidade por tropas vindas de Pernambuco. A reconstituição destes fatos permite perceber o poderio militar dos cabanos ainda àquela altura, a liderança incontestada de Vicente de Paula e o sentimento de ameaça à propriedade que tomou conta inclusive da intelectualidade estamental e se transmitiu aos intérpretes de outras épocas.

Para Lindoso, resumir o episódio a uma escaramuça na luta interoligárquica serve apenas para exorcizar uma presença incômoda. Ao contrário de outras rebeliões camponesas do mesmo período, a Cabanada inverteu o modelo clássico da “chuaneira”: não foi uma rebelião de pobres usurpada por um grupo dominante, mas uma insurreição desencadeada por chefes políticos absolutistas inconformados com o afastamento de Pedro I que se transformou numa rebelião de po-

bres da terra. Estes estavam — e, em boa medida, ainda estão — excluídos do acesso à escrita, fazendo com que os poucos documentos cabanos existentes expressem uma ideologia ultramontana completamente dissociada das práticas inconformistas dos rebeldes, cuja tradição oral foi destruída pela repressão. Não é por acaso que toda a historiografia sobre o assunto é anticabana: embora aliado de uma das facções dominantes e incapaz de constituir um perfil ideológico autônomo, o movimento possuía considerável autonomia política e ameaçava dar novos rumos às sangrentas, mas equilibradas, disputas oligárquicas entre “lisos” e “cabeludos”. Se as afrontas entre as elites eram neutralizadas de tempos em tempos pelas recomposições políticas em que as regras do jogo saíam reafirmadas, a impossibilidade cabana de sair de um discurso meramente reativo fez com que o discurso estamental se fosse “naturalizando” e os estereótipos por ele veiculados contra os revoltosos fossem adquirindo foros de descrições realistas.

A dominação discursiva anticabana se expressa também na negação da pluralidade étnica do movimento (presente na escolha aparentemente inocente do episódio dos índios do Jacuípe para localizar o início da rebelião) e na concepção do “espaço selvagem”. Juntas, estas idéias fornecem os elementos necessários aos historiadores e ao estamento dominante para justificar uma “guerra de conquista”, ou “guerra justa”, contra índios indiferenciados e reduzidos a uma “animalidade selvática”.

Dirceu Lindoso mostra em cinco capítulos a diversidade étnica dos “índios” da Cabanada, demonstra que nada tinham de “selvagens” (eram índios cristianizados) e assinala o papel fundamental das aldeias-presídios na eclosão do movimento. Essas aldeias, étnica e funcionalmente mistas, aproximavam a experiência de sujeição de alguns grupos

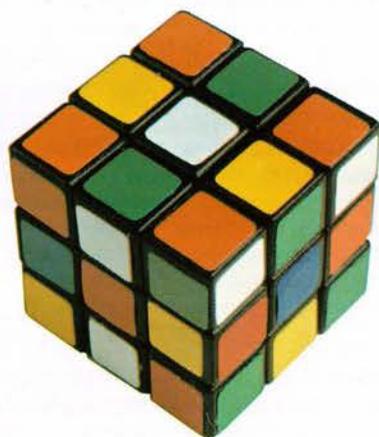
índigenas daquela vivida pelos escravos negros e os brancos pobres, fornecendo ainda uma base social e militar importante, que certamente contribuiu para forjar nos historiadores a imagem de que a Cabanada fora uma rebelião de índios. Lindoso mostra que a pluralidade étnica foi um dos traços distintivos da rebelião, na qual a condição de insurreto pesava mais do que a etnia de cada um.

O livro reconstrói parte da história dos diferentes grupos indígenas envolvidos, mas, no caso dos negros, as “técnicas de rebaixamento social” postas em prática pelos colonizadores tornaram quase impossível qualquer tentativa de identificação étnica. Mesmo assim, Lindoso consegue mostrar que foi a recusa à dominação sesmeiro-escravista — e não a questão propriamente étnica — que impeliu os negros para dentro das matas. Eles estavam ali desde antes da deflagração do movimento, comandado inicialmente por senhores de terras e de escravos, fato que postergou sua adesão. Mais tarde, no entanto, eles imprimiram uma nova radicalidade à última fase da rebelião. É compreensível: para os escravos, a perspectiva de reversão ao cativeiro não deixava espaço para arranjos, possibilidade real para ex-índios, ex-moradores e ex-lavradores.

Foi sobre essa contradição no interior dos cabanos que incidiu a ação da Igreja, iniciada em fevereiro de 1835 através do bispo de Pernambuco como uma tentativa de consagrar a repressão militar. Num segundo momento, a ação de frei Messina utilizou o cristianismo de uma parcela significativa dos revoltosos para encorajar deserções e contribuir para o isolamento dos “papa-méis” nos 14 longos anos da última fase do movimento.

As idéias de criminalidade e selvageria que andam juntas na escrita anticabana também se relacionam, como vimos, às múltiplas referências ao fato de os revoltosos viverem “no meio da

# ONDE É QUE ESTÁ O ESTIRENO QUE ESTAVA AQUI?



O estireno que você não vê está sempre se transformando em milhares de produtos que você vê. Como estes aí ao lado.

São apenas alguns dos inúmeros produtos que utilizam o estireno da CBE - Companhia Brasileira de Estireno.

Uma empresa pioneira que, em 1953, iniciou a implantação da primeira indústria de monômero de estireno em todo o Hemisfério Sul. E vem fornecendo uma quantidade cada vez maior de estireno brasileiro



para indústrias fabricantes de uma infinidade de produtos derivados. Pneumáticos. Solas e saltos de sapatos. Caixas de rádio e televisão. Materiais de isolamento térmico. E para onde mais vai o estireno da CBE? Vai para placas e filmes. Brinquedos. Produtos para uso doméstico. Vernizes. Colas. Ceras. E vai também para carrocerias. Peças para aviões. Isopor. Canetas. Esmaltes. Adesivos. Cosméticos.



Produtos que há alguns anos atrás ainda utilizavam o estireno importado. Atualmente, a CBE é uma das maiores empresas brasileiras fornecedoras do estireno que o mercado necessita. O estireno que economiza divisas. Que gera mais empregos. E que contribui para acelerar ainda mais o desenvolvimento do país. Agora você já sabe onde está o estireno da CBE.

Longe dos olhos, mas sempre perto de você, há 30 anos.



**CBE**



**Companhia Brasileira de Estireno.** Acionistas: Petrobrás Química S.A. - Petroquímica, Grupo Monsanto e Hüls do Brasil Ltda. Escritório Central: Rua Paes Leme, 524 - 9º andar  
Telefone: 815-5111 PABX - São Paulo. Rio de Janeiro: Rua 7 de Setembro, 81/gr. 904 - Fone: 222-1171.

mata", "nas brenhas", "como animais", "afastados da civilização" Para tratar desta questão, Lindoso analisa com brilhantismo o espaço cabano, mostrando que as matas e mangues do norte de Alagoas e do sul de Pernambuco havia muito tempo estavam arranhados pela história: ao invés de espaço intocado, conformavam um espaço disputado por muitos interesses da Coroa e de senhores de engenho, de sesmeiros e índios, de brancos pobres e escravos fugidos. Nesta "despensa de gente pobre" formou-se uma economia agrícola extrativa (a "economia natural cabana") que existia em oposição à economia sesmeiro-escravista e constituía uma espécie de suporte à diferenciação dos espaços. Mas Dirceu Lindoso mostra que a segregação entre o "espaço da mata" e o "espaço dos engenhos", ou entre as "matas mucambeiras" e o "mundo dos engenhos" resultou da operação repressiva governamental

que, em certa altura de sua "guerra de conquista", delimitou um "polígono insurrecional" onde as garantias civis deixaram de existir. Foi uma confirmação *a posteriori* da divisão estabelecida pelo pensamento dominante entre os "cidadãos mansos e pacíficos" e os "selvagens" e "criminosos" cabanos (isto é, toda a população que permanecia no polígono). Esta colocação do "espaço cabano" como prolongamento transformado do "espaço mucambeiro", e não mais como expressão de um "espaço selvagem de procedência indígena", permite ao autor caracterizar socialmente a Cabanada como um movimento de *ex-sociais*: escravos, ex-índios aldeados, ex-lavradores, ex-moradores de engenho.

Enquanto existiram, as matas aparentemente sem história foram uma marca por excelência da presença dos pobres da terra na própria história: de "matas do rei"

tornaram-se também "matas mucambeiras"; mais adiante, foram "matas cabanas", e voltaram no meio do século à condição de "matas mucambeiras", sendo progressivamente destruídas como "matas de engenho". Elas foram as testemunhas da elaboração de uma nova identidade social — a pobreza — síntese de uma experiência incorporada de luta prolongada que pesaria em projetos futuros.

O trabalho de Dirceu Lindoso vai além do restabelecimento da importância histórica e sociológica da Cabanada. Sua contribuição não se limita à maneira de tratar seu objeto, à utilização competente de métodos antropológicos ou à crítica à "razão historiográfica" — aspectos em que o trabalho inova também. Mas o que talvez seja efetivamente revolucionário neste livro é a abordagem desmistificadora de um movimento social. Os movi-

mentos são quase sempre tratados como "forças sociais", como encarnações de uma vontade coletiva que paira acima das relações sociais (matéria do cotidiano de uma sociedade) e que interfere nelas de fora para dentro. Em *A utopia armada*, as relações sociais não formam um vago contexto em torno do movimento, mas tecem o próprio movimento. Entre uma rebelião armada segregada espacialmente e a "sociedade civil" a que se opõe aparece uma continuidade insuspeitada. É por isto que, ao estudar a Guerra dos Cabanos, o que Dirceu Lindoso produz é uma análise em profundidade da sociedade brasileira da primeira metade do século XIX que, sem dúvida alguma, subverte boa parte do que até agora nossa melhor historiografia tinha oferecido.

**Moacir Palmeira**  
Departamento de Antropologia  
do Museu Nacional - UFRJ

## ALDEIA GLOBAL: TELEVISÃO E CAPITALISMO



Caparelli, Sérgio. *Televisão e Capitalismo no Brasil*. Porto Alegre, L&PM Editores, 1982.

A "dupla condição da televisão brasileira", entendida como unidade de produção econômica e, ao mesmo tempo, unidade de produção política e ideológica,

é o tema central da reflexão apresentada por Sérgio Caparelli, que trabalha também com outros enfoques mais tradicionais, como o papel modernizador do veículo, seus efeitos sociais e sua relação com a ideologia.

Busca-se assim compreender a televisão dentro de uma relação complexa, nem sempre percebida mesmo pelos que trabalham diretamente com ela, instituição integrante de diferentes níveis estruturais da nossa sociedade. Para discuti-la, Caparelli recupera aspectos importantes da sua história no Brasil, relacionando-a com a problemática geral dos países periféricos, atrelados a relações de dependência (e não mera subordinação) com o exterior. É o próprio capitalismo, e não a televisão, o elemento determinante deste processo, tornando-se necessário desmitificar a visão que atribui ao veículo a responsabilidade isolada pela manipulação de

informações, a deturpação de valores sociais e a alteração dos modos de vida. Os meios de comunicação, como, de resto, todas as outras instituições sociais, refletem esta realidade mais abrangente.

Caparelli divide a história da televisão brasileira em dois períodos, relacionados ao próprio processo de internacionalização do nosso mercado interno. O primeiro foi caracterizado pela preponderância do capital nacional que, depois de 1964, entrou em conflito com a penetração estrangeira na indústria cultural instalada no país. O declínio da TV Tupi e o fechamento da TV Excelsior marcam este momento de transição, superado pela intensa absorção dos padrões de produção e programação norte-americanos. A apresentação destes elementos históricos permite ao autor discutir as próprias funções sociais da televisão brasileira contemporânea,

como a ampliação do mercado de consumo para a produção capitalista, a abertura de novos e poderosos espaços para a propaganda, a difusão da ideologia dominante — aspectos integrados num conjunto indissociável em que nenhuma parte pode ser analisada isoladamente.

A própria revisão bibliográfica realizada pelo autor, aliada à apresentação dos dados de uma pesquisa feita em 1978 pela Associação Brasileira de Ensino e Pesquisa de Comunicação (Abepec), permite ao leitor um acompanhamento preciso da discussão travada até aqui. Ao final do trabalho, Caparelli discute as possibilidades alternativas para o sistema de comunicação, concluindo pela inexistência de um modelo pronto e a necessidade de construí-lo "em paralelo à praxis mobilizadora das comunidades".

**Nanci Rodrigues Barbosa**

# Entre nos rolos da Lastri.



Entre  
nos rolos  
da Lastri

da Lastri  
nos rolos  
Entre

## Você vai ter sempre uma ótima impressão da gente.

Todo trabalho que entra na Lastri tem a certeza de um final feliz.

O carinho dedicado à fotocomposição, à fotoletra, ao fotolito, ao rotofilme, etc., somado ao cuidado no preparo das tintas, dos rolos, dos cilindros, gravação de chapas, proporcionam

sempre um material impresso de primeiríssima qualidade. É a certeza de um trabalho bem feito e de uma venda tranqüila.

É a melhor saída para quem quer deixar sempre uma ótima impressão.

 **LASTRI S.A.**  
Sempre uma ótima impressão.



## INVENTORES PREMIADOS

Novos equipamentos e processos para cirurgias, para alternativas energéticas e para agricultura foram as áreas de maior concentração entre os vencedores do 12.º Concurso Nacional do Invento Brasileiro. O prêmio deste ano, de Cr\$ 10 milhões, foi dividido entre seis inventos, do total de 146 trabalhos inscritos. Além disso, a comissão julgadora do concurso promovido pelo Serviço Estadual de Assistência aos Inventores (Sedai), do governo de São

Paulo, concedeu 23 menções honrosas.

Os seis trabalhos premiados foram: "Propulsor eletro-pneumático para balão intra-aórtico" — de Adib Jatene, Milton Seigui Oshiro, Kenji Nakiri, Jorge Bonassa e Kyoji Takai; "Turboalimentação de motor a centelha para uso de álcool" — de Urbano Ernesto Stumpf; "Processo e equipamento para remoção de odores tóxicos e poluidores dos derivados de petróleo" — de Pasquale Verdecanna; "Processo para obtenção de

carbono vítreo a partir de resina à base de álcool furfurílico" — de Sidival Dias e Francisco José Xavier de Carvalho; "Aparelho craniótomo succionador cerebral para diagnóstico de viroses animais" — de Wollaston Ney Graça Viana, e "Processo de fracionamento dos componentes das folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni" — de Mauro Alvares e Amaury Cezar Cruz Couto.

## MINERAÇÃO EM TERRAS INDÍGENAS

O delegado aposentado da Polícia Federal Nelson Marabuto substituiu Jurandy Marcos Fonseca na presidência da Fundação Nacional do Índio (Funai), dia 19 de setembro último. Marabuto é o quinto presidente do órgão durante o atual governo. Jurandy Fonseca alega ter sido demitido por se ter recusado a assinar portaria regulamentando o decreto presidencial n.º 88.985 que autoriza a exploração empresarial de minérios em terras indígenas.

Nove dias antes, entidades de apoio aos índios entregaram à Funai um detalhado parecer jurídico, antropológico e político sobre a ilegalidade das medidas propostas pelo governo e suas graves consequências no que diz respeito à integridade e à sobrevivência das nações indígenas brasileiras.

Na verdade, o decreto pretende regulamentar os artigos 44 e 45 da lei 6001 — de 1973 —, o chamado Estatuto do Índio. O decreto foi assinado pelo presidente João Batista de Oliveira Figueiredo, em 10 de novembro de 1983, após aceitar argumentação contida na exposição de motivos n.º 088, dos ministros do Interior, Mário Andreazza, e das Minas e Energia, César Cals. Levou-se em conta somente argumentações empresariais. Quase um ano depois, a discussão foi colocada em pauta com a portaria regulamentadora do decreto sendo encaminhada ao então presidente do órgão, Jurandy Fonseca. Este não o assinou, tornou pública a sua posição contrária ao decreto, e foi demitido. Entretanto, não deve ser feita uma liga-

ção direta entre o fato de Jurandy não ter assinado a portaria e sua demissão, pois existem especulações de que a saída do ex-presidente da Funai estaria mais ligada a irregularidades administrativas.

Empossado, Marabuto tomou duas medidas ao assumir o cargo: engavetou a portaria e anunciou uma campanha moralizadora da Funai. Argumenta-se que tal atitude visa desviar a atenção da opinião pública do assunto e concentrá-la sobre iniciativas anticorrupção do novo presidente. As entidades de apoio aos índios admitem que o órgão anda desmoralizado, mas ressaltam que é importante não perder de vista o decreto da mineração, pois poderá voltar à cena em qualquer momento.

O jogo das pressões econômicas em favor da lavra em áreas indígenas alcançou relevância pública com a divulgação de algumas matérias na chamada grande imprensa, entre setembro e outubro deste ano. Reeditou-se o velho projeto da "emancipação", já muitas vezes condenado, além de acusar antropólogos, indigenistas e líderes indígenas de quererem inviabilizar o progresso do país apelando à demagogia retrógrada da defesa de falsos índios. Sugestão: seguir o modelo norte-americano.

A Associação Brasileira de Antropologia respondeu a essas considerações em dois documentos, um dos quais ponderava:

"Quem é contrário à exploração mineral das terras indígenas no momento atual de modo algum está querendo

colocar as sociedades indígenas em rodoma. Sabe-se muito bem que essas sociedades se modificam, como qualquer outra, independente do contato com os chamados civilizados (...). O que se deseja é que o Brasil deixe de atuar como potência colonial do século 19, vendo nos indígenas apenas gente estranha (...) em cujas terras (...) só há recursos a serem sugados no menor tempo possível. (...) Longe de se pretender frear o progresso, ao se propor a proteção das reservas minerais em áreas indígenas para exploração futura, quer-se, isto sim, dar tempo aos índios para se prepararem, de modo a (...) gerenciarem o (seu) desenvolvimento em pé de igualdade com os brancos (...)."

Por outro lado, advogados e juristas que examinaram o decreto e a portaria denunciaram a inconstitucionalidade dos documentos e os perigos de uma interpretação incorreta da lei. Argumenta-se que o tratamento dispensado à questão das terras indígenas na Constituição brasileira estabelece o caráter especial do direito assegurado aos índios. Por exemplo, o artigo 198 da Constituição diz taxativamente que é dos índios o usufruto exclusivo das riquezas naturais e de todos os bens existentes nas terras indígenas. O que inclui solo e subsolo. Nesse sentido, a distinção entre riquezas do solo e do subsolo feita no artigo 168 não se aplicaria no caso dos índios, pois o artigo 198 assegura-lhes todas as riquezas de sua terra. Além disso, a norma contida no artigo 198 é auto-aplicável, quer dizer, sua

# Lute para que a ciência no Brasil não vire ficção.

O povo que não desenvolve sua ciência não tem futuro.  
Não avança nem no plano material nem  
no espiritual, e pode perder toda sua liberdade.  
É muito importante que você se conscientize disso.  
É mais: que se organize e lute em defesa do nosso  
progresso científico. Assim estará  
contribuindo concretamente para que a  
plena liberdade política, econômica e social vire realidade.

VS<sup>E</sup> ESCALA  
COMUNICAÇÕES LTDA

## É BOM SABER

aplicabilidade independe de outra norma que a regulamente.

Em conseqüência, foi denunciada a inconstitucionalidade dos artigos 44 e 45 do Estatuto do Índio, que indicam a possibilidade de terceiros explorarem os recursos minerais das áreas indígenas. Além disso, afirma-se que o Executivo não pode regulamentar artigos de lei especial ou ordinária, cuja competência está a cargo do Legislativo. Estranhou-se a pressa com a qual o Executivo quer tal regulamentação, antes que seja cumprido o dever do Estado, estabelecido em lei, de demarcar as terras indígenas. Advogados e juristas estão preocupados também com o fato de decretos e portarias governamentais virem criando, a seu modo, jurisprudência.

Existe um decreto do Executivo que veio a complicar ainda mais a questão da garantia dos territórios para os índios, apesar de se ter apresentado como para racionalizar os mecanismos de reconhecimento e registro de suas posses. Foi o decreto n.º 88.118, que cria nova mecânica política e administrativa para o processo de demarcação e pretende solucionar os casos de conflito pela terra.

**H**á também o aspecto antropológico da questão. Partindo dos princípios de proteção e autodeterminação que os antropólogos consideram dever nortear uma política indigenista democrática, eles lembram que o impacto da extração mineral afetará irreversivelmente o equilíbrio das relações entre as sociedades indígenas e o meio am-

biente. Os efeitos ambientais da lavra, sobretudo a mecânica, desencadeiam processos de ruptura ecológica. E os contatos direto e indireto dos índios com os brancos acarretarão necessariamente surtos epidêmicos, pois muitas tribos não possuem resistência imunológica a certos vírus. Além disso, a construção de infra-estruturas, especialmente estradas, facilitará a invasão das terras indígenas e sua conseqüente redução.

Por fim, os antropólogos alegam que cada sociedade tribal terá de se ajustar a mudanças profundas causadas pela introdução de novas técnicas, pela monetarização da economia e pela transformação de cada indivíduo em trabalhador assalariado. A absorção da mão-de-obra indígena na lavra é considerada pelo decreto e pela portaria. Ou seja, além de abandonar suas práticas tradicionais de subsistência, as populações indígenas serão levadas a abandonar práticas sociais indispensáveis à reprodução de seu modo de ser e de pensar.

**A** Funai justifica-se dizendo que a regulamentação da exploração de minérios em terras indígenas serve para preservá-las da invasão de garimpeiros, que teriam um contato mais violento com os índios. Questiona-se até que ponto tais argumentações não fariam parte de uma disputa entre a mineração empresarial e o garimpo.

Durante o ano de 1984, foram apresentados à Funai, através do Departamento Nacional de Produção Mineral

(DNPM), 134 pedidos de pesquisa mineral em terras indígenas, sendo 116 pedidos de empresas estatais (a maioria subsidiárias da Companhia Vale do Rio Doce), 13 de empresas privadas nacionais, 2 de empresas privadas internacionais e 3 não identificados. Todos estão na espera da operacionalização do decreto 88.985.

No entanto, a tutela da Funai não impediu que a Elf Aquitaine fosse responsável por quatro mortes e uma invalidez entre os Sateré-Maué do Sul do Amazonas, devidas a materiais explosivos. Ou mesmo que a Petrobrás abrisse trilhas para pesquisa, detonando explosivos em terras de índios arredios, no Amazonas ocidental, entre os rios Branco e Itacoai, e, no Acre, em terras dos Kaxinauí do rio Jordão. Os Waimiri Atroari (Amazonas) tiveram sua reserva reduzida pelo decreto presidencial n.º 86.630, de novembro de 1981, para que uma parte fosse entregue à exploração pela Mineração Taboca. Outras áreas — nas terras Yanomani (norte do Amazonas e Roraima), Wayampi (Amapá) e Kayapó (sudeste do Pará) — são exploradas por garimpeiros e cobiçadas por empresas mineradoras. Somente no caso dos Kayapó, por iniciativa própria e contra os esforços da Funai, os índios conseguiram obter algum rendimento da retirada de minérios de suas terras.

O parecer apresentado ao ex-presidente da Funai pelas entidades de apoio aos índios diz que “o texto do decreto revela um falso pressuposto: a tutela é entendida como poder de representação dos índios pela Funai. É como se o órgão pudesse substituí-los em suas decisões. É por isso que não há em nenhum dos textos a mais leve menção à opinião dos índios quanto à oportunidade e às condições de mineração em seus territórios específicos”. Ou seja, nega-se a autodeterminação, pela qual lutam os movimentos indígenas. Quanto ao decreto em exame, os próprios índios já se manifestaram. Em sua assembléia nacional, em abril deste ano (ver “É Bom Saber” e “Opinião” em *Ciência Hoje* n.º 12), votaram unanimemente uma moção de repúdio ao seu texto. E mais: encaminharam ao procurador-geral da República representação pela inconstitucionalidade de ditas medidas.

**Bruna Franchetto**



# HUMOR



# EM 1978 CALCULADOR CUSTAVA US\$ 1/2 KG, USAVA E SO FAZIA AS A DISMAC CO

*Hoje, a Dismac produz calculadoras tão pequenas, leves e finas como um cartão de crédito, alimentadas por energia solar, com preços a partir de uns 8 dólares e que, além das 4 operações, realizam até 60 funções. Algumas ainda tocam música nas horas de folga.*

*Na mesma proporção em que as calculadoras Dismac vêm diminuindo nesses 13 anos, a Dismac como um todo vem crescendo. Espectacularmente. Em número de empresas, em*

*instalações, em novos produtos.*

*Em 1978, a Dismac cria a Alfa Digital, que fabrica componentes para a indústria da Informática. Em 1981, funda a Distronic, que produz peças e dá assistência técnica para o setor. A Dismac não é mais apenas uma empresa. É um grande Grupo, 100% nacional.*

*Atualmente, só a fábrica da Dismac na Zona Franca de Manaus tem 45.000 m<sup>2</sup>. E além das fantásticas calculadoras de bolso, a empre-*

# 1, UMA A DE BOLSO 200, PESAVA 4 PILHAS 4 OPERAÇÕES. OMEÇOU AÍ.

Produtos da Zona Franca de Manaus.

*sa produz moderníssimas máquinas de calcular, registradoras eletrônicas, video games e microcomputadores.*

*Como é possível tanta diminuição e tanto crescimento em tão pouco tempo? Bem, a Dismac vai simplificar até a resposta: através de investimentos e reinvestimentos em pesquisas, do desenvolvimento de uma tecnologia de ponta, da aquisição de know-how próprio, de permanente e intensivo treinamento de pessoal*

*altamente especializado e de muito, muito trabalho.*

*Tudo isso para que você coloque a mais alta tecnologia contemporânea no bolso do colete. Com a maior simplicidade deste mundo.*

**dismac**  
Calculadoras, microcomputadores,  
registradoras eletrônicas, video games



JOSSER

## SID, a empresa do ano em Informática. Na forma e na essência.

Na forma, pelo desenvolvimento de tecnologia nacional padrão internacional. Pela valorização e aprimoramento dos seus profissionais. Por produzir qualidade em constante evolução. Pela liderança e melhor desempenho do setor.

Na essência, pela filosofia empresarial voltada para o mercado brasileiro de Informática, suas necessidades de hoje e do futuro, sua urgência por novas soluções e melhores equipamentos.

Aos clientes, fornecedores e funcionários responsáveis por mais esta vitória, o reconhecimento da SID, Empresa do Ano em Informática.

**SID**  
INFORMÁTICA S.A.

