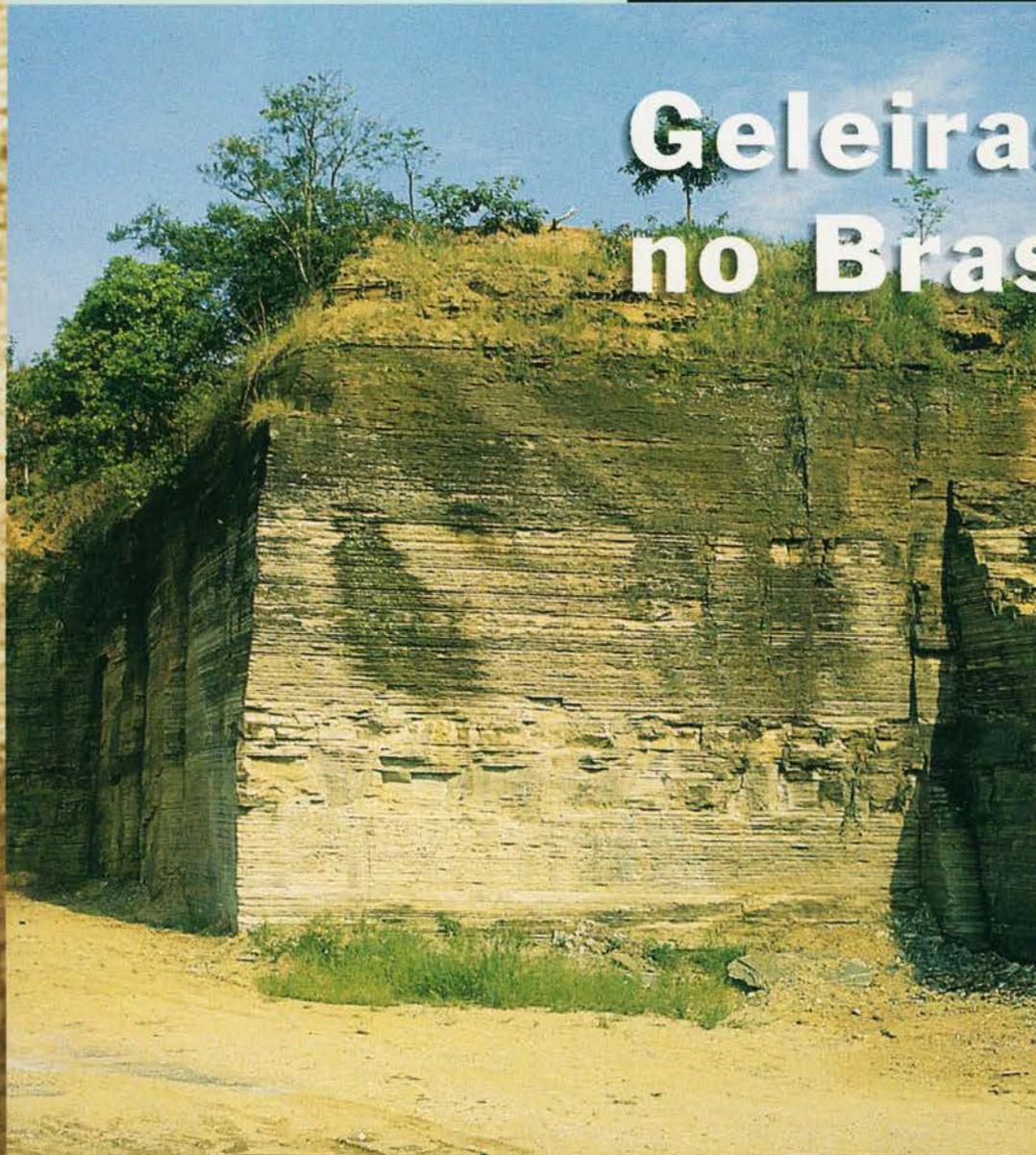


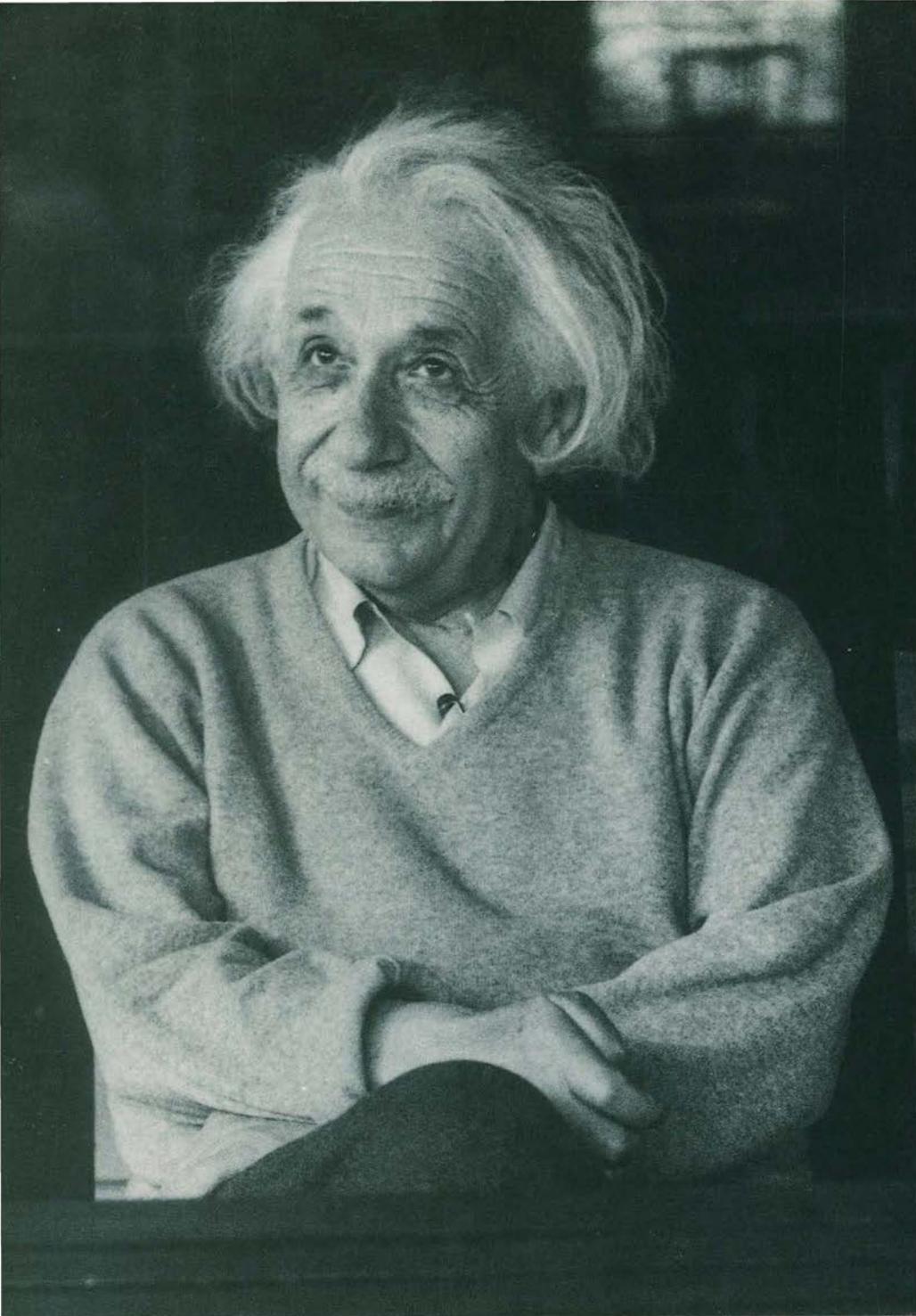
# CIÊNCIA HOJE

## Geleiras no Brasil



P E R F I L

*Cesar Lattes*



**NINGUÉM  
PRECISA TER Q.I. DE GÊNIO PARA  
ENTENDER COMO É IMPORTANTE  
APOIAR A CIÊNCIA.**

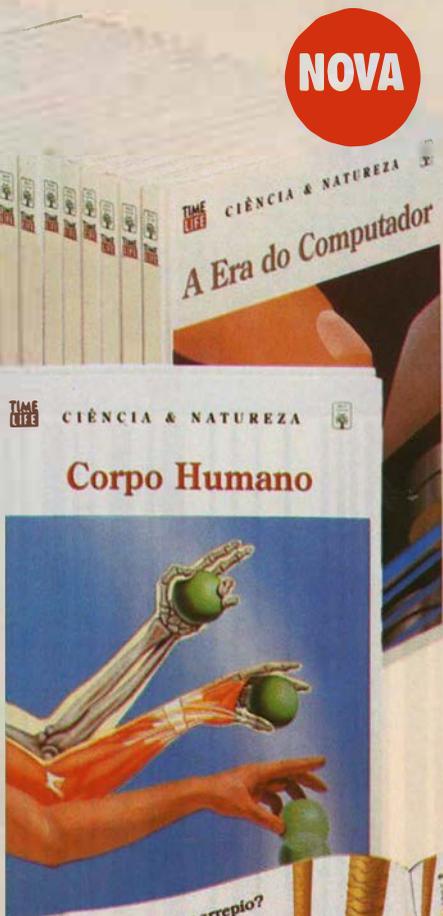
**FBB**  
**FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL**

*APOIAR A CIÊNCIA É GARANTIR O FUTURO.*



**A ciência a seu alcance**

**NOVA**

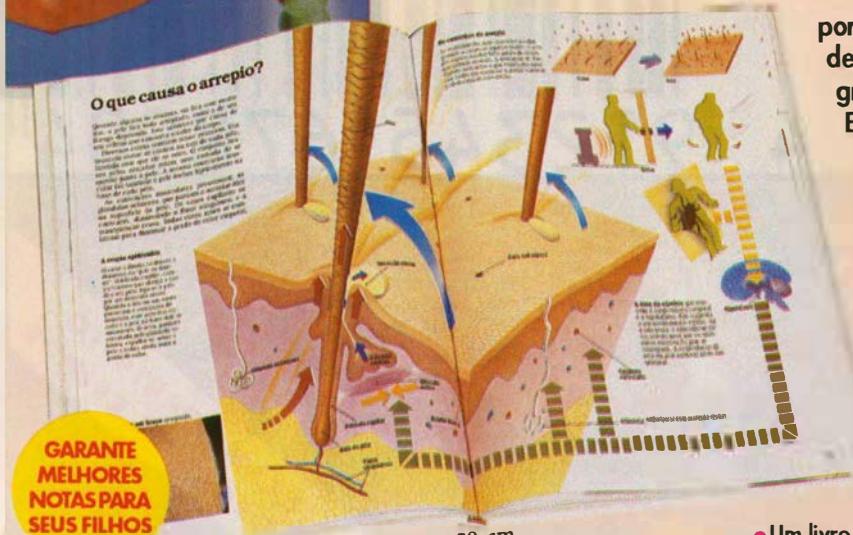


**N**ão se foge ao fato de que a ciência está zumbindo no âmago da revolução tecnológica de nossos dias. Ou de que já está moldando o mundo de amanhã. Na verdade, quase tudo que torna moderna a vida moderna deve sua existência a alguma descoberta científica. E é por isso que uma sólida compreensão dos fundamentos da ciência é tão importante hoje. Certamente para você. E, especialmente, para os membros mais jovens de sua família. Agora você já pode tornar a ciência compreensível para todos os seus familiares. Facilmente. Graças à série, completamente nova e ilustrada, CIÊNCIA E NATUREZA, de TIME-LIFE LIVROS. Cada volume de 152 páginas chega a você carregado de fatos e informações práticas, com um texto vivo e ilustrações sedutoras, que mostram as maravilhas da ciência e da natureza de forma deslumbrante. Tudo isso apresentado sob a forma de perguntas e respostas: um texto facilmente acessível, escrito em linguagem clara sem complicação, com respaldo na sólida reputação de TIME-LIFE, tornando cada volume uma fonte imbatível para as lições de casa, preparação de projetos científicos e relatórios escolares. É a fonte de consulta ideal quando se trata de achar a resposta para aquelas perguntas inesperadas que são feitas dentro de casa. Completamente ilustrado e brilhantemente colorido! Em cada volume de CIÊNCIA E NATUREZA você vai apreciar numerosas fotografias, muitos desenhos e gráficos esclarecedores, capazes de focalizar plena e nitidamente até os conceitos mais complexos.

**Apenas R\$ 17,95**

**O PRIMEIRO LIVRO**  
**CORPO HUMANO**

por 10 dias de exame gratuito. Entrega domiciliar e **BRINDE** com cartão de crédito



**GARANTE MELHORES NOTAS PARA SEUS FILHOS**

15,21 x 29 cm

• Um livro a cada 2 meses

**TODO MUNDO ADORA CIÊNCIA QUANDO É ASSIM: FÁCIL, EXCITANTE, DIVERTIDA!**

Centenas de ilustrações, vibrantes e audaciosas, e deslumbrantes fotografias mostram como as coisas realmente funcionam no complexo mundo de nossos dias. Você está agora em condições de dominar o que é fundamental na ciência e na natureza, e de inspirar-se para descobrir mais ainda, por conta própria!

**A festa começa com seu primeiro livro...**

**CORPO HUMANO**

Nesse cativante volume inicial, você e seus filhos desvendarão os mistérios da mente humana. Descobrirão o que os faz pensar, sentir e sonhar. Aprenderão mais coisas, sobre os diversos órgãos e sistemas do corpo. Farão descobertas sobre o crescimento, o envelhecimento e a reprodução genética, o sistema imunológico... e muito mais.

**MODELOS CONSTRUÍDOS PARA EXPLICAR MUNDOS NÃO VISTOS** desvendam o mistério que cerca uma grande parte do "hardware" de alta tecnologia no presente, no volume "A ERA DO COMPUTADOR". Você vai descobrir também, como é que os computadores "pensam" e "lembram". Como é que os satélites emitem sinais de TV dados sobre o tempo, e como transmitem conversas telefônicas de um lado do mundo para o outro. Saberá o que há de novo em espaço e em medicina. Como funciona o "software". Os fundamentos do código binário. E muito mais!

**UM FORMATO DE PERGUNTAS E RESPOSTAS FÁCIL DE ENTENDER** revela as maravilhas do universo em um nível que mesmo as crianças em idade escolar podem compreender. Em "ESPAÇO E PLANETAS" você vai explorar os conceitos básicos da astronomia. Sondar as origens do Sistema Solar. Descobrir a força que mantém os planetas em órbita. Perscrutar as profundezas flamejantes do sol. Observar galáxias distantes. Aprender coisas sobre "quasares" e "pulsares", buracos negros e estrelas de nêutron.

**ILUSTRAÇÕES IMPRESSIONANTES, REALISTAS E COLORIDAS** explicam a migração dos salmões pelo rio acima. Em "COMPORTAMENTO ANIMAL" você examinará também a importância do instinto no mundo animal... o uso da camuflagem... as formas surpreendentes pelas quais os animais se comunicam... os fatos sobre acasalamento e reprodução... bem como o comportamento social de todos os seres, das formigas aos peixes e dos macacos aos elefantes.

**E AINDA SEGUEM FORÇAS FÍSICAS, O PLANETA TERRA, TEMPO E CLIMA, O MUNDO SUBAQUÁTICO E MAIS**

**CORPO HUMANO**

- Por que os tipos de sangue são importantes?
- O que é o câncer?
- Como é que um corte cicatriza?
- Como é que o coração permanece batendo?
- Quando ocorrem os sonhos?
- Como é que a língua sente o gosto da comida?
- O que é a AIDS?



**Vale para Exame Gratuito**  
**CIÊNCIA & NATUREZA**

**Apenas R\$ 17,95 por volume**

*SIM, queiram aceitar o meu pedido do livro CORPO HUMANO, que será expedido dentro de 15 dias, no máximo, após a chegada do pedido completo. Pagarei por este livro o preço de R\$ 17,95 (tudo incluído) na contra-entrega ou via meu cartão de crédito. Da mesma maneira continuarei recebendo os demais títulos da coleção CIÊNCIA E NATUREZA, à razão de um volume a cada dois meses, aproximadamente. Poderei cancelar esta assinatura a qualquer momento, bastando para isto notificá-los com 30 dias de antecedência. Se devolver o livro CORPO HUMANO dentro de 10 dias serei imediata e totalmente reembolsado da quantia paga e terei minha assinatura cancelada.*

- PAGAMENTO CONTRA-ENTREGA
- AUTORIZO DÉBITO AUTOMÁTICO NO MEU CARTÃO DE CRÉDITO RECEBENDO GRÁTIS O MAPA DE ANATOMIA 138

1 CREDICARD 2 DINERS CLUB 3 OUROCARD 4 BRADESCO 5 AMERICAN EXPRESS  
 6 NACIONAL 7 SOLLLO 8 VISA (outros) 9 MASTERCARD (outros)

Nº DO CARTÃO: \_\_\_\_\_ Validade \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ ASSINATURA IGUAL A DO CARTÃO

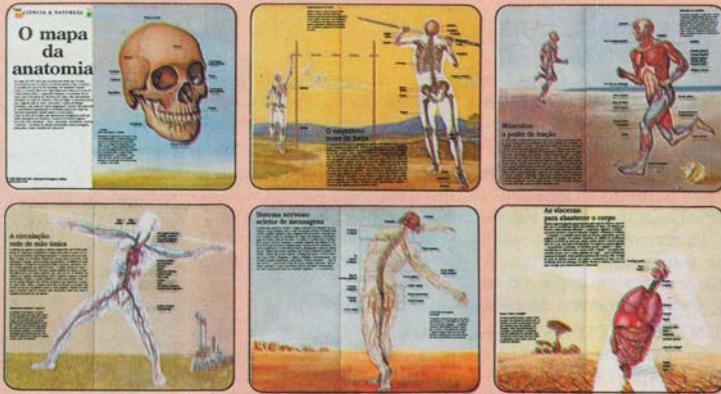
Endereço \_\_\_\_\_

Complemento \_\_\_\_\_ Bairro \_\_\_\_\_

Cidade \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Destaque na linha pontilhada

# GRATIS para assinantes com CARTÃO DE CRÉDITO, O MAPA DA ANATOMIA



TAMANHO REAL: 110 X 60 cm

O mapa, grande (110 cm x 60 cm) e colorido, mostra tudo sobre o corpo humano em desenhos e textos claros: Os 22 ossos do crânio, os 206 ossos do esqueleto, os mais de 600 músculos, 97.000 km de artérias e veias, o sistema nervoso que se movimenta a mais de 100 metros por segundo e as vísceras que fornecem o combustível. Aceitamos todos os cartões de crédito e ainda oferecemos este mapa fascinante.

## CADA VOLUME APRESENTA:

- Formato grande, de 21 cm x 29 cm, em encadernação durável, costurada, para resistir a anos e anos de uso.
- Impresso em papel couché especial numa das melhores gráficas do mundo.
- 152 páginas de informação atualizada - perfeita para o trabalho de casa e para projetos científicos.
- Explicações claras e concisas, cobrindo cada tópico, em páginas duplas de fácil leitura.
- Numerosas ilustrações, grandes e coloridas, diagramas e brilhantes fotografias, que tornam claros e de fácil compreensão os assuntos complexos.
- Um índice bem feito, permitindo uma consulta rápida, fácil e fidedigna.
- Um abrangente glossário, que vale a compreensão de termos científicos.
- Explicações exatas, respondendo às perguntas numa linguagem clara e simples.
- Uma porção de informações práticas e atualizadas.
- Um guia eficiente e fácil para os mais excitantes tópicos de nossos dias - desde saúde até as maravilhas do universo.
- 70 estimulantes perguntas em cada volume.

TIME  
LIFE

CIÊNCIA &  
NATUREZA  
Saber com prazer.



Abril Livros Ltda. Av. Rio Branco, 143/13º andar - CEP 20040-006  
Rio de Janeiro RJ - Tel.: (021) 221-9728 Fax: (021) 221-1079  
(Segundas às sextas das 8 às 19h)



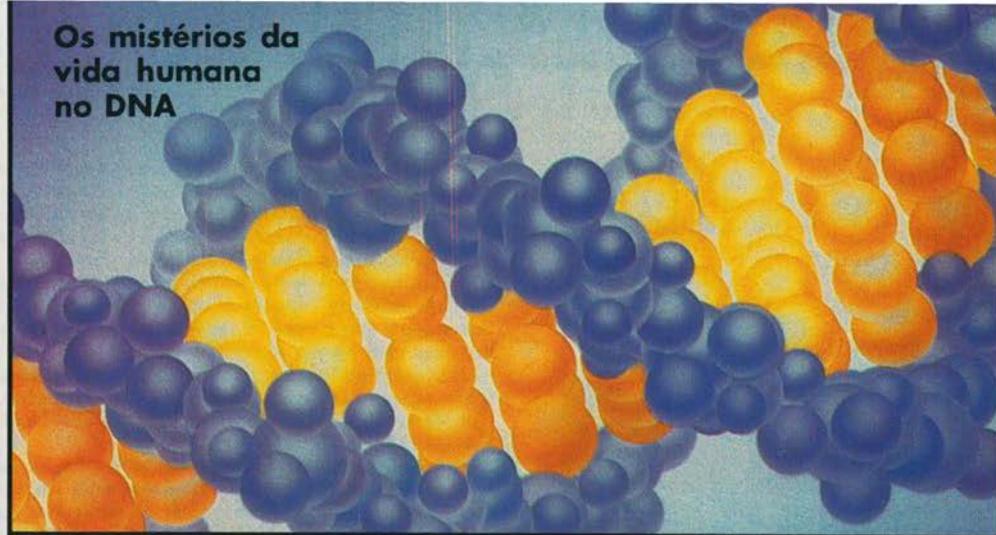
ISR-52-1106/85  
UP. APT. PRES. VARGAS  
DR/RJ

CARTÃO RESPOSTA  
NÃO É NECESSÁRIO SELAR

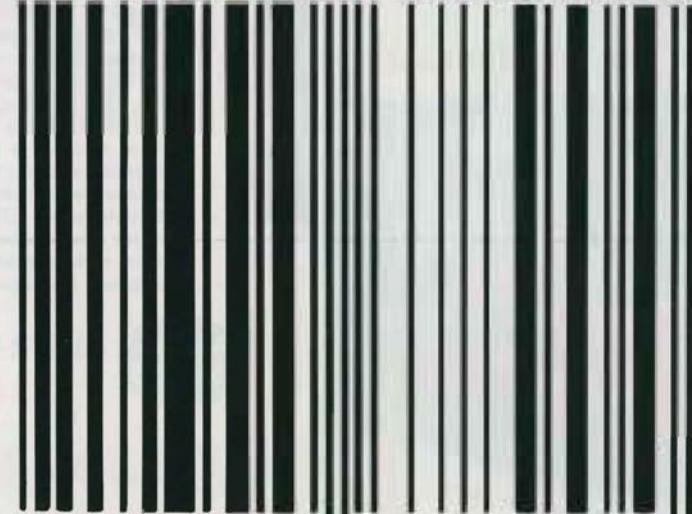
O selo será pago por  
Abril Livros Ltda.

20299-999 RIO DE JANEIRO - RJ

Os mistérios da  
vida humana  
no DNA



A linguagem  
secreta do  
código de barra



4 912345 678904

Pode ter  
vida em  
Marte?



EXAME GRATUITO  
E OPÇÃO DE BRINDE

# O CRIME DE HIROSHIMA

A explosão de duas bombas atômicas no Japão, destruindo Hiroshima e Nagasaki em 6 e 10 de agosto de 1945, foi um crime de guerra que abalou profundamente a consciência da humanidade e questionou o significado da vida e os rumos da civilização em nossa época. As bombas foram fabricadas porque, em 1940, havia notícias de que cientistas da Alemanha nazista estavam a caminho de construí-las. Era preciso antecipar-se. Einstein mesmo o havia recomendado, em célebre carta de 2 de agosto de 1939, a Franklin Roosevelt, presidente dos Estados Unidos.

Robert Oppenheimer, diretor científico do Projeto Manhattan, recebeu a missão de fabricar as bombas. John von Neumann, James Franck, Enrico Fermi, Richard Feynman, entre tantos outros, participaram do projeto. Acreditavam que poderiam influir nas decisões de eventual uso da nova e devastadora arma.

Em 1945, a Alemanha estava derrotada e a bomba pronta. Restava o Japão. Franck liderou um movimento solicitando a realização de uma explosão demonstrativa para que os japoneses – que estavam prestes a se render – se dobrassem ao evidente poder da nova arma. Em 19 de julho, a primeira explosão ocorreu no deserto de Nevada. Poucos dias depois, o presidente Truman – sucessor de Roosevelt, que morrera repentinamente em abril do mesmo ano – autorizava seu uso contra o Japão. O apelo de Franck não havia sido levado em consideração. A guerra fria com a União Soviética e a ameaça de uma guerra nuclear obscureciam os tempos.

Em 12 de julho de 1954, Oppenheimer estava no banco dos réus, culpado de alta traição. O diálogo com seu acusador Roger Robb, da Comissão de Energia Atômica, foi transcrito no *Jornal do Brasil*, de 21.4.63, em artigo de Newton Carlos.

*Robb – Você teria se oposto por escrúpulos morais ao lançamento de uma bomba de hidrogênio sobre o Japão?*

Oppenheimer – Creio que sim, me oporia.

*R – Você se opôs, por escrúpulos morais, ao lançamento de uma bomba atômica sobre Hiroshima?*

O – Todos nós expressamos...

*R – Perguntei o que você fez e não “nós”.*

O – Expresssei os meus temores e juntei a eles razões contra o lançamento.

*R – Então você argumentou contra o lançamento da bomba?*

O – Emiti razões que se opunham ao lançamento.

*R – Ao lançamento da bomba atômica?*

O – Sim, mas não defendi esse argumento formalmente.

*R – Quer dizer que depois de haver trabalhado três anos, dia e noite, para construir a bomba atômica, você decidiu reunir argumentos contra o emprego do engenho?*

O – Não. Não interferi para que não fosse empregado. Apenas o secretário da Guerra perguntou-me o que pensavam a respeito os cientistas. Dei a ele argumentos favoráveis e contrários.

*R – Mas você não apoiou o lançamento da bomba atômica sobre o Japão?*

O – O que entende você por “apoiar”?

*R – Você ajudou a escolher o objetivo, não foi?*

O – Não fiz mais do que a minha obrigação. Nada mais fiz do que o trabalho que tinha que fazer. Enquanto estive em Los Alamos não estava em condições de assumir atitudes políticas. Teria feito tudo o que exigissem, inclusive bombas de todos os tipos imagináveis, desde que as considerasse possíveis do ponto de vista técnico.

*R – Bombas de hidrogênio inclusive, não é verdade?*

O – Não era possível na época.

*R – Não lhe perguntei isto, doutor.*

O – Teria trabalhado nelas.

*R – Logo, se você tivesse descoberto a bomba de hidrogênio em Los Alamos a teria feito, não é verdade?*

O – Sim, é verdade.

A lealdade de Oppenheimer foi considerada suspeita e ele perdeu o acesso aos segredos da Comissão de Energia Atômica.

Em 1959, em um debate em Paris, Oppenheimer dizia:

“Cada um sabe como estávamos pouco preparados para as tragédias que o século XX nos reservava. Penso, sobretudo nas duas guerras mundiais e nas revoluções totalitárias. Por exemplo, é incontestável que vivemos todos com a herança de uma tradição cristã. Muitos de nós são crentes. Nenhum é insensível às injunções, às esperanças, à ordem da cristandade. Por isso, vejo-me profundamente perturbado ao verificar que nenhum debate moral de alguma natureza e de algum peso foi iniciado sobre o problema das armas novas, das armas atômicas. Discutiuse em termos de segurança, de estratégia, de relação de forças.

Mas o que podemos pensar ou esperar de uma civilização que sempre considerou os valores morais como um elemento essencial da vida humana e que não é capaz de evocar as perspectivas de um holocausto quase universal a não ser em termos estratégicos? Acredito que em 1945, em 1949 e talvez neste ano (1959), houve momentos decisivos, durante os quais a abertura de uma discussão filosófica pública sobre o sentido, a orientação e os valores da vida humana, teria podido alterar profundamente a atmosfera moral e as perspectivas de nossa época.”

Hoje, passados 35 anos, essas reflexões permanecem atuais. As tecnologias do DNA recombinante substituíram o nuclear no tabuleiro político do mundo. O valor da vida humana ainda é sempre subordinado ao pragmatismo dos interesses do mercado da compra e venda. Passaram-se 50 anos da devastação de Hiroshima. A França reinicia testes nucleares. Paródia. Protestos.



## EDITORIAL

## CARTAS



## UM MUNDO DE CIÊNCIA

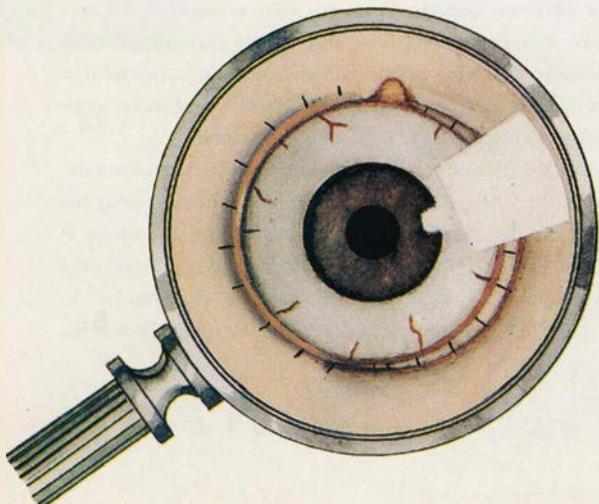
Células provenientes de medula óssea ou fígado fetal migram para o timo, onde recebem 'sinais' para se diferenciar e amadurecer em células T. Entretanto a maturação celular dentro do timo envolve processos de seleção para adequar o sistema imune ao organismo que o abriga.

Por Adriana Bonomo.

## RESENHA

A partir da obra de Lévy-Bruhl, Marcio Goldman, em *Razão e diferença: afetividade, racionalidade e relativismo no pensamento de Lévy Bruhl*, dialoga com a tradição antropológica e propõe uma viagem pelas questões fundamentais dessa disciplina.

Por Patrícia Guimarães.



## 1 PERFIL

10

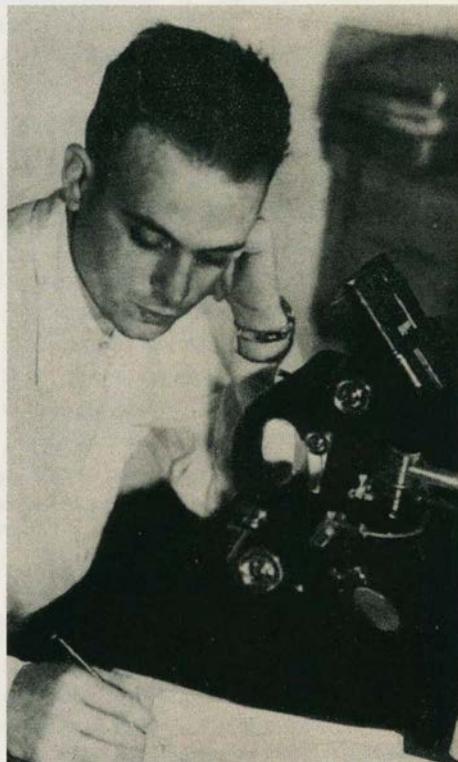
Com exclusividade para a *Ciência Hoje*, o físico brasileiro Cesar Lattes, um dos descobridores do méson pi, fala sobre sua vida e carreira, sobre a detecção de partículas, a evolução da física no Brasil e a fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.

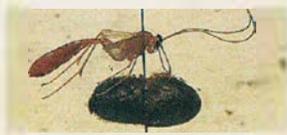
4

Por Micheline Nussenzveig, Cássio Leite Vieira e Fernando de Souza Barros.

6

8





## Geleiras no Brasil: Os Parques Glaciais de Salto e Itu (SP)

*Fernando Flávio Marques de Almeida  
e Celso Dal Ré Carneiro*

O Parque da Rocha Moutonné, em Salto, São Paulo, foi criado graças ao interesse científico na área. Através do estudo da rocha moutonné, produto da ação erosiva das geleiras, os pesquisadores tentam compreender as conseqüências previsíveis do efeito estufa, como o derretimento de parte das calotas polares e a subida do nível dos mares.

## Karl Verner, Detetive

*Mário A. Perini*

O pesquisador típico, de fato, não costuma arriscar a vida em missões perigosíssimas. Mas assim como os detetives, ele precisa lidar com dados, muitas vezes insuficientes, para chegar a conclusões e desvendar mistérios. Este artigo, relata a história do descobrimento de certas relações entre as línguas do mundo que se desenvolveram por todo o século XIX.

## Ciência e Religião na Academia

*Geraldo José de Paiva*

Cientistas de várias áreas da Universidade de São Paulo participam de uma pesquisa sobre ciência e fé e revelam que religião não é tabu na Academia. Os resultados mostram que, se há conflito entre ciência e religião, ele não está situado no campo epistemológico, nem no nível do consciente, mas se oculta no inconsciente e independe da condição acadêmica.



**Capa:** O varvito de Itu e aspecto do parque natural que começa a ser criado na cidade de Itu, SP. Foto CDRC.

## 24 É B O M S A B E R

46

A Guerra da Bósnia já dura perto de 40 meses, destruindo uma das áreas mais belas e antigas da Europa, com um saldo de 200 mil mortos e mais de 2 milhões de refugiados. Como começou esse conflito, quais suas origens e, afinal, quais as paixões e os interesses envolvidos? Por Francisco Carlos Teixeira da Silva.

32

Desde os anos 60 o Japão já promoveu quatro reformas em suas escolas de engenharia, mas no Brasil o ensino é praticamente o mesmo. O Programa de Desenvolvimento das Engenharias (Prodenge), através da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), elaborou um plano de reformulação dos cursos de engenharia em todo o Brasil.

Por José Monserrat Filho.



36

## C I Ê N C I A E M D I A

54

## C H • S E R V I Ç O S

61

Relatório de avaliação dos cursos de pós-graduação realizada pela Capes no período 1992/93 – 2ª parte.



### BBS- Ciência Hoje

Gostaria de reforçar a sugestão do leitor Joel Jones Jr., que no nº 109, seção Cartas, abordou a questão da *Ciência Hoje* ser editada em CD-ROM.

Talvez, nesse caso, houvesse a possibilidade de colocar à disposição dos novos assinantes os números que se encontram esgotados e sanar, parcialmente, a frustração de quem, como eu, não se conforma em não poder obter a coleção completa de CH. Digo parcialmente porque, como o sr. Joel afirmou em sua carta, a edição em CD-ROM não torna a revista dispensável, mas pelo menos dá o prazer de saborearmos os números esgotados, e por isso raros, desta espetacular publicação.

*Cristiane de F. Lira,*  
Rio de Janeiro.

### Especial Imunologia

Em primeiro lugar, gostaria de parabenizá-los pela excelente revista que vêm publicando ininterruptamente desde 1982, sendo este cumprimento extensivo a todas as pessoas e instituições que a tornam possível.

No nº 108, p. 05 (Cartas), o leitor Victor B.S. Brasil sugere a edição de

um número especial dedicado à Imunologia. Pela resposta da revista, me parece que a sugestão foi acatada, o que penso ser excelente. Nesse número especial, penso que não poderia faltar um artigo que tratasse das **bases genéticas da diversidade imunológica.**

Este é um tema central na imunologia e ao mesmo tempo um tema interdisciplinar, configurando pelo menos um dos capítulos dos mais importantes livros-texto de imunologia e genética. Sou pesquisador e professor nessa área, tendo realizado entre 1992 e 1994 meu estágio de pós-doutorado no Laboratoire d'Immuno-Génétique Moléculaire (CNRS, Montpellier, França) com a professora Marie-Paule Lefranc, cujo tema de pesquisa foi (e ainda é) o mapeamento físico do *locus V* das imunoglobulinas humanas. Como estou trabalhando diretamente nesta linha de estudos, também estou com toda a bibliografia atualizada, sentindo-me capaz de escrever esse artigo para um futuro número especial de *Ciência Hoje - Imunologia*. Na realidade, já estou com o conteúdo do artigo pronto, podendo submetê-lo à apreciação da revista.

*Geraldo Passos Jr.,*  
Laboratório de Genética,  
Faculdade de Odontologia  
de Ribeirão Preto/USP,  
Ribeirão Preto.

• *Agradecemos o seu interesse. Estamos enviando*

*as instruções, a fim de que possa adequar seu artigo às normas da revista. Além disso, como em qualquer outra publicação científica, os textos dos autores são submetidos à apreciação de um referee da área.*

### Crédito para a VITAE

Gostaríamos de retificar uma inexatidão veiculada no artigo 'Bens culturais renovados' (*Ciência Hoje*, nº 107), da autoria do sr. Arthur Pedro, onde este afirma: "O aparelho [equipamento de abrasão a ar], doado à Fundaj [Fundação Joaquim Nabuco] pelo governo da Suíça, é o único no gênero no Brasil". Embora o equipamento tenha sido desenvolvido pelo restaurador suíço Pierre Boissonnas, ele nos foi doado pela Fundação Vitae, em convênio firmado com nossa instituição em agosto de 1992, com prazo de conclusão para julho do corrente, através do projeto Estudo, conservação e restauração de 13 obras do acervo cultural público do Nordeste.

*Frederico Pernambucano de Mello,* Superintendente do Instituto de Documentação, Recife (PE).

### Formação no exterior

Li com entusiasmo o seu editorial de maio de 1995 sobre a razão custo-benefício da formação de doutores no exterior. Acredito que esse tipo de avaliação seja de extrema importância. Por esse motivo, gostaria

de fazer uma comparação em relação ao custo de formação de doutores lá fora e no Brasil. O custo para o CNPq de formar um doutor no exterior pode ser cinco vezes mais do que o de formar um doutor no Brasil. Mas a situação em termos desses custos para a sociedade brasileira pode ser bem diferente, Um exercício que dou para alunos em cursos de metodologia científica é calcular o custo da sua formação para a sociedade brasileira, a nível de graduação ou pós-graduação. Nessas instituições, os alunos estimaram na faixa de 40 a 50 mil dólares para formar um aluno de graduação e 70 a 200 mil dólares para formar um de mestrado ou de doutorado, comparáveis com investimentos que a sociedade brasileira faria para formar alunos fora do país. Como professor na rede universitária federal, a implicação desses valores me entristece, mas é ilustrativa de como uma análise de custo-benefício para a sociedade como um todo pode pintar um outro quadro, com implicações diferentes de uma análise somente do orçamento do CNPq. Gostaria de parabenizar os editores de *Ciência Hoje* por terem levantado essa discussão tão relevante para a sociedade e a ciência brasileira.

*Irving Foster Brown*  
(professor, tempo integral),  
Parque Zoobotânico,  
Universidade Federal do Acre,  
Rio Branco (AC).



# Itaú 50 anos. Pronto para o futuro.

Construir, criar, transformar, fazer. Tudo, absolutamente tudo, nesta vida começa com um sonho. Do jeito que o Itaú começou. Há 50 anos. E da mesma forma que o Itaú vem apoiando seus clientes e ajudando a transformar os seus sonhos em realidade. No Itaú os sonhos têm futuro.



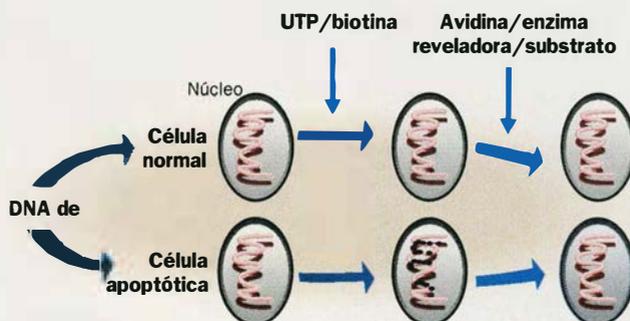
Itaú 50 anos. Pronto para o futuro.

## Integração da era molecular à histologia clássica

O timo é o órgão responsável pela geração de linfócitos ou células T. Células precursoras indiferenciadas, provenientes de medula óssea ou do fígado fetal, migram para o timo onde recebem 'sinais' para se diferenciarem e amadurecerem em células T. No entanto a maturação celular intratímica não é apenas um processo de diferenciação, mas envolve também processos de seleção para adequar o sistema imune que está sendo gerado ao organismo que o abriga, da melhor forma possível. E o que é a melhor forma possível de um sistema imune para um determinado organismo?

Primeiro, ele tem de ser capaz de diferenciar entre o que é o próprio organismo (*self*) e o que não é o próprio (*non-self*), ou é estranho. Ou seja, os linfócitos gerados dentro de um determinado organismo são tolerantes ao *self*, e na maioria das vezes não produzem respostas anti-*self*, sem gerar, portanto, doenças autoimunes. Esse processo de tolerância ao *self* ocorre inicialmente (e principalmente) dentro do timo, durante a maturação de células T. Chamado de 'seleção negativa', ele se dá pela eliminação de células T que reconhecem o *self* durante o processo de diferenciação intratímico.

Em segundo lugar, é preciso que ele seja capaz de responder a moléculas (anti-



**Representação esquemática da técnica do 'TUNEL'. O esquema mostra os ADNs de célula normal (parte superior da figura) e célula em apoptose (parte inferior da figura) representadas dentro do suposto núcleo celular (ambos à esquerda). Ao entrar em contato com UTP/biotina, representada na figura pelos pontos escuros, em presença de TdT, as porções fragmentadas do ADN incorporam UTP. A presença de biotina é revelada com avidina (que se liga à biotina) acoplada a uma resina reveladora, que 'produz' cor a partir de um substrato específico. A coloração evidencia a presença de apoptose no tecido.**

genos) estranhas encontradas no organismo que o abriga e não a antígenos de outro organismo. Dessa forma ele fica restrito ao *self*. Por exemplo, linfócitos de um indivíduo A são capazes de reconhecer um antígeno estranho presente neste indivíduo A, mas não no indivíduo B. De modo semelhante, linfócitos T de um indivíduo B são capazes de reconhecer um antígeno estranho presente nele mesmo B, mas não em outros indivíduos. Esse fenômeno de restrição ao *self* é chamado 'seleção positiva'. Essa seleção positiva, que ocorre dentro do timo durante o processo de diferenciação celular, é dependente e mediado por moléculas de histocompatibilidade aí expressas.

O resultado final desse

processo de maturação é a geração de células T maduras, com duas características principais: tolerância ao *self*, isto é, não lesivas ao próprio organismo, e restrição ao *self*, ou seja, com resposta eficiente a um antígeno externo presente naquele organismo.

Dentro do timo observamos a presença de um grande número de células, sendo mais de 90% de células imaturas, e apenas 10%, ou menos, de células maduras. O número de células T maduras é compatível com o número de células exportadas para os órgãos linfóides periféricos. No entanto, grande número de células imaturas presentes no timo não chegam a finalizar o processo de maturação e não são exportadas para a periferia.

Esse fenômeno tem sido objeto de grandes especulações. De acordo com estudos funcionais visando ao entendimento dos processos de seleção do repertório de células T (ou seja, os processos funcionais de seleção positiva e negativa sucintamente descritos acima), sabe-se que a maioria das células imaturas presentes dentro do timo desaparecem. Surpreendentemente, ao se considerar o número maciço de timócitos que morrem durante o processo de maturação, seja por ausência de seleção positiva ou por seleção negativa, deveria-se esperar que o timo mostrasse um 'cemitério' ao corte histológico, e isso não acontece. Apesar da ausência de evidências, sabia-se que, pelo menos *in vitro*, a morte de timócitos se dava por apoptose e não por necrose. Isso poderia explicar a ausência do 'necrotério' dentro do timo, já que a morte por apoptose leva ao rápido desaparecimento dos restos celulares.

Apoptose é uma morte programada, com características próprias e que não leva a acúmulo de detritos celulares no tecido onde ocorre. Seus mecanismos são complexos e provocam a ativação de endonucleases que digerem o ADN da célula que recebeu o 'sinal para morrer', produzindo um padrão característico de fragmentação do

ADN identificável *in vitro*. No entanto, no caso do timo, nunca se conseguiu demonstrar, numa situação fisiológica, a presença de apoptose *in vivo*.

Charles Surh e Jonathan Sprent\* conseguiram mostrar de forma definitiva a presença de apoptose no timo. Os autores marcam *in situ* células em apoptose, aliando o emprego de cortes por congelamento com técnicas de biologia molecular e imunohistoquímica. A marcação de células apoptóticas é feita pela incorporação de nucleotídeos exógenos mediada pela transferase deoxi-ribosil terminal (TdT). Essa enzima só é capaz de mediar a incorporação de nucleotídeos em células que têm seu ADN fragmentado (o caso das células em apoptose), e não em células onde o ADN se encontra íntegro. Esse método é conhecido

como TUNEL (*Terminal deoxyribosil transferase mediated dUPT nick end-labelling*) e [dUPT]: deoxyuridina trifosfato – unidade que forma a molécula de ARN. O nucleotídeo incorporado, previamente acoplado a uma molécula chamada biotina, pode então ser revelado através da utilização de conjugados de avidina (que reagirão com a biotina ligada ao nucleotídeo incorporado nas células apoptóticas) marcados com enzimas reveladoras e evidenciados ao microscópio óptico.

Através dessa tecnologia, Surh e Sprent demonstraram a presença de núcleos apoptóticos *in situ*, em timos de animais normais. Localizaram a presença de núcleos apoptóticos na região medular do timo desses animais, região em que se localizam a maioria das células imaturas. Mostraram também que os núcleos

apoptóticos são encontrados no interior de células específicas, macrófagos, apenas uma hora após a indução de apoptose, sendo o processo de eliminação das células mortas por macrófagos extremamente eficiente e rápido, o que explica a dificuldade dos pesquisadores anteriores em identificar o processo.

Os autores avançaram ainda mais, demonstrando que tanto a ausência de seleção positiva quanto a presença de seleção negativa levam à morte por apoptose, porém, os macrófagos envolvidos com a eliminação celular em cada um desses processos é diferente, envolvendo, possivelmente, diferentes sinalizações. Isso pode decorrer do fato de que células imaturas e maduras comportam-se diferentemente frente aos sinais que recebem para entrar em apoptose, ou mesmo,

e ainda mais interessante, ser consequência dos diferentes estímulos que deflagrarão a morte celular por apoptose, ou seja, ausência de seleção positiva ou seleção negativa.

Sem dúvida nenhuma, o artigo em questão não só elucida uma dúvida de quase 30 anos, como mapeia pela primeira vez os diferentes locais e células envolvidos nos processos de seleção positiva e negativa. Mais do que isso, abre portas para que se comece a estudar os diferentes sinais envolvidos na geração e seleção dos linfócitos T, trazendo novas esperanças quanto à possibilidade de intervenção nesses processos.

\**Nature*, vol. 372, p. 100 (1994).

#### Adriana Bonomo

Departamento de Imunologia,  
Instituto de Microbiologia/  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro.

## Pinturas nas cavernas

A datação de pinturas encontradas nas cavernas é muito difícil. Os pigmentos usados nem sempre são orgânicos – não contêm carbono – o que impede o emprego da mais simples das técnicas, a do radiocarbono. Além disso, os cientistas têm poucas possibilidades de saber se as pinturas de uma caverna foram feitas pelas mesmas pessoas que viveram nela.

Pesquisadores do Canadá e da África do Sul conseguiram

determinar a proveniência da pintura de um antílope africano, encontrada numa caverna da África do Sul, ao ligá-la a um povo que viveu nas cercanias. O geólogo Alan Watchman da firma de consultoria em arte nas rochas 'Data-Roche Watchman', sediada em Quebec (Canadá), declarou que a datação dessa pintura é o começo de um projeto que dará um contexto histórico ao registro das pinturas em rochas. Trabalhando com o chefe do projeto, Aron Mazel, do Museu Natal em

### Pintura de um antílope africano em uma caverna da África do Sul.

Pietermaritzburg (África do Sul), os cientistas encontraram nas partes vermelhas da pintura fibras de plantas daquela cor, cuja idade pode ser avaliada em 320 anos. Essa idade coincide exatamente com a de uma amostra de carvão coletada num sítio previamente ocupado por caçadores nômades



mades que se agrupavam a uns 15 km da caverna.

É a primeira vez que arqueólogos ligam a decoração de um lugar com os ocupantes da vizinhança.

*Science*, vol. 268, p. 1.853 (1995).

## N O T A S

# Uma ‘viagem’ antropológica

No cenário contemporâneo do saber antropológico, o caminho proposto por Marcio Goldman em “Razão e Diferença: afetividade, racionalidade e relativismo no pensamento de Lévy-Bruhl” é no mínimo desafiador. Um livro rico não só por sua leitura rigorosa e criativa da obra de Lévy-Bruhl, mas também pela discussão que trava, a partir dessa, com toda uma tradição antropológica, propondo-nos uma viagem pelas questões fundamentais dessa disciplina.

Goldman acompanha um autor que se transformou numa figura quase “mítica” para a antropologia. Figura que representou, durante um longo período, tudo o que um “bom antropólogo” deveria evitar: etnocentrismo, impossibilidade de acesso à diferença, assistemática, recusa da explicação sociológica, excessiva adesão à psicologia e à filosofia. Dessa forma, falar sobre Lévy-Bruhl se tornou um tabu e criticá-lo, uma missão. Goldman, porém, põe em dúvida esta versão e busca desconstruí-la a partir de uma análise da obra de Lévy-Bruhl.

*“Não se trata, portanto, de ‘interpretar’ ou ‘revelar’ idéias ocultas em uma obra; não se trata, tampouco, é claro, de introduzir nesta obra*



*Razão e diferença: afetividade, racionalidade e relativismo no pensamento de Lévy-Bruhl.* Marcio Goldman, Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 1994.

*idéias que seriam absolutamente estranhas a ela. Trata-se – não é demais repetir – de revelar e desenvolver certas virtualidades e potencialidades de um pensamento que tem sido deixado de lado.” (p. 380)*

Proponho aqui uma outra viagem, com “Razão e Diferença...”, buscando justamente o que o autor identifica como “virtualidades” de Lévy-Bruhl. Vale lembrar que a idéia de viagem está presente durante todo o livro, que inicia propondo uma analogia com a suposta viagem de Descartes ao Brasil idealizada por Paulo Leminski em *Catatau*. A viagem de Descartes ao Brasil pode ser metafórica e referencial, como a de Lévy-Bruhl à

China quando lê, em 1903, “três livros chineses” enviados por um amigo que se encontrava em Pequim – viagem que o próprio Lévy-Bruhl evoca como seu caminho para a percepção da diferença entre as culturas humanas. Goldman, entretanto, procura ir além desta viagem metafórica e referencial, tentando mostrar que o que conduziu Lévy-Bruhl a essa percepção foi algo mais que o simples e romântico fascínio pelo exótico. A viagem que “Razão e Diferença...” nos propõe é ao encontro de um Lévy-Bruhl não-estigmatizado e trazida à cena pela própria obra do autor. Dessa forma, a desconstrução da “figura mítica” não visa a destruição, mas uma (re)construção que nos ofereça a chance de enxergar outro Lévy-Bruhl, capaz de contribuir decisivamente para o debate antropológico atual.

*“Basta aqui a evidência de que pensar a partilha e a diferença é um problema inerente ao pensamento de Lévy-Bruhl, ocupe ele o lugar de promotor ou advogado de defesa. Isso significa que sua obra não pode ser estranha a qualquer tentativa de repensar a tematização da alteridade efetuada pela antropologia cultural e social.” (p. 36)*

Uma das originalidades de “Razão e Diferença...” consiste em estabelecer a relação problemática que une a “filosofia” de Lévy-Bruhl com seu trabalho tido como “etnológico”. O percurso filosófico do autor data de 1884, com uma tese de Doutorado de Estado, em que procura estabelecer uma nova abordagem das questões morais. Em 1899, Lévy-Bruhl publica uma releitura das principais correntes filosóficas do pensamento francês, releitura marcada por um forte espírito crítico. Espírito que acompanhará o autor por toda a obra e que será em parte responsável por sua ousadia em ir ao encontro da diferença. Na análise da obra filosófica de Lévy-Bruhl, Goldman ressalta a perspicácia com a qual são discutidas questões como a moral e a natureza humana, na medida em que passam a ser conduzidas pelos fatos. Na verdade, isso significa que Lévy-Bruhl foi capaz de reconhecer os limites do pensamento filosófico quando esse não se preocupa em estabelecer um diálogo com a realidade. Portanto, o interesse de Lévy-Bruhl pelo pensamento primitivo está nitidamente conectado com uma trajetória intelectual que problematiza o pensamento filosófico ocidental.

O que o parece ter conduzido Lévy-Bruhl à antropologia são questões delineadas, primeiramente, no cerne de seus interesses filosóficos. Não se trata de apagar as possíveis linhas demarcatórias entre a filosofia e as ciências

sociais, mas de ressaltar a passagem de uma abordagem puramente metafísica para outra que leve em conta os fatos objetivos da realidade social e, principalmente, os fatos tal qual apreendidos e elaborados pelo pensamento. Postura que, se aproxima Lévy-Bruhl da Escola Sociológica Francesa, não o faz sem problemas, na medida em que, como ressalta Goldman, o autor jamais chegará a adotar uma perspectiva rigidamente sociologizante, afastando-se portanto dos “sociólogos de estrita obediência”.

A partir de 1910, o verdadeiro objeto de sua investigação começará a se tornar claro: o pensamento de grupos humanos que nos parece articulado por proposições radicalmente opostas àquelas que articulam o nosso. A questão da diferença se torna crucial e todo o esforço se faz no sentido de abordá-la da melhor forma possível, ou seja, sem negligenciá-la. Com este objetivo, Lévy-Bruhl empreende uma viagem não só ao mundo primitivo mas ao nosso próprio mundo, viagem que Goldman contextualiza e problematiza. Levar a sério a diferença, eis a questão.

Não que a mentalidade primitiva seja alógica, ou mesmo que siga uma lógica completamente diferente da nossa, o que a tornaria inacessível. O problema é que, apesar disto, permanece o fato

do pensamento primitivo não nos ser nem imediata nem inteiramente acessível. Em suma, a grande questão é a da possibilidade ou impossibilidade de acesso à diferença. De um lado, a unidade do Espírito vai se fazer presente sem anular a diferença; de outro, uma profunda crítica à aplicabilidade das categorias filosóficas ocidentais ao pensamento primitivo introduzirá transformações no “triângulo conceitual” (prelogismo, orientação mística e participação) do autor, que tantas acusações lhe valeram posteriormente.

Entre 1910 e 1938, como ressalta Goldman, vários caminhos são apontados, posições são revisitadas, sendo especialmente as três últimas obras de Lévy-Bruhl – escritas entre 1931 e 1938 – que elaborarão de forma mais radical a oposição entre o pensamento conceitual e a mentalidade primitiva. O que é lapidado nestas últimas obras é o interesse pelas sociedades primitivas, com a emergência de uma percepção positiva das emoções e dos sentimentos, da dimensão afetiva em contraposição ao intelectualismo da filosofia ocidental.

*“Em oposição ao pensamento ocidental eminentemente conceitual; a mentalidade primitiva teria como ponto de partida um princípio*

*muito diferente: o pressuposto de uma desorganização e indistinção de um universo onde tudo estaria ligado a tudo, de forma tão profunda quanto misteriosa.” (p. 262)*

O prelógico é substituído pela “categoria afetiva do sobrenatural”, que possibilita a “experiência mística”. Lógico e prelógico passam a ser concebidos como coexistentes, o que conduz à imagem do pensamento humano como unidade dual, simultaneamente místico e não-místico. Teríamos aí, mais uma vez, a abordagem sociológica clássica, onde os termos só se opõem para que a oposição seja superada mais tarde, com a determinação de uma efetiva união? Na verdade, esta operação é recusada por Lévy-Bruhl, que critica o sociologismo durkheimiano ao indagar se este, na medida em que remete qualquer manifestação humana para a “sociedade”, não opera, ele também, uma supressão da diferença. Ao se afastar deste tipo de operação, Lévy-Bruhl revela o que Goldman considera uma das mais importantes “virtualidades” de seu pensamento, a possibilidade da superação do dualismo por uma perspectiva pluralista.

A unidade de estrutura do espírito humano convive com a diversidade de suas orien-

tações possíveis, orientações atualizadas de acordo com contextos sociohistóricos particulares. A perspectiva dualista tem, portanto, caráter provisório, mas não se encerra numa hipótese monista, indicando antes “a pluralidade de vias que o espírito humano pôde e pode seguir – sem pressupor qualquer esquema determinista ou repertório fechado”. (p. 301)

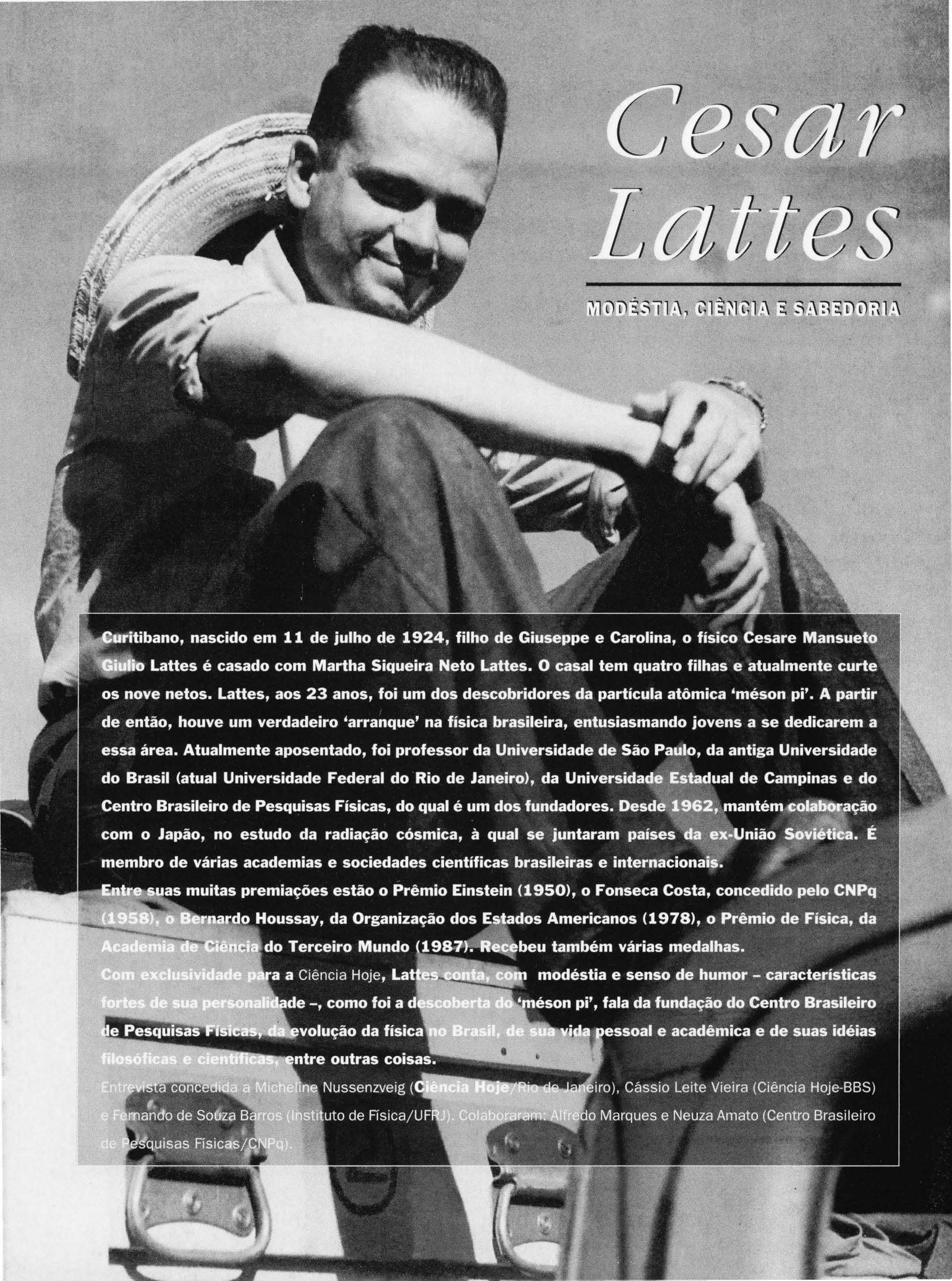
Identificada esta “virtualidade”, a relação de Lévy-Bruhl com a antropologia contemporânea se revela da maior importância, e é justamente a recusa de um dualismo provisório e de um monismo como fim que o colocam em diálogo direto com outras perspectivas antropológicas. O pluralismo indica que pensamentos diferentes não são, necessariamente, impenetráveis. Por acreditar nesta possibilidade, a antropologia relida a partir de Lévy-Bruhl não tem mais necessidade de recuar diante de um Bororo que afirma, ao mesmo tempo, ser homem e ser arara. Com “Razão e Diferença...”, Marcio Goldman nos leva não apenas na direção do outro, mas também naquela que conduz a nós mesmos.

**Patrícia Guimarães**

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).*

*Departamento de Ciências Sociais, Programa de Pós-Graduação em Ciências.*





# Cesar Lattes

MODÉSTIA, CIÊNCIA E SABEDORIA

Curitibano, nascido em 11 de julho de 1924, filho de Giuseppe e Carolina, o físico Cesare Mansueto Giulio Lattes é casado com Martha Siqueira Neto Lattes. O casal tem quatro filhas e atualmente curte os nove netos. Lattes, aos 23 anos, foi um dos descobridores da partícula atômica 'méson pi'. A partir de então, houve um verdadeiro 'arranque' na física brasileira, entusiasmando jovens a se dedicarem a essa área. Atualmente aposentado, foi professor da Universidade de São Paulo, da antiga Universidade do Brasil (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro), da Universidade Estadual de Campinas e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, do qual é um dos fundadores. Desde 1962, mantém colaboração com o Japão, no estudo da radiação cósmica, à qual se juntaram países da ex-União Soviética. É membro de várias academias e sociedades científicas brasileiras e internacionais.

Entre suas muitas premiações estão o Prêmio Einstein (1950), o Fonseca Costa, concedido pelo CNPq (1958), o Bernardo Houssay, da Organização dos Estados Americanos (1978), o Prêmio de Física, da Academia de Ciência do Terceiro Mundo (1987). Recebeu também várias medalhas.

Com exclusividade para a *Ciência Hoje*, Lattes conta, com modéstia e senso de humor – características fortes de sua personalidade –, como foi a descoberta do 'méson pi', fala da fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, da evolução da física no Brasil, de sua vida pessoal e acadêmica e de suas idéias filosóficas e científicas, entre outras coisas.

Entrevista concedida a Micheline Nussenzeig (*Ciência Hoje*/Rio de Janeiro), Cássio Leite Vieira (*Ciência Hoje*-BBS) e Fernando de Souza Barros (Instituto de Física/UFRJ). Colaboraram: Alfredo Marques e Neuza Amato (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq).

CH – Qual a origem da família Lattes?

CL – Sou filho de imigrantes italianos do Piemonte. Meu pai era de Turim e minha mãe de Alessandria. O pai dela era alfaiate militar, ‘tesoura de ouro’ do exército italiano, descendente do marquês Maroni, da Espanha, matador de touros. Já o meu pai era filho de casamento misto de judeu com católica e livre-pensador. Lattes era o nome de um riozinho que separa a Espanha da França. Quando a rainha Isabel deu seis meses para os judeus sefardim saírem da Espanha e de Portugal, muitos deles atravessaram o riozinho e mudaram o nome para Lattes, acrescentando um ‘t’. Portanto, Lattes é nome judeu.

Meu antepassado mudou de nome, mas não de profissão, tanto que o avô de meu pai tinha um banco, Banca Lattes, que ainda existe em Turim, mas com nome de Casa Bancária. Meu avô herdou a Banca Lattes, vivia disso, estava bem de vida e casou-se com uma católica ‘pra frentex’, que tinha tido duas filhas sem ter casado. Ela era filha de um chapeleiro, enquanto a família do pai das meninas era dona de grandes extensões de terra. Tinha até um parente bispo. A família do noivo relutou, mas quando ele estava quase morrendo, acabou permitindo o casamento. Algum tempo depois, o meu avô casou-se com essa viúva, nascendo meu pai como primogênito. Quando meu avô morreu, minha avó, que era mão-aberta, ficou com muito pouco dinheiro, só restando para cada filho o que dava justo para sobreviver.

Meu pai, então, decidiu vir para o Brasil e foi trabalhar em um banco, em Curitiba, em 1912. Tinha então 19 anos. Dois anos depois, veio a Primeira Guerra Mundial. A Itália queria se livrar dos austríacos, que ocupavam a região nordeste do país. Os italianos em Curitiba se mobilizaram, fretaram um navio e foram para lá como voluntários. Meu pai lutou na guerra como alpino, isto é, no destacamento que combatia nos Alpes. Conheceu minha mãe na Itália e voltou, em 1921, a Curitiba, para trabalhar no Banco Francês e Italiano. A profissão dele era perito contador, mas quase sempre ele foi vice-diretor ou inspetor. Com o começo da Segunda Guerra, vieram as leis raciais. Mas italiano não leva isso a sério mesmo, e então na Itália elas foram fraquíssimas. Ainda assim, judeus professores foram parar na Academia de Ciências do Vaticano. Outros vieram, por exemplo, para o Brasil. Se eu estivesse lá e fosse professor na época, teria dificuldades, apesar de já ser judeu de quarta geração.

Uma das coisas que meu pai resolveu fazer foi nos batizar. Ele era livre-pensador e achava que meu irmão e eu devíamos fazer a própria escolha, mesmo assim, resolveu nos batizar quando tínhamos 14 ou 15 anos. Eu me declaro agnóstico, mas sou católico, apostólico, romano, batizado, crismado, comungado, duas vezes – a segunda comunhão fiz porque minha mãe pediu quando me formei – e também stalinista, cristão ortodoxo e animista.

CH – O senhor começou sua carreira em 1944, numa época em que as famílias queriam ver um filho médico, engenheiro ou advogado. Por que o senhor fez opção pelo curso de física?

CL – Meu avô materno, sujeito de bom senso, não ia me dizer para cursar medicina, engenharia ou direito. Teria dito: “o bom é ser alfaiate civil ou montar uma indústria”. Já meu pai pensava diferente e me disse: “Olha, de vez em quando, o judeu entra pelo cano. Agora, a situação pode estar tranqüila, embora possa começar tudo de novo. Procure uma profissão que você possa levar na cabeça, por exemplo, otorrinolaringologia”. “Está bem”, falei, “mas precisa dissecar cadáveres?”, perguntei. Ele respondeu: “Precisa”, e eu disse: “Ah, então não, meu estômago é fraco.” Aí, eu pedi a ele para ‘chutar’ outra profissão. Ele disse que tinha uma muito boa: atuário. “A companhia de seguros precisa e dá um dinheirão se você for um bom atuário.” Fui na conversa dele. Mas comecei física e matemática no ginásio e vi que nem precisava prestar atenção. O professor falava, eu nem estudava e me saía muito bem no exame. No resto, eu era um aluno medíocre. Como soube que professor secundário tinha três meses de férias por ano, falei com o velho e disse que queria ser professor secundário de física. Nunca pensei em universidade. Mas meu pai era gerente do Banco Francês e Italiano, encarregado do câmbio, e cuidava do pagamento do Gleb Wataghin e do Giuseppe Occhialini. O velho falou com o Wataghin, que disse para eu ir falar com ele. Fui. E o Wataghin me disse: “Está tudo bem, não precisa fazer o pré, porque foi baixada uma portaria que permite a você ser dispensado”. Por isso, é que me formei com 19 anos. Foi o Wataghin que me animou e me fez desistir de ser professor secundário, porque se precisava de gente para a pesquisa.

CH – Como o seu pai conheceu o Gleb Wataghin?

CL – Para responder, precisamos lembrar um pouco da história. A primeira universidade foi fundada em 1934, em São Paulo, possivelmente em consequência da derrota dos paulistas na revolução. Os latifundiários achavam que preci-



**Cesar Lattes, aos três anos de idade, em Caxias do Sul (RS).**

savam fazer alguma coisa e fizeram a universidade no papel, mas tendo como núcleo de aglutinação a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), de modo que não haveria mais cursos de física nas faculdades de medicina, de engenharia, de veterinária etc. Haveria nessa faculdade um departamento de física para todos. O Teodoro Ramos, que foi encarregado de organizá-la, teve a sabedoria e a modéstia de ir buscar pessoal na Europa. Entre os professores, veio o Gleb Wataghin. Contrariamente ao que se pensa, a história da indicação dele não se deve ao fato de ele ser um refugiado do fascismo. Benito Mussolini tinha o sonho de fazer um novo império e, em 1932, mandou o Francesco Severi, um bom matemático, mas fascista, para verificar como estava a situação da América Latina. No ano seguinte, mandou o Enrico Fermi e senhora também para observar a situação por aqui. Vale

lembrar que o Fermi não era fascista. O Teodoro Ramos, aconselhado por Fermi, convidou o Wataghin que veio ao Brasil em 1934, com vencimentos e vantagens adicionais por estar em missão oficial. Meu pai era quem cuidava aqui no Brasil do pagamento dessas vantagens. Depois da Segunda Guerra, o Wataghin voltou para a Itália para o Instituto de Física de Turim. O dinheiro de seu salário, acumulado durante a guerra, estava todo lá, empilhado em um banco italiano.

O Wataghin era russo e pertencia à família do Czar. Sua mãe era princesa e o pai alto funcionário na Estrada de Ferro. Mas o Gleb tinha idéias socialistas. Quando era estudante em Kiev e a situação ficou ruim, o pai mandou a locomotiva com um vagão buscar a mãe e se mandaram todos para Odessa. A princesa não levou as jóias e, por isso, passaram tempos difíceis. O Wataghin foi então parar em Turim, na Itália, e começou a ganhar a vida tocando piano no cinema mudo. O Eligio Perucca, professor de física, arranhou um lugar para ele na Escola Politécnica de Turim. Depois, ele foi contratado pelo Instituto de Física de Turim. Quando o Wataghin chegou ao Brasil, para trabalhar na FFCL da Universidade de São Paulo (USP), ele disse que só assinaria o contrato depois que o mecânico Bentivoglio Guidolino fosse contratado. Uma vez assinado o contrato, ele pegou dois estudantes de engenharia do segundo ano, Mário Schenberg e Marcelo Damy de Souza Santos, para trabalharem com ele. Tinham uma mesa no sótão da escola de engenharia (Escola Politécnica da USP), com uma



**A família Lattes: o pai (Giuseppe), a mãe (Carolina), os filhos (Cesar, à esquerda, e Davide), e seus 'irmãos-salsicha' Pirulim e Ratim.**

bancada para o Damy e o Schenberg. O Bentivoglio tinha lá um tornozinho e mais algumas coisas. Mas, pouco depois, o professor Camargo, o Camargão como o chamávamos, que era o guardião das tradições da Politécnica, mandou botar tudo na calçada. Mas logo, o Wataghin, com sua diplomacia, arrumou um dinheirinho e alugou uma casa de madeira perto da Politécnica. Quando o conheci, Wataghin trabalhava ali.

*CH – Qual a importância da vinda do Wataghin para o Brasil?*

CL – O que ele fez de importante que outros não fizeram? Ainda em 1934, ele, que era teórico, fez um trabalho prevendo a produção múltipla de partículas, baseando-se, entre outras coisas, no princípio de incerteza de Heisenberg e na existência de um comprimento fundamental da ordem de  $10^{-13}$  cm. Foi só no ano seguinte que o Hideki Yukawa falou em méson. O

Wataghin defendeu que na colisão entre duas partículas, próton com próton, por exemplo, eram produzidos mésons, de uma só vez. Portanto, a produção era múltipla e não plural. Essa última se dá quando um próton bate em outro próton, dando um méson, depois esse mesmo próton bate em mais outro próton, dando outro méson, e assim por diante, formando uma cascatinha, um tipo de chuveiro.

Logo que o Damy e o Schenberg se formaram, o Wataghin os mandou para fora do país. O Schenberg foi trabalhar com o Fermi, na Itália, e fez a chamada teoria da radiação mole (parte da radiação cósmica pouco penetrante), na qual ele postulou que havia algum tipo de radiação neutra que era diferente dos raios gama. Mas o Fermi não o deixou publicar. Em Cambridge, na Inglaterra, o Damy aprendeu a fazer uma série de coisas, como contadores Geiger, alvos, e circuitos eletrônicos rápidos de coincidência para detecção de partículas ionizantes. Aí veio a guerra e os dois voltaram para o Brasil depois de um ano. O Damy aperfeiçoou esses circuitos na Inglaterra e os tornou 10 vezes mais rápidos que os usados na época. Eram de  $10^{-6}$  segundo e os do Damy eram de  $10^{-7}$  segundo. O Wataghin, com a idéia da produção múltipla de partículas, conseguiu, em 1940, detectar chuveiros penetrantes, o que foi confirmado seis meses depois por L. Janossi, na Inglaterra. Isso foi feito juntamente com o Paulus Pompéia e o Damy, em Campos do Jordão, usando placas de chumbo, cinco contadores e a eletrônica do próprio Damy.

CH – Por que foi possível detectar os chuweiros penetrantes?

CL – Porque o poder de resolução do equipamento do Damy era 10 vezes melhor que o dos ingleses. Em 1944, o Wataghin e o Oscar Sala colocaram grafite e parafina (rica em prótons) sobre os detectores. Eles verificaram que o número de mésons produzidos pelas colisões era sempre o mesmo e, portanto, não dependia do número de prótons nos detectores. Logo, a produção de mésons só podia ser múltipla e não plural. Naquele tempo, o Wataghin ainda chamava o méson de mésontron.

Essa detecção do Sala e do Wataghin – eles não sabiam e eu só percebi anos depois – era de mésons pi, porque o méson pi, ao vir da alta atmosfera, decai rapidamente em um segundo componente que é o méson mi, com vida mais longa. Entretanto, na experiência da parafina, a produção de mésons era local e não havia tempo de eles decaírem em mésons mi. Então, os primeiros a detectar os mésons pi foram o Sala e o Wataghin.

CH – O senhor está fazendo justiça a outras pessoas.

Na verdade, formou-se uma escola, havia uma pessoa esclarecida, o Wataghin, havia gente competente e se fazia uma física experimental avançada em São Paulo.

Mas seu nome tomou grande proporção. A que o senhor atribui esse fato?

CL – Quando me formei, o Wataghin era professor de física teórica e matemática. Fui ser seu terceiro assistente. O primeiro trabalho de pesquisa que fiz com ele foi sobre termodinâmica de altíssima temperatura e pressão, relacionando isso com a abundância dos elementos do universo. Depois, o Schenberg pegou a mim e ao Walter Shützer para calcular o campo de uma carga puntiforme com momento de dipolo. Esse cálculo deu para o campo do dipolo uma expressão com 27 termos. Isso foi suficiente para que eu me decidisse pela física experimental.

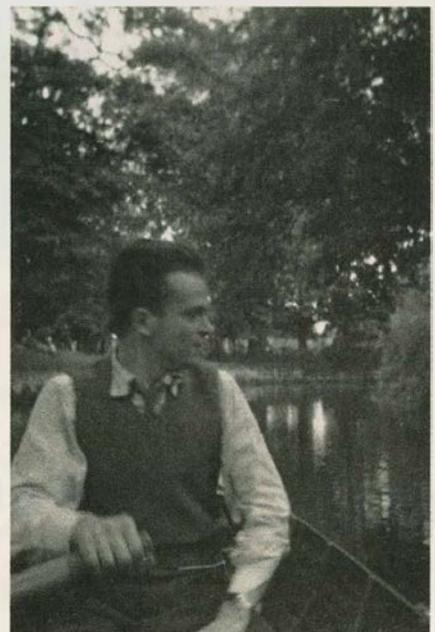
O Hugo Camerini, o Wataghinho (André, filho do Wataghin) e eu, com dinheiro nosso, fizemos no porão do departamento de física da FFCL, na rua Maria Antônia, uma pequena câmara de Wilson, que consiste em um recipiente contendo gás em estado de saturação. Usamos dois contadores do Damy, que registravam automaticamente a entrada da partícula e enviavam um sinal a dois circuitos (de coincidência). Estes, por meio de um pistão, acionavam a expansão do gás até atingir um estado de supersaturação, provocando a formação de gotas ao longo da trajetória da partícula carregada. Uma câmara fotográfica registrava o traço deixado pela partícula ao atravessar a nuvem de gás. Botamos o equipamento para funcionar em regime automático, isto é, ele era acionado somente quando uma partícula passasse pelos contadores. Tudo isso era para detectar e ver mésons parando. Esse método era do Occhialini.

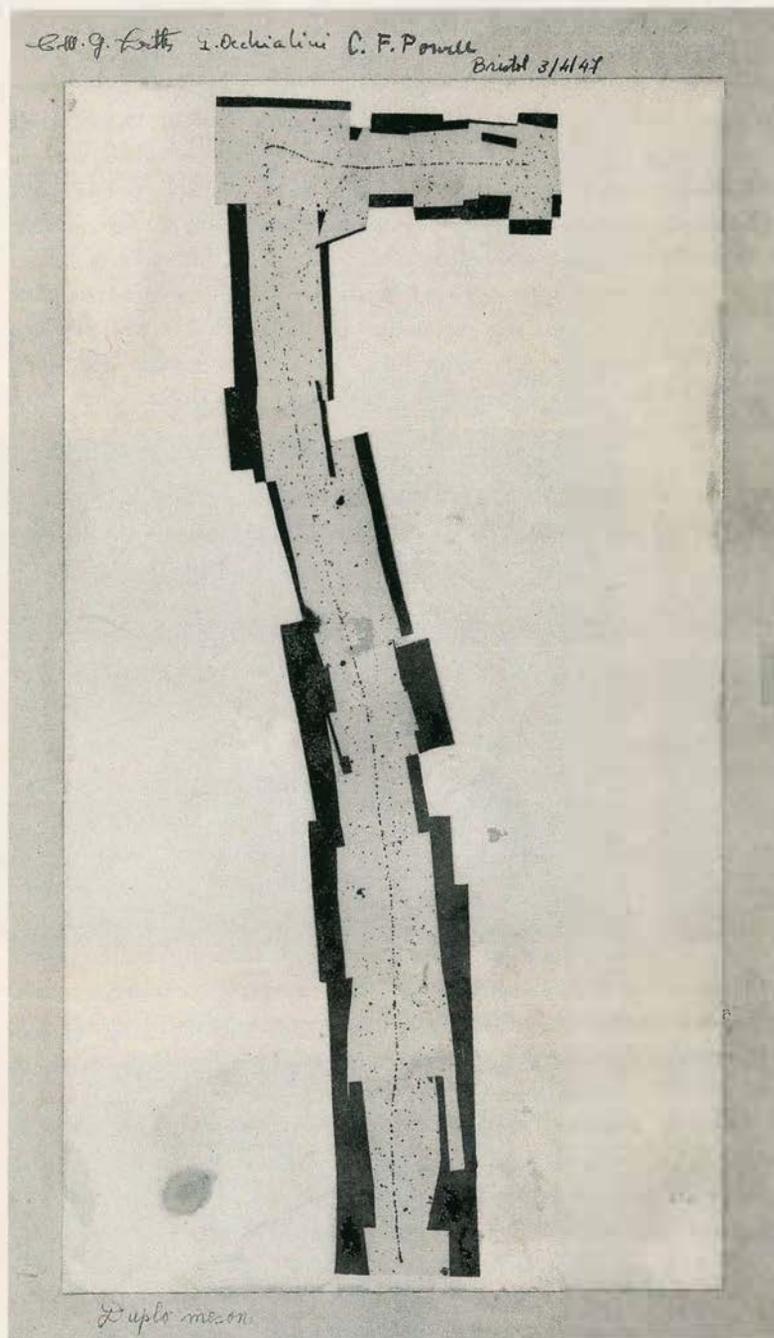
CH – Como o Occhialini veio parar no Brasil?

CL – O Wataghin foi passar férias na Europa e o pai do Occhialini, que era diretor do Instituto de Física de Gênova, lhe pediu que arranjasse para que o filho, que era antifascista e estava para voltar da Inglaterra, fosse para o Brasil. O Occhialini veio e trouxe a experiência com câmaras de Wilson, que ele tinha adquirido com o Patrick M. S. Blackett. O Occhialini também impressionou pelo seu interesse em literatura, poesia e cinema. Mas, quando veio a Segunda Guerra, ele, por ser italiano, foi considerado inimigo, e decidiu trabalhar incógnito como guia nas montanhas de Itatiaia (RJ). Tenho até uma fotografia dele como guia. Uma vez por semana, ele descia do posto meteorológico para o repouso Donati, onde tinha lugar para comer, fumar, ler gibi e tomar cerveja, tudo ao mesmo tempo.

Quando pôde sair do país, ofereceu seus conhecimentos científicos para o esforço de guerra britânico e assim voltou à Europa. Mas, ao chegar à Inglaterra, também por ser italiano, o mandaram lavar pratos. Entretanto, ele conseguiu falar com o Blackett, que arranhou para ele ir a Bristol, universidade particular e mantida por fumaça de cigarro, isto é, pelas indústrias inglesas de cigarro. Lá, estava o Cecil Powell, que por ser pacifista, tinha se recusado a trabalhar para o esforço de guerra. Era um lugar afastado, frio, onde um 'inimigo' como o Occhialini não iria oferecer perigo. Lá, o Powell estava há 10 anos usando as chapas da Ilford (fabricante de filmes), para fazer física nuclear, as mesmas usadas em fotografia, na época. O Powell era muito simpático e conservador em ciências. Com essas chapas, ele estava fazendo espalhamento nêutron-próton de 10 megaelétrons-volt. Para ver o próton, era preciso muita imaginação. O Occhialini, que era mais ativo, ficou insistindo com a empresa Ilford, até conseguir que eles fabricassem chapas com densidade de prata seis vezes maior. Ele queria ver o traço do próton e de outras partículas. Mas, ao se aumentar a densidade da prata, se aumentava também o resíduo de fundo, isto é, sur-

**Em Bristol (Inglaterra), em 1947. Magro por causa do 'menu' do pós-guerra: uma fatia de pão ou um pratinho de sopa por dia.**





**Foto histórica do segundo méson pi, com assinatura (acima) de seus três descobridores: Lattes, Occhialini e Powell. Dedicada ao almirante Álvaro Alberto.**

na primeira semana. Bem, o que aconteceu? O Occhialini e eu tínhamos tradição em raios cósmicos. Eu estava tentando ver mésons lentos em São Paulo. O Wataghin e seus assistentes tinham descoberto os chuveiros penetrantes. Era, portanto, óbvio que não era para ficar fazendo o que estavam fazendo o Powell e o Occhialini, que era espalhamento de nêutron-próton de 10 megaelétrons-volt. Dei ao Occhialini, que ia passar férias nos Pireneus, umas chapas que estavam carregadas com bórax e outras sem. Essas últimas têm muito *fading*, isto é, perdem o poder de detecção em aproximadamente uma semana, mas as de bórax agüentam mais tempo. Ao voltar, revelou as chapas na mesma noite e percebeu que havia uma barbaridade de coisas nelas. Uma das primeiras coisas que ele viu foi a trajetória de um lítio 8, que ele chamou de *tarelo*, emitindo uma partícula beta, que nas chapas sem bórax não se via. Depois de emitir essa beta, o lítio 8 decaía para berílio 8, que por sua vez emitia duas partículas alfa, que ele chamou de *martelo*. Ele pôde ver isso devido à ação *antifading* do bórax.

CH – Viram mésons também nessas chapas?

CL – Só naquelas com bórax.

CH – O que foi feito com as chapas?

CL – Foram examinadas por Occhialini, por Powell e por mim. Havia também moças microscopistas. Uma delas, Marietta Kurz, observou um evento estranho: um traço mais torto que os dos prótons, menos denso, e de direções sofrendo múltiplas mudanças – era o que se esperaria de um méson de Anderson, Seth H. Neddermeyer, J. C. Street e E. C. Stevenson, com

massa cerca de 1/8 da massa do próton. Do fim do traço surgia outro semelhante, de 600 micra de alcance. Dias depois, observamos na chapa outro evento semelhante, no qual o traço secundário realmente parava na emulsão. O alcance era também de 600 micra. Fui para o departamento de geografia da Universidade de Bristol para ver se nos Andes era possível expor chapas. Descobri que, a uns 20 km de La Paz, na Bolívia, tinha um clube andino, a uns 5,5 mil metros de altitude, e que se podia chegar lá de carro facilmente. Tinha que ser rápido, porque o físico inglês D. H. Perkins estava expondo

giam nas placas grãos indesejáveis, que acabavam mascarando as trajetórias em estudo. Finalmente, Mr. C. Waller, da Ilford, obteve um tipo de placa seis vezes mais densa, quase sem resíduo de fundo. Quando recebi essa placa aqui no Brasil, pedi para ir para a Inglaterra. Fui com uma bolsa de 15 libras por mês, dada pelos fabricantes de cigarros de lá. Por aqui, o Leopoldo Nachbin me arrumou, pela Fundação Getúlio Vargas, a passagem em um cargueiro, o primeiro que saiu depois da guerra. Lá cheguei, depois de 40 dias de viagem, sendo que a cerveja terminou

massa cerca de 1/8 da massa do próton. Do fim do traço surgia outro semelhante, de 600 micra de alcance. Dias depois, observamos na chapa outro evento semelhante, no qual o traço secundário realmente parava na emulsão. O alcance era também de 600 micra. Fui para o departamento de geografia da Universidade de Bristol para ver se nos Andes era possível expor chapas. Descobri que, a uns 20 km de La Paz, na Bolívia, tinha um clube andino, a uns 5,5 mil metros de altitude, e que se podia chegar lá de carro facilmente. Tinha que ser rápido, porque o físico inglês D. H. Perkins estava expondo

placas a partir de vôos aéreos, e essa história da importância do bórax nas placas iria logo ser conhecida.

*CH – Por que o senhor escolheu Chacaltaya para fazer as exposições das chapas, em vez do Pic du Midi e do Jungfrauoff, onde o Occhialini e o Powell costumavam expor as emulsões?*

CL – O Pic du Midi foi onde se expôs as primeiras chapas, mas é baixo, tem 2,8 mil metros. O número de partículas cósmicas em Chacaltaya, com 5,5 mil metros, é 100 mil vezes maior. Jungfrauoff não tinha universidade, não tinha nada. Foi usado mais tarde, na descoberta do méson 'k' em 1949.

*CH – O senhor então foi para a Bolívia?*

CL – Pedi a passagem até o Rio de Janeiro e disse que o resto eu arrumava. Deram-me o dinheiro. Foi uma cerimônia bonita e aprendi nesse dia como se fazia burocracia na Inglaterra daqueles tempos. Estavam o Powell, o Occhialini e o A. M. Tyndall, um *gentleman* inglês, diretor do laboratório de Bristol. Deram-me uma pilha de notas de *pounds* [libras] para pagar a passagem e um papelzinho dizendo o que se esperava de mim, desejando-me boa viagem, e pedindo que eu fosse pela *British Airways*, porque esse dinheiro era de Sua Majestade. Acabei pegando uma outra companhia. Foi minha sorte, porque o avião da *British Airways* caiu! Perguntei onde estava o recibo para prestar contas. A resposta foi que estaria anotado em um caderninho: 'pago a Cesar Lattes para sua viagem à Bolívia'. Lembrei-me que, em Bristol, o laboratório ficava aberto dia e noite e a biblioteca também, sem ninguém tomando conta. País civilizado. Perguntei como deveria ser feito o relatório e a resposta foi que seria o trabalho depois publicado.

*CH – E o que aconteceu quando o senhor chegou à Bolívia?*

CL – Para chegar até La Paz, tive que passar por Santa Cruz, Cochabamba, Oruro, Potosí e finalmente La Paz. Aí, encontrei Dom Vicente Burgaleta, professor de física da universidade. Ele tinha feito a maior parte da carreira na Bolívia, e me disse para desistir da universidade, e procurar o Ismael Escobar, no Serviço de Meteorologia. O Escobar arranjou condução e fomos para a chamada estação meteorológica, montada em 1941. Na verdade, eram quatro pedaços de madeira, fazendo um tronco de pirâmide, e duas placas também de madeira, tudo pintado de branco e mais nada. Bom, pelo menos, pude fazer as exposições. Pus as chapas fotográficas e voltei ao Brasil em 1947. Depois de um mês, retornei à Bolívia e revelei uma chapa na casa do Escobar. Não revelei todas, porque a água de lá não estava boa. Telegrafei para o Powell contando, e ele me disse para levá-las para a Inglaterra. Ainda aqui no Rio, encontrei o Guido Beck, que por acaso estava na então Faculdade de Filosofia da Universidade do Brasil. Expliquei a

ele o que era, e mostrei a chapa revelada na casa do Escobar. Até então, eu só tinha visto dois pi-mi, e não é que olhando eu encontro o terceiro pi-mi. O Beck também viu e o secundário tinha também um alcance de 600 micra. Aí, me convenci que estava com um bolo grande na mão.

*CH – Como era a trajetória desse segundo ramo?*

CL – A trajetória do segundo ramo terminava bem. As chapas lá em Bristol apresentaram uns 30 eventos e deu para ver que a massa da partícula pi era mais ou menos 300 massas eletrônicas (ou 300 vezes a massa do elétron) e que o alcance do secundário, isto é, do méson mi, era o mesmo. A massa foi obtida por contagem de grãos ao longo da trajetória. O pessoal lá de Bristol se entusiasmou.

O Powell me mandou para um simpósio em Birmingham para apresentar esses resultados, não sei por que ele não foi. No simpósio, os cientistas ainda falavam muito sobre os resultados de Ettore Pancini, Oreste Piccioni e Marcello Conversi sobre a vida média do méson mi. Com um pouco de dificuldade, consegui falar – afinal, o Powell tinha me mandado para lá – e fui embora. Depois, veio o convite do Niels Bohr, que acreditou na descoberta. Dei dois seminários, um na Sociedade de Física da Dinamarca e um no Instituto de Física Teórica de Copenhague. À noite o Bohr me chamou para bater um papo na casa dele.

Mas as pessoas de uma maneira geral não estavam acreditando na descoberta. Em Berkeley (EUA), não se sabia direito o que eram os dois tipos de mésons. O acelerador de lá foi construído para produzir o méson pi de Anderson, com 200 unidades de massa eletrônica, e não para uma partícula com 300 unidades. O eletroímã, de Berkeley, tinha sido doado pela Fundação Rockefeller, pouco depois de Anderson e Neddermeyer descobrirem o méson pi, em 1937. Mas desde 1938, tinha o eletroímã com o qual podia-se fazer um acelerador com 380 MeV. O Ernest O. Lawrence decidiu construir um ciclotron para produção artificial, o que só foi conseguido em novembro de 1946. O Bohr me perguntou se eu ia aos EUA, porque as coisas em Bristol estavam quentes. Respondi que a energia do acelerador de Berkeley parecia não ser suficiente para a produção de mésons. Mas, na verdade, era suficiente se levássemos em consideração a energia interna da partícula incidente e do alvo, chamada de energia de Fermi. Saí de Bristol no melhor da festa.

*CH – E o senhor então foi para os EUA?*

CL – Sim, mas antes passei o natal no Brasil com meus pais e aproveitei para me casar, em 1947. Depois, parti para Berkeley, onde estava o Eugene Gardner, que era um ótimo físico, mas que não tinha saúde para passar mais de vinte minutos no microscópio e não tinha microscopistas. Em Berkeley, não

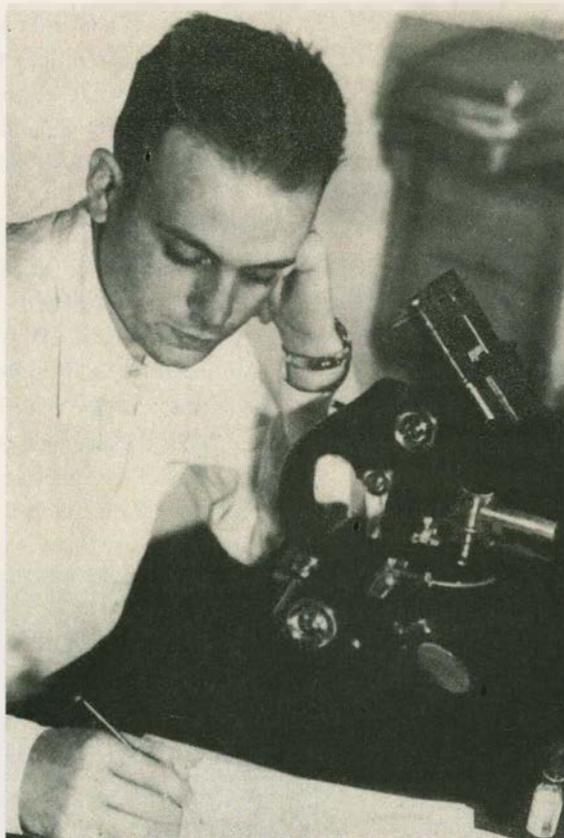
acreditavam na descoberta e ainda por cima estavam procurando mésons  $\pi$ . Duas semanas depois da minha chegada, em um sábado à tarde, consegui detectar mésons  $\pi$ , usando o eletroímã de Berkeley. As partículas alfa batiam em núcleos do alvo de carbono, e os mésons defletidos por campo magnético tomavam certa direção, e deixavam sua marca nas emulsões. Usamos chapas protegidas por cobre, com as quais vimos finalmente o méson  $\pi$  entrando. A emulsão das placas era protegida por uma espessura de cobre, que impedia o feixe principal de partículas alfa de atingir a emulsão.

*CH – Como o senhor via o méson  $\pi$  na chapa?*

CL – Com microscópio. Era um traçado de pontinhos. O mais fácil de detectar no cíclotron era o méson  $\pi$  negativo, porque nesse caso a trajetória da partícula alfa no eletroímã é diferente. Apesar de ter resíduos das trajetórias de nêutrons nas chapas, em uma proporção de 10 para um, era possível observar as trajetórias dos mésons  $\pi$  negativos. Quando passam perto de um núcleo, eles são absorvidos por atração elétrica, e quase todos explodem esses núcleos que os capturam. Os fragmentos formam, na emulsão revelada, um desenho semelhante a uma estrela, e a facilidade de observação se deveu ao fato de eles deixarem essa ‘assinatura’ característica. No caso dos mésons  $\pi$  positivos, que detectamos depois, o resíduo de fundo, isto é, o número de trajetórias de nêutrons, era maior e por isso foi mais difícil observar o traçado desses mésons positivos nas chapas.

*CH – Qual a diferença entre a detecção de mésons  $\pi$  produzidos natural e artificialmente?*

CL – Na exposição natural, foi a galáxia que produziu os primários e eles chegam à Terra como raios cósmicos. Em Berkeley, a produção de mésons começou em novembro de 1946, mas a detecção só se deu em fevereiro de 1948. Mas esse eletroímã foi utilizado para enriquecer o urânio 235 usado para fazer a bomba lançada sobre Hiroshima. Só quando acabou a guerra é que voltaram a empregar o eletroímã como cíclotron.



**No recém-fundado Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, em 1949.**

O Lawrence fez o acelerador. As duas bombas, a do teste nos EUA e a lançada sobre Hiroshima, na realidade, são produtos do acelerador de Berkeley, porque o enriquecimento do urânio 235 pelo método de difusão gasosa era muito lento. Então, o Lawrence propôs fazer o enriquecimento por separação magnética. Com isso, fizeram o primeiro acelerador que na época foi batizado cálotron. Foi esse mesmo eletroímã que serviu para produzir os mésons. Na verdade, ele é um espectrômetro de massa de grande intensidade, no qual a separação do urânio 235 é direta. Separa completamente o urânio 235 do urânio 238, de uma só vez. O plutônio da bomba de Nagasaki também foi descoberto em Berkeley. Foi o pessoal do Emile Segré e do Harold C. Urey que viu o plutônio se formar a partir do decaimento do urânio 238. Eles perceberam que o plutônio tam-

bém fissionava com nêutrons lentos, emitindo mais de três nêutrons. Mas, para fazer isso, eles precisavam de um reator. E o Fermi e o Leo Szilard tinham a concepção desse reator, que foi construído mais tarde em Chicago por Fermi e colaboradores.

*CH – Então, foram seus trabalhos sobre a detecção de mésons naturais na Europa e na Bolívia e a produção de mésons artificiais em Berkeley que colocaram o senhor em posição de destaque na comunidade científica internacional?*

CL – Vale lembrar que em Berkeley os mésons artificiais já eram produzidos desde 30 de novembro de 1946, mas só foram detectados em fevereiro de 48. Não é verdade que fiz parte da equipe que descobriu o méson artificial em Berkeley. Não fiz coisíssima nenhuma. Apenas detectei e identifiquei o que já estava lá. E isso não é a mesma coisa. Boa parte do tempo, eu estava em Bristol, calibrando emulsões. Mas, enfim, o fato é que nesse tempo aconteceu o nascimento das partículas elementares. Por exemplo, nasceu o pósitron, o méson etc. Mas na época ninguém entendeu nada. Todo mundo saiu dizendo, por exemplo, que o elétron pesado era o méson do Hideki Yukawa. O nosso foi o verdadeiro, o méson  $\pi$ , já previsto em 1942 pelo S. Sakata.

A descoberta do méson pi em Berkeley foi uma abertura, porque daí em diante se produziram mésons à beça. Na Inglaterra, levamos um ano para detectar 30 dessas partículas. Em Berkeley, detectamos 30 em um dia, em condições de geometria favoráveis. Sabíamos de onde os mésons saíam, onde chegavam e com que ângulo. Conhecíamos também o campo magnético e o alcance na emulsão. Com esses parâmetros, chegávamos ao valor da massa.

*CH – Então o senhor não produziu, mas só detectou os mésons em Berkeley?*

CL – É verdade. A produção foi um trabalho muito sério de engenharia, de gente como o Lawrence, que, além de ser competentíssimo e de um dinamismo formidável, já tinha feito naquela época detectores com tempo de resolução de  $10^{-9}$  segundo. Ele arranjava dinheiro com os capitalistas. Então, produzir mésons artificialmente foi um processo meramente técnico. Quando eles começaram, o equipamento não tinha ainda muita estabilidade. O ciclotron acima de uma certa energia sai de fase e não consegue mais acelerar as partículas. Mas o Edwin MacMillan e um grupo soviético, do Weksler, descobriram uma solução para esse problema: como mostra a teoria da relatividade, a massa de um corpo aumenta à medida que sua velocidade cresce. No caso dos aceleradores, descobriu-se que é preciso também aumentar a frequência de oscilação do campo eletromagnético, responsável pela aceleração

das partículas. Basicamente, esse aumento da frequência ajuda a manter o ciclotron em fase e, portanto, estável. Com isso, deu para chegar aos 400 milhões de elétrons-volt, ou 400 MeV, que era o limite no final da década de 40.

*CH – Que idade o senhor tinha na época da descoberta do méson pi?*

CL – Vinte e três e estava em lua-de-mel. A detecção de mésons pi foi um verdadeiro carnaval. Como disse o José Leite Lopes, deu até na capa da revista *Science News*, e recebi também um recorte da revista *Time*. Tive permissão para vir ao Brasil para uma formatura de químicos. Pagaram a minha passagem e da minha mulher. Eu era bolsista da Fundação Rockefeller, era *expert consultant* da Comissão de Energia Atômica.

Lá, eu tinha conhecido o Nelson Lins de Barros. Ele era irmão de João Alberto Lins de Barros, que foi da coluna Prestes, participou da revolução de 1930, foi interventor em São Paulo, coordenador da mobilização econômica, entre outras coisas. O Nelson era um homem muito inteligente, com 21 irmãos. Ele e mais quatro irmãos propuseram fazer um centro de física no Rio de Janeiro. O João Alberto, também inteligente, topou logo. Voltei para os EUA e deixei no Brasil uma procuração com o Leite Lopes. Em uma certa madrugada, em que eu estava procurando mésons em Berkeley, recebi um telefonema do João Alberto, dizendo que tinham fundado o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e que eu era o diretor-científico.

O dia da assinatura da ata de fundação do CBPF coincidiu com a descoberta da fotoprodução de mésons pi. Os mésons são produzidos com feixes de raios gama que são fótons com energia muito mais alta que os da luz. Na verdade, nem sei onde esse trabalho foi publicado.

Um mês depois, terminou a bolsa da Rockefeller. Voltei e fiz uma loucura, que a gente só faz na mocidade. Tinham me oferecido, em tempo integral, uma cadeira na Universidade de São Paulo, com assistente, biblioteca e tudo mais. Em vez disso, vim para o Rio com contrato para



**Com dois oficiais da Marinha brasileira, mostrando o acelerador de Berkeley, Califórnia (EUA), em fevereiro de 1948.**



**Voltando dos EUA, no natal de 1948, para ser patrono dos formandos da Escola Nacional de Química.**

dar dois seminários por semana na Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil e ser diretor-científico de um centro que era só uma ata registrada em cartório.

*CH – E o que o senhor deixou para trás nos EUA?*

CL – Lá me ofereceram um lugar em Harvard, mas nem pensei nisso. Queria voltar para o Brasil. Naquele tempo, ninguém ia para lá com a idéia de fazer carreira. Ninguém queria ficar lá. A gente pensava, digamos em linguagem um pouco patriótica, em melhorar o Brasil. Dá para entender esta frase nos dias de hoje?

Então, como o Nelson Lins de Barros entrou na história da fundação do CBPF? Em Berkeley, ele era secretário da embaixada brasileira. Eu tinha encontrado com ele na manhã daquele ‘carnaval de jornal’ que foi a detecção dos mésons e ele me perguntou qual era a novidade. Só respondi que tinha comprado um carro. À tarde, ele leu a notícia em um jornal, e me ligou criticando o que chamou de excesso de modéstia.

*CH – E como o CBPF saiu do papel?*

CL – O próprio Nelson dizia que todo mundo achava que o João Alberto era ladrão – na época, tinha até o verbo ‘joãoalbertar’. Então, pedi para ele ir falar com o irmão para devolver um pouco desse dinheiro para o CBPF. Ele comentou essa brincadeira com o João Alberto. Quando cheguei ao Brasil, encontrei-me com o Nelson e o British, outro irmão e militar da Marinha. Para a surpresa de todos, quando chegamos na casa do João Alberto, soubemos que a mulher dele era irmã

de criação do Leite Lopes. Fazia 20 anos que não se viam. Foi assim que nasceu o CBPF. Tudo em família.

Por três meses, o João Alberto ofereceu 30 contos de réis por mês. Alugamos, na rua Álvaro Alvim, na Cinelândia, três salas: uma para a biblioteca, uma para a secretaria e outra para sala de aula. Doei minha biblioteca, o Lauro Nepomuceno deu a dele, que era maior, o jornalista Lourenço Borges também, e logo se formou um bom acervo. Arranjamos dinheiro para assinar as revistas mais importantes e na Marinha a gente retirava material eletrônico usado enquanto o almirante dormia. Na saída, ele dava licença para a gente passar no ‘paiol’, que para marinheiro quer dizer almoxarifado. Assim se fizeram os primeiros aparelhos eletrônicos. O Lauro contratou um mecânico e comprou um torno.

Depois, conseguimos dinheiro com o Mário d’Almeida, o banqueiro que tinha mais dinheiro vivo no Brasil. Ele nos recebeu secamente e

perguntou quanto precisávamos. Fizemos a conta e dissemos 500 contos. Ele disse que estava bem: “Estará amanhã na conta, sem juros. Podem tirar cem por mês.” Assim saiu o primeiro prédio do CBPF. Depois, o João Alberto ficou doente, em tenda de oxigênio, e o Paes Leme, que era da Câmara de Vereadores, me disse para não me preocupar e não desistir do CBPF. Toda noite, pelo rádio, ele fazia uma campanha contra o Evaldo Lodi, presidente da Confederação das Indústrias, porque ele não prestava contas do dinheiro do Sesi (Serviço Social das Indústrias). O Lodi recebeu o Paes Leme e a mim, e concordou em dar 100 contos por mês ao CBPF.

*CH – Mas o Lodi aceitou receber o Paes Leme?*

CL – O Paes Leme acabou com a campanha contra o Lodi. Enfim, agüentamos assim até vir o Conselho Nacional de Pesquisas. Foi uma história interessante. Lodi era um homem esclarecido, e esses 100 contos por mês vinham de uma verba secreta para o combate ao comunismo. Por isso, eu nunca precisei assinar recibo. Isso eu só soube há uns 10 anos. Apesar disso, o CBPF era considerado um antro de comunistas e judeus. Tinha o Antônio Monteiro, o Leopoldo Nachbin, o Jayme Tiomno etc. Logo que o Jacques Danon voltou da França, propus contratá-lo para o CBPF. Mas aí o Conselho de Segurança soube que ele era muito amigo do Jorge Amado, que era ligado ao comunismo na França e que tinha sido expulso pelo governo francês. Deram-me um ultimato: “Se vocês botarem o Danon no CBPF, nós cortamos a mesada.” Chamei o Danon e disse a ele para procurar trabalho com o

Augusto Zamith, que era professor da Escola Nacional de Química da Universidade do Brasil. E não se falou mais nisso. Esperei e só na volta dos EUA, em 1959, consegui contratar o Danon.

*CH – Ainda fazem exposições em Chacaltaya?*

CL – O laboratório de Chacaltaya é uma realidade importante para a física não só do Brasil, mas mundial. Ainda hoje, muitos países o usam. Na realidade, não há laboratório melhor para o estudo de raios cósmicos. Os chineses tentaram fazer um na mesma altitude, mas só o usam três meses por ano por causa das nevascas e do acesso difícil. Para Chacaltaya, você vai de táxi. Quando eu trabalhava lá, houve um problema administrativo no CBPF e então fui obrigado a voltar. As coisas estavam ruins por aqui, estavam tentando fechar o CBPF. Foi extremamente desagradável mas deu para superar com bastante desgaste meu. Foi aí que resolvi ir para Chicago.

*CH – É verdade que em 1955 o senhor foi convidado para substituir o Enrico Fermi na direção do Acelerador de Chicago, mas não quis?*

CL – Não foi assim. Ofereceram-me um lugar lá. O Fermi tinha morrido, mas não me ofereceram o lugar dele. O Fermi era essencialmente um teórico. Um grande físico, mas ele não deixava os alunos usarem o serviço das microscopistas. Não deixava os alunos usarem nada, eles próprios tinham de construir os equipamentos. Uma perda de tempo. Por isso, tudo lá estava indo mal. Eu era responsável pela turma do Fermi. A única coisa interessante para mim foi um aluno dessa turma que estudava a chamada ‘não conservação da paridade’, de Tsung Dao Lee e Chen Ning Yang. Eu não gosto dessa denominação, mas hoje é a mais aceita. Foi minha única interação em Chicago. A universidade ficava num lugar muito ruim. Você abria a janela e quando começava a escrever, uma mancha preta caía sobre o papel. Tinha gente muito simpática, o Marcel Schein, o G. Wentzel, o V. Telegdi e o Leo Szilard. O único com quem conversei sobre física foi o Szilard.

*CH – O senhor disse: “nós queríamos melhorar o Brasil”. Isso significa que as pessoas não ficavam lá fora por que queriam desenvolver a física aqui?*

CL – Sempre achei que só se pode melhorar a qualidade de vida de uma nação formando cidadãos pensantes. Isso significa educação primária essencialmente, que só pode ser feita com bons professores secundários. Para ter boa educação secundária, precisamos de bons professores universitários. E para isso necessitamos de pesquisa. A sensação que tínhamos era que o Brasil poderia dar um bom pulo se houvesse gente bem-treinada e capacitada.

Na realidade, não foi nem a Inglaterra nem os EUA que me

deram a formação de físico. Foi em São Paulo, com o Wataghin, com o Occhialini e com o Damy. Quando cheguei em Bristol, o Powell, que era o ‘dono-da-bola’, tinha deixado as chapas em cima da mesa e o Occhialini, com tradição de raios cósmicos, estava estudando espalhamento de partículas em chapas velhas. Quer dizer, não aprendi nada com eles, a não ser inglês.

*CH – O senhor recebeu o prêmio da Academia de Ciência do Terceiro Mundo, o TWAS. Como foi seu discurso na entrega?*

CL – Fui a Trieste (Itália) e fiz o discurso inaugural da Primeira Reunião Internacional do Papel da Mulher para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Terceiro Mundo, você já pensou? Eles concentraram o prêmio e essa reunião em um só evento. Eu estava com a Martha, minha mulher. O Abdus Salam, paquistanês, me chamou para compor a mesa. Respondi que estava com minha mulher e ele me disse: “*she will find a place to seat*” (ela encontrará um lugar para sentar). Fui para a mesa, na qual o Salam era o único de pele escura. O restante parecia tudo caucasiano, a maioria de origem germânica. Então, falei sobre meu trabalho, que não tinha nada a ver com essa



**O Laboratório de Chacaltaya na Bolívia, ainda em construção.**



**Pessoal do CBPF embalando a câmara de Wilson para enviar a Chacaltaya (Bolívia).**



**A câmara de Wilson na subida para Chacaltaya (Bolívia).**

reunião. Mas o maior incômodo foi o fato de os negros estarem todos na platéia e a mesa, com exceção do Salam, ser composta de brancos. Quer dizer, você vê que o mundo não muda, não é?

*CI – O senhor disse: “vou receber o prêmio da Academia de Ciência do Terceiro Mundo, mas a primeira coisa que vou perguntar é o que é esse tal de Terceiro Mundo, já que para mim não há diferença”. Então, o que é o Terceiro Mundo para o senhor?*

CI – Quem inventou a palavra ‘Terceiro Mundo’, se não me engano, foi Nehru. Não gosto dessa palavra, porque se sabe perfeitamente que nós, classe média, vivemos bem melhor que a maioria dos norte-americanos. Qual é a norte-americana que pode ter uma empregada para fazer limpeza etc. O pessoal aqui é privilegiado e se a gente estivesse nos EUA viveríamos com um padrão de vida bem pior que o daqui. Então, o que é o Terceiro Mundo? Não é um Terceiro Mundo por questões, digamos, de incapacidade técnica. É incapacidade política. A África é diferente, são questões tribais, enquanto na Índia o problema é essencialmente religioso. Chamar tudo isso de Terceiro Mundo é um erro.

Para mim, só existe um mundo. O que interessa é a renda *per capita* que define o nosso Estado. Dentro de cada um desses terceiros mundos tem de tudo, e a gente sofre por masoquismo ou talvez porque sejamos pessoas de bom coração.

Na verdade, não podemos ditar muito as regras. A gente tem que ficar quieto. Mais que o problema entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos, me assusta a excessiva propaganda na informatização. Estou muito mais preocupado com a penetração subliminar da televisão, que mina a herança cultural do país. Temo muito mais a biotecnologia e a engenharia genética do que esse desequilíbrio entre os hemisférios Norte e Sul, porque essa diferença socioeconômica vai se acertar de um jeito ou de outro. Mas o impacto da biotecnologia e da engenharia genética sobre a herança cultural do país é assustador e pode ser tarde demais para voltar atrás.

*CH – Em sua época, se fazia uma física de vanguarda. A falta de dinheiro era driblada com a criatividade?*

CL – Os primeiros físicos tiveram a capacidade de escolher uma física barata, mas pesquisando assuntos de fronteira. Quem iniciou a física no Brasil foi um brasileiro, o Joaquim da Costa Ribeiro, com o efeito Costa Ribeiro. No *Physics Abstract*, no qual se apresentam resumos de trabalhos científicos, está o chamado *Costa Ribeiro Effect*. Mas pouca gente da comunidade científica sabe disso. O Wataghin, apesar de teórico, escolheu trabalhar raios cósmicos. O padre Roser, que começou o departamento de física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, também vinha de raios cósmicos. O Bernard Gross, que iniciou outra escola, mais de estado sólido, veio de raios cósmicos. Acho que a física de hoje em dia, mesmo a da matéria condensada, tem que ser cara.

*CH – Então, com que se faz ciência?*

CL – No meu campo, dinheiro não é muito importante. Todo dinheiro que precisei sempre me foi concedido. Quando foi preciso duplicar as câmaras de emulsões em Chacaltaya, deram-me dinheiro. Na minha área o importante é que haja um grupo mínimo, que interaja e que tenha criatividade. Deve-se pôr constantemente em dúvida o que está escrito nos livros. Não é uma coisa sistemática de negar o que está lá, mas simplesmente devemos reexaminá-los, porque os tempos passam. Deve-se ter muito medo dos livros didáticos, de pedagogia. Gostaria de citar três afirmações que não são minhas: “Quem sabe faz, quem não sabe ensina, e quem não sabe ensinar ensina a ensinar.” Posso estar errado, mas é básico o que an-

tigamente se chamava 'a procura da verdade'. Francisco de Campos tem uma nota ao pé da página naquele livro do Fernando Azevedo, sobre cultura brasileira, dizendo que se você em vez de procurar a verdade quiser resolver problemas, você praticamente se autocastrará.

As grandes descobertas da ciência foram feitas até há pouco tempo por acaso, por gente que queria saber como era feita a natureza. Seguíam o conselho de Leonardo da Vinci: "Vá aprender suas lições na natureza." Quando se começa a dizer que a universidade deve servir à comunidade e que tem que igualar nosso padrão de vida ao do Primeiro Mundo, isso não é mais ciência, é outra coisa. Na universidade, se você falar em coisa que não tem aplicação, o reitor fica de orelha em pé, não quer saber. O Pasteur dizia: "não há ciência pura e ciência aplicada, há ciência e aplicações da ciência". Ele fez aplicações formidáveis do ponto de vista econômico. Só o carbúnculo rendeu mais que as reparações de guerra da Alemanha, segundo a Enciclopédia Britânica. Sem contar a pasteurização, o bicho da seda e, no fim da vida, a vacina anti-rábica. Mas quem era Pasteur? Era um professor secundário de física, química e cristalografia. Tinha uma curiosidade grande de iniciar coisas. Fez a tese na École Normale, em Paris. Depois, onde foi dar aula, tinha vinho e cerveja. Aí, veio a pasteurização. Ele, embora professor secundário, tinha a alma de cientista. Queria saber, por exemplo, se havia geração espontânea ou não. Há coisas muito interessantes na natureza.

*CH - Se o senhor pudesse escolher de novo, o que o senhor gostaria de ser?*

CL - Gosto de bichinhos, insetos, aracnídeos, de ler sobre o casamento do 'aranho' com a aranha, como é que ele faz para cair fora a tempo. Por exemplo, uma coisa que acho curiosa: sempre pensei que a fêmea do louva-deus comesse o corpo

do macho só depois de terminado o acasalamento. Não, ela já comeu a cabeça do louva-deus, mas ele continua seu 'desempenho'. Essas coisas são interessantes. Não é preciso fazer projetos de milhões de dólares. Confesso que se eu fosse começar tudo de novo, não seria naturalista, porque isso depende do governo. Seria veterinário.

*CH - O senhor já pensou antes em ser veterinário?*

CL - Sim, há muito tempo. Mas antes, em geral, não havia veterinários, a não ser nas fazendas. Os bichinhos de estimação a gente mesmo tratava, fazendo as gemadas e preparando remédios caseiros.

*CH - O senhor ainda é contrário à pós-graduação em física?*

CL - Quando fiz o último exame da graduação em física, o Wataghin me disse: "Cesar, você passou, agora é um profissional. Não aceite fazer mais exame algum, não leve mais exercício para casa, não faça curso algum, a não ser de extensão ou de especialização. Qualquer dúvida vá à biblioteca ver os artigos originais. Se não for suficiente, vá a colegas mais experientes. Se não der, meta a cara, que o soldado se faz é no campo de batalha." Continuo a achar que essa receita é certa e não a da pós-graduação. O professor Marcelo Damy, que recentemente foi homenageado em São Paulo pelos seus 75 anos, deu uma declaração no final de seu discurso que reflete mais ou menos isso, mas de um modo muito mais elaborado e com mais finura.

*CH - O senhor, com quatro filhas e nove netos, se considera um vovozão?*

CL - Não sei, pergunte à Martha.

Martha Lattes - Acho que ele é mais avô do que ele é pai. É um vovozão, sim. Os netos são encantados.

CL - Gostaria de levar meus netos menores para ensiná-los a pescar. Faço umas malandrangens, dou um livro sobre um colecionador de bichos, já dei um microscópio etc. Enfim, faço minhas malandrangens. Além dos presentes de aniversário e de Natal, de que a Martha se encarrega, faço



**Com o físico boliviano Ismael Escobar (à esquerda) e o físico André Wataghin (filho de Gleb Wataghin), em Chacaltaya.**



**O CBPF lança o livro *Cesar Lattes 70 anos*. Na festa, recebe o abraço do físico e amigo Alfredo Marques.**

coisas também se tornam muito claras.

*CH – Como foi a sua graduação?*

CL – No bacharelado, aprendia-se em três anos mais ou menos o que se aprende agora em quatro e mais algumas pós-graduações. Equação de Schrödinger e equações de Maxwell, aprendi no segundo ano. Termodinâmica, não aprendi. Até hoje não sei termodinâmica clássica. Só sei estatística, porque o professor de termodinâmica era uma ótima pessoa, mas muito didático e o livro que ele adotava era muito ruim. Claro, sei o essencial. Sei inclusive que a segunda lei foi descoberta antes da primeira. Como se chegou ao conceito de entropia, não sei. Estatística, aprendi com o Wataghin, quando estu-

damos termodinâmica em temperaturas e pressões muito elevadas. Uma coisa importante, em toda universidade que se preze, é a história da ciência.

*CH – Para encerrar, o senhor gostaria de acrescentar alguma coisa?*

*CH – Qual é a faixa de idade que o senhor gosta de interagir?*

CL – Quanto menor melhor. É mais genuíno.

*CH – Aquela sua idéia inicial de ser professor de física do segundo grau, que o Wataghin tirou de sua cabeça, nunca mais voltou?*

CL – O problema é que não havia tempo. Às vezes, me chamavam para dar uma aula aqui ou lá. Sempre me dei muito bem com alunos adolescentes, mas nunca fiz isso sistematicamente.

ML – Mesmo interagindo pouco, o Cesar tem uma capacidade muito grande de ir direto ao ponto e transmitir aquilo que é realmente importante. Tanto que tem a história do nosso neto de sete anos que disse: “Não sei por que o vovô é tão sabido?” A mãe então respondeu: “Quando o vovô não sabe, ele procura na enciclopédia.” Aí, ele pensou e concluiu: “Sabe mamãe, quando eu crescer quero ser igual a ele.” O que Cesar não nota é que, além dessa capacidade de transmitir oralmente, ele subliminarmente transmite o gosto e a curiosidade pela natureza. Acho que, quando ele explica para adolescentes, as

CL – Vou dizer algumas citações da minha filosofia do cotidiano. A primeira é: “A história é a mais importante das ciências”. Acho que foi o editor da correspondência de Erwin Schrödinger que disse isso, citando as idéias do próprio Schrödinger. Sei que sem história não há realidade objetiva. A segunda é de um sujeito bem antigo, Tomás de Aquino, que diz: “A ciência não pode prever o que vai acontecer, só pode prever a probabilidade de algo acontecer.” Isso é o que os cientistas só descobriram em 1927, com o princípio de incerteza e outras coisas mais. “A missão da ciência é crescer e coordenar nossos conhecimentos empíricos.” Essa citação é de Niels Bohr. Acrescentaria novamente a frase de Leonardo da Vinci: “Vá aprender suas lições na natureza.” Gostaria de continuar com mais duas citações. A primeira é sobre o bom senso e não sobre ciência. “Não busque ser sábio demais, nem justo demais, você quer se arruinar?”, do rei Salomão, que está escrita na Bíblia. Leio a Bíblia há muito tempo, porque gosto. No Livro da Sabedoria, que também é atribuído a Salomão, está dito: “a sabedoria não entra de jeito algum na alma malvada”. Acho que está aí a distinção entre sabedoria e ciência. A sabedoria realmente não entra na alma malvada... mas a ciência sim.

# LEIA NA PRÓXIMA EDIÇÃO



Experiências realizadas no Fermilab, EUA, por pesquisadores de vários países levaram à identificação do **quark top**, única partícula prevista pelo modelo atual que ainda permanecia 'oculta'. Cientistas brasileiros do CBPF participaram das pesquisas.

Qual a contribuição que a **filosofia** pode dar à **antropologia**?

O **desmatamento da floresta amazônica** tem diminuído. Ainda assim, mais de 3 mil hectares da floresta são derrubados por dia e, ao contrário do que se costuma dizer, os pequenos agricultores não são os maiores responsáveis pelos problemas ambientais da região.

MAIS...  
LE

Técnicas de **controle biológico da vespa-da-madeira** podem reduzir os prejuízos da indústria de papel e celulose. Qual o interesse das multinacionais em testar a **vacina contra AIDS** em países do Terceiro Mundo?  
O senador e antropólogo **Darcy Ribeiro** fala de seus projetos para o país e sobre a proposta da nova Lei de Diretrizes e Bases para a educação, em tramitação no Congresso.

## IMPRENSA

O melhor caminho  
entre a ciência  
e a sociedade

(setembro - mês da imprensa)

HOMENAGEM:

**Centrinho USP**  
Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais

CIÊNCIAHOJE



**SciencePress**

A Ciência Divulgada a Sério  
Centro de Divulgação Científica  
HPRLLP - USP

# GELEIRAS NO BRASIL

## *Os Parques Glaciais de Salto e Itu (SP)*

**Fernando Flávio Marques de Almeida**

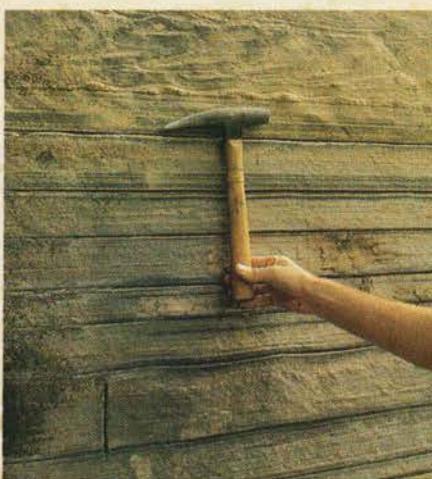
*Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo.*

**Celso Dal Ré Carneiro**

*Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo.*

*Instituto de Geociências,*

*Universidade Estadual de Campinas, Unicamp.*



Aproximadamente meio século. Esse foi o tempo entre a descoberta de novas provas de antiga glaciação no território brasileiro e a instalação, em 1990, do Parque da Rocha Moutonnée, em Salto, SP. Às margens do Rio Tietê, criou-se um verdadei-

ro museu ao ar livre. O estudo das geleiras ajuda a compreender as conseqüências previsíveis do efeito estufa, como o derretimento de parte das calotas polares e a subida do nível dos mares atuais. Em Salto, esses indícios revelam que o quebra-cabeças do clima terrestre envolve fatos complexos: há cerca de 290 milhões de anos, o Sul-Sudeste da América do Sul era coberto por amplas geleiras, que se estendiam a outras áreas terrestres, integrantes do supercontinente Gondwana. Rochas moutonnées são os mais típicos testemunhos de erosão glacial, presentes nas proximidades das

atuais geleiras ou, como o caso da América do Norte e Europa, junto às áreas ocupadas pelo gelo há pouco mais de 20 mil anos. A Rocha Moutonnée de Salto é rara, pois conhece-se apenas outra, de mesma idade, na Austrália. Tenta-

tivas anteriores de preservação do local foram infrutíferas, e a lavra de granito para calçamento destruiu grande parte do monumento. O Parque da Rocha Moutonnée de Salto, criado pela prefeitura, restabelece valores algo desgastados pelo imediatismo dos interesses econômicos e pela falta geral de informação em temas científicos especializados. Sua criação estimulou outras iniciativas, como a da vizinha cidade de Itu, que está instalando um parque em antiga pedreira de varvito, rocha sedimentar de origem glacial que guarda, em suas camadas, incontáveis páginas da história da Terra.

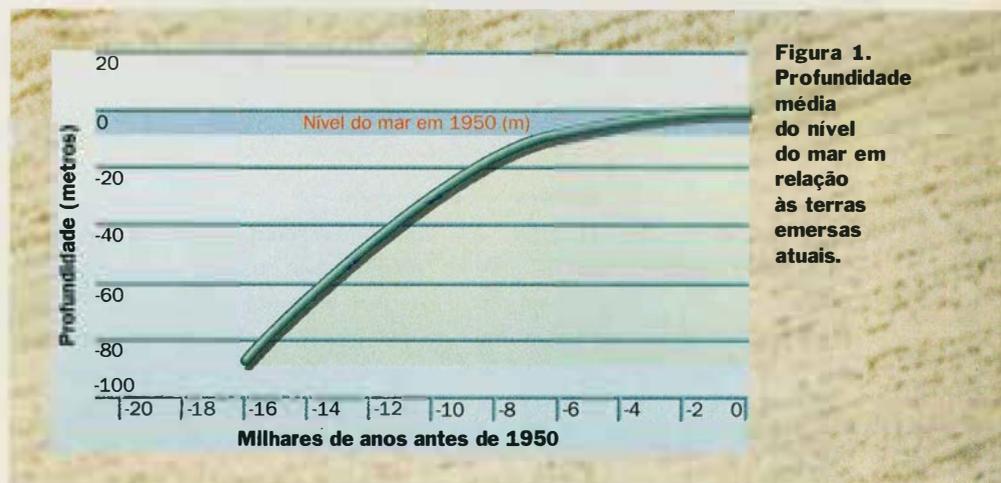
**N**o passado remoto terrestre, o planeta esteve submetido a condições climáticas ora mais frias, ora mais quentes que as atuais. São fenômenos que podem acontecer novamente, no futuro, afetando as populações de diferentes modos: por exemplo, um aumento das acumulações de gelo modificaria a quantidade de água dos oceanos, uma vez que parte da água evaporada não conseguiria retornar, provocando rebaixamento geral do nível do mar. Também, quando o planeta entrar em novo período glacial – daqui a muitos séculos, espera-se – a calota polar poderá ampliar-se, como ocorreu há pelo menos 15 ou 20 mil anos. A extensa área onde hoje se encontram as cidades de Nova York, Boston, Montreal e Vancouver, na América do Norte, era então totalmente coberta pelo gelo. Grande parte da Europa e o norte da Ásia estiveram sujeitos a essas mesmas condições.

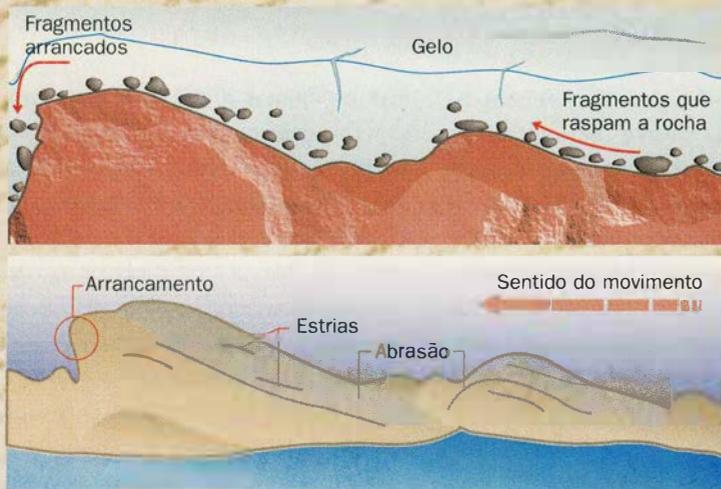
Por outro lado, se ocorrer aquecimento do planeta, devido a fenômenos associados ao clima planetário, bem como ao discutido ‘efeito estufa’ (ver ‘Um século e meio de aquecimento global’, *Ciência Hoje*, n.º 107), cidades litorâneas, como o Rio de Janeiro, poderão ser invadidas por até cerca de 60 m de água do mar, aumentado graças à fusão progressiva do gelo polar.

A figura 1 ilustra a subida do nível do

mar nos últimos 20 mil anos, em relação às terras emersas. Nos últimos milhares de anos, o nível subiu à taxa média de um milímetro por ano. A curva geral de variação do nível do mar é construída a partir de datações de pedaços de madeira, turfa e conchas depositados, no passado, nas zonas de oscilação das marés, como mangues, praias e costões. Esses materiais encontram-se hoje submersos.

Sabe-se que há 20 mil anos começou a haver derretimento das grandes massas de gelo que cobriram partes dos hemisférios Norte e Sul. Semelhantes episódios de descida e subida do nível do mar aconteceram, também, no período geológico Pleistoceno, que compreende a maior parte do Quaternário, ou seja, os últimos dois milhões de anos da história da Terra. Durante esse tempo, houve várias glaciações e períodos interglaciais causados por variações dos movimentos da Terra em relação ao Sol, acentuados por outras causas ligadas à dinâmica do planeta. A parte da América do Sul, onde se situa o Brasil, sofreu os efeitos da ascensão e do recuo do nível do mar. Como parte integrante do ciclo da água, as geleiras refletem condições climáticas, globais ou do continente considerado, dentro de um determinado intervalo de tempo. As rochas glaciais de Salto e Itu são testemunhas da história geológica do País.





**Figura 2. Estrias e sulcos na superfície da rocha moutonnée formam-se devido ao arrastamento e arrancamento de fragmentos de rocha, em virtude do lento deslocamento das massas de gelo.**



**Figura 3. Aspecto de rocha moutonnée no litoral da Suécia.**



**Figura 4. Casas assentadas diretamente em rocha exposta pela ação do gelo, na Suécia.**

## AS DIVERSAS MANIFESTAÇÕES DE AÇÃO DO GELO

É comum associar a palavra 'erosão', acertadamente, com os fenômenos da paisagem que transportam solos e rochas de uma região para outra. Para entender as modificações que assim se produzem, podemos imaginar algum agente – que

pode ser o vento, a água dos rios ou dos mares, o gelo ou uma combinação deles – raspando um objeto natural, como uma grande rocha, por exemplo, ou uma área extensa, causando profundas alterações. Os processos de erosão são muito lentos, levam alguns milhares de anos, e, por isso, muito dificilmente

notamos seu desenvolvimento. Entretanto, vários casos de 'erosão acelerada' são familiares a todos nós, pelas notícias de deslizamentos, envolvendo dolorosas perdas de vidas humanas, ou perda de produtividade agrícola, em boçorocas ou vales rapidamente abertos pelas águas das chuvas no solo desprotegido de zonas urbanas e rurais.

Mesmo não podendo observar como ocorre a erosão normal, é possível analisar os seus efeitos. Assim como o estudo dos fenômenos do presente é a única forma de conhecer o que aconteceu no passado remoto do planeta, voltar ao passado é, também, o melhor modo de conhecer o porquê da paisagem e da geografia atuais. Da mesma maneira, poderemos, através de sua compreensão, prever os futuros processos de transformação.

O gelo é o mais formidável exemplo de agente natural capaz de 'raspar' totalmente uma área. Na superfície terrestre, nenhum outro agente é capaz de realizar movimentos mecânicos tão vigorosos sobre as rochas. Tal como uma lixa de unhas, que se torna inútil ao perder a película de cristais que lhe confere aspereza, o gelo depende da existência de materiais resistentes para promover a raspagem, pois sozinho não provocaria qualquer efeito de desgaste. Se existem solos ou materiais menos resistentes nas encostas das montanhas, o gelo os remove e, às vezes, origina exposições de grandes massas de rocha, com estrias e sulcos paralelos ao sentido de movimentação.

As rochas por onde passam as massas de gelo são submetidas a intensa raspagem. Com o resfriamento, o gelo tende a 'grudar' na superfície da rocha. Com o tempo, pedaços desta vão sendo arrancados. Surgem então formas arredondadas, lembrando carneiros deitados (rochas moutonnées), ou semelhantes ao dorso de baleias (*drumlins*).

O nome rocha moutonnée vem do francês *mouton* (carneiro). É o produto

universal da ação erosiva das geleiras. As rochas moutonnées se apresentam inteiramente estriadas e sulcadas, com algumas partes arrancadas pelo gelo. A parte que sofre o ataque direto possui inclinação mais suave, enquanto o extremo oposto pode ser abrupto, devido ao arrancamento.

As estrias e sulcos se formam graças a fragmentos de rocha arrastados sobre a superfície da rocha, durante milhares de anos (figura 2). Em pleno coração de Nova York, o Central Park apresenta exemplares de rocha moutonnée formados pelas glaciações mais novas da história da Terra. Certos locais exibem verdadeiros campos desse tipo de feição, como o Canadá, a Suécia (figura 3) e a Finlândia.

Na figura 4 vê-se uma região da Suécia, onde ocorreu movimentação de geleiras, há poucos milhares de anos. As casas foram assentadas diretamente sobre a rocha, porque não existe mais qualquer material de solo, acima dela. Geleiras removeram, por completo, todo e qualquer material mole ou não consolidado (solos ou sedimentos) que ali existisse.

Hoje, há dois tipos de áreas em que apresentam geleiras: ou as regiões muito afastadas do equador, onde a temperatura média anual é bastante baixa, permitindo existência permanente da neve e do gelo, ou regiões menos afastadas do equador, mas onde as altitudes permitem existência de neve coroando as montanhas. Nesta categoria estão as partes altas dos continentes, algumas cadeias montanhosas e planaltos.

A altitude das geleiras é variável, de acordo com a latitude da região, formando uma linha imaginária acima da qual, ano após ano, o gelo nunca deixa de existir. É a chamada Linha das Neves Eternas (LNE). Quanto mais próxima do equador, maior a altitude da LNE, pois em altitudes mais baixas a atmosfera atinge temperaturas médias que derretem o gelo.

As geleiras situadas acima da LNE são

conhecidas como 'de altitude'. Ali, a espessura da capa de gelo não é uniforme: os centros de gelo sofrem escoamento para todos os lados da área montanhosa, originando geleiras de planalto, que também se movimentam lentamente, por escoamento nos vales das cadeias montanhosas, a partir dos centros de glaciação. Nesse caso, os perfis em forma de U, dos vales glaciais, devem-se à passagem do gelo, que não se adapta à forma dos vales fluviais (águas de rios) anteriormente formados, alargando-os e modificando-os (figura 5).

Há ainda as chamadas geleiras continentais, semelhantes às de planalto, mas em extensões muito mais vastas, que atingem a ordem de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados, com espessuras de quatro mil metros ou mais, tais como as que existem hoje no continente antártico.

Os sedimentos associados a geleiras são extremamente variados, incluindo desde rocha moída, areias e material fino, até seixos e grandes blocos. Esse material variado é chamado till e a rocha resultante de sua compactação é o tilito. Algumas vezes, os depósitos de till incluem pedaços arredondados de rocha (matacões), maiores que uma casa. Muitos seixos menores ganham formato de

'ferro de engomar', ao serem raspados contra superfícies resistentes. Há outro tipo de rocha, conhecido como conglomerado, que é semelhante ao tilito, mas formado em ambientes não-glaciais, como águas de corredeiras, rios e ondas do mar. A tabela abaixo permite compreender melhor as diversas granulações de sedimentos.

## A MOVIMENTAÇÃO DAS GELEIRAS

O gelo depositado nas geleiras não é estático: a neve acumula-se continuamente, engrossando a camada de gelo, que pode atingir milhares de metros. Uma consequência disso pode ser o que aconteceu na Groenlândia (figura 6): a crosta terrestre cedeu ao grande peso do material acumulado, fazendo com que a base do gelo se apresente hoje abaixo do nível do mar. Em planaltos de relevo mais ou menos uniforme, as neves também se transformam em gelo compacto, pelo seu próprio peso. Na base de uma geleira, o próprio gelo se movimenta, desde que exista alguma inclinação do substrato. Dizemos então que ele tem um comportamento plástico, quer dizer, sua consistência se modifica devido à carga que precisa suportar.

Tanto em regiões polares, como acima

## GRANULAÇÃO DE SEDIMENTOS (escala de Wentworth-Udden, modificada)

Nome da Partícula	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)	Nome da rocha
<b>Bloco</b>	<b>maior que 256</b>	<b>maior que 4096</b>	<b>Conglomerado</b>
<b>Calhau</b>	<b>64</b>	<b>256</b>	<b>Conglomerado</b>
<b>Seixo</b>	<b>2</b>	<b>64</b>	<b>Conglomerado</b>
<b>Areia</b>	<b>0,053 ou 53 micra<sup>1</sup></b>	<b>2</b>	<b>Arenito</b>
<b>Silte</b>	<b>0,002 ou 2 micra</b>	<b>53 micra</b>	<b>Siltito</b>
<b>Argila</b>	<b>-</b>	<b>menor que 2 micra</b>	<b>Argilito, ou lamito ou folhelho</b>

<sup>1</sup> O micron é a unidade de medida que corresponde à milésima parte de um milímetro. Micra é o plural de micron.

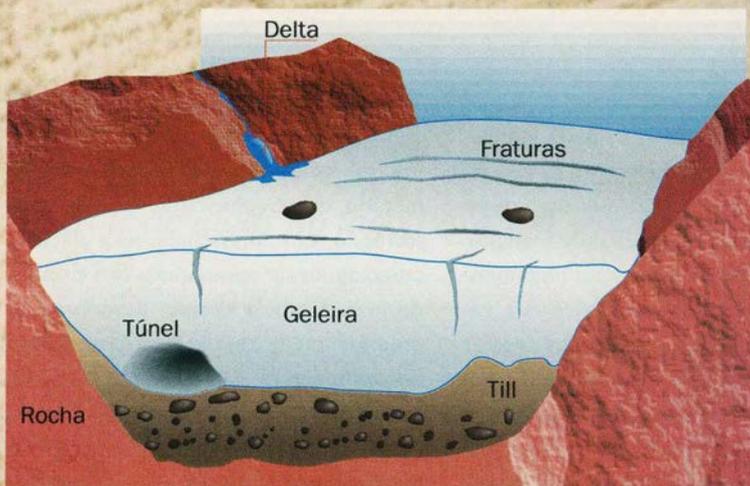


Figura 5. Perfil de geleira escavando vale glacial em forma de U.

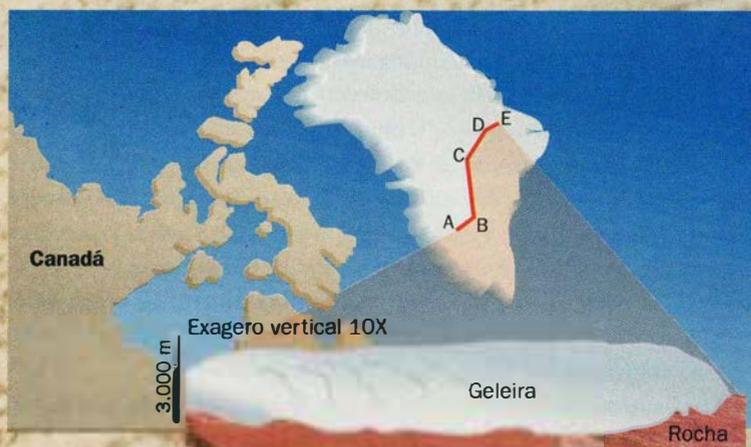


Figura 6. Perfil através da grande massa de gelo existente na Groenlândia.

da LNE, não ocorre chuva como a conhecemos: a água precipita-se em pequenos flocos, como cristais de gelo ou neve, que vão lentamente se acumulando. Em lugar dos rios, essas áreas são drenadas por geleiras. Na parte 'plástica' da geleira é comum o fenômeno chamado fluxo ou escoamento, semelhante ao movimento de uma pasta, ao sair do tubo de creme dental. Também pode se formar água no estado líquido, devido à fusão parcial do gelo. Aparecem lençóis de água ou mesmo longos túneis (figura 6), que sofrem movimentos mais acentuados que os do próprio gelo. Próximo à superfície da geleira as massas de gelo rompem-se devido ao desloca-

mento e se formam perigosas fraturas.

Rios de águas cristalinas nascem à frente das geleiras, junto à surgência de túneis abertos no gelo, ou vales cujas paredes são feitas de gelo. O 'material de lavagem' é depositado ali, gradativamente, porque parte do material que sai da geleira está em excesso e deposita-se, com os blocos de maior massa (mais grossos) na base; o diâmetro médio das partículas decresce rio abaixo, à medida que as águas perdem velocidade e, portanto, diminui sua capacidade de transporte.

O movimento das geleiras é normalmente muito lento e ocorre de várias formas. Movimentos que demoram dias,

meses ou anos podem ser observados por meio de medições ou interpretação de fotos aéreas, por exemplo. Há, porém, alterações no tamanho e forma da própria geleira que demandam séculos ou até milênios para acontecer, dependendo de mudanças climáticas da Terra.

Como as rochas moutonnées, os *drumlins* também são formas arredondadas, mas diferem delas porque são acumulações de sedimentos glaciais, como o till. Sua origem envolve alterações do tamanho das massas de gelo, da seguinte forma: normalmente, à frente das geleiras, acumulam-se as morenas glaciais ou morainas, que são sedimentos do tipo till, abandonados pela água de degelo. Esses sedimentos glaciais são, muitas vezes, recobertos pela geleira, em seu avanço, seja por deslocamento em função da gravidade, seja devido a fatores climáticos. Finalmente, a passagem do gelo provoca desgaste e amoldamento da parte superior dos depósitos de morainas, originando formas perfeitamente arredondadas que lembram baleias aparecendo à tona d'água, ou ovos cozidos cortados no sentido de seu comprimento.

Há outro sedimento glacial característico que se apresenta em camadas paralelas, composto de repetições de finas lâminas escuras e claras, sugerindo alternância de condições climáticas durante sua deposição, seja no verão, seja no inverno. Um par de camadas sedimentares depositadas durante o ciclo das várias estações de um ano é chamado *varve*, termo sueco que significa ciclo. As lâminas podem ser muito finas, da ordem de um milímetro ou frações de milímetro, mas se espalham uniformemente, por áreas muito extensas.

Estudos científicos, utilizando datação por métodos radiométricos, mostram que alguns sedimentos de lagos glaciais recentes, que apresentam padrão várvido, correspondem a autênticas varves. Quando esse sedimento é compactado devido ao peso das camadas e outros processos,

a rocha resultante é chamada varvito. Alguns autores no passado tentaram até determinar idades de pilhas sedimentares pela simples contagem desses pares de camadas, mas o método é inadequado, pois o registro nem sempre é completo, pode ter ocorrido erosão ou, até mesmo, pode não ter havido deposição de muitas varves.

### AS GLACIAÇÕES NO BRASIL E OS NOVOS PARQUES

Há aproximadamente 290 milhões de anos, durante parte dos períodos Carbonífero e Permiano, a região Sul-Sudeste do Brasil era coberta de gelos. As geleiras eram do tipo continental, semelhantes às que recobrem hoje a maior parte da Groenlândia e Antártida.

Como os continentes atuais estavam unidos e mais próximos do pólo sul, formando o supercontinente Gondwana, a glaciação do período Carbonífero recobriu partes da América do Sul, África, Índia peninsular, Antártida e Austrália (figura 7). Nos locais onde, por motivos climáticos, o gelo tornara-se mais espesso, o escoamento foi muito lento. Assim, camadas sedimentares contendo inúmeras evidências da atividade do gelo permocarbonífero espalham-se, na América do Sul, por imensa área do Sul-Sudeste do Brasil, até o Uruguai e a Argentina.

Alguns estudiosos consideram que esses sedimentos não são resposta direta da ação do gelo, mas representam retrabalhamento de material de origem glacial, pela ação de águas de rios e mares, em ambiente periglacial, quer dizer, próximo à área glacial.

Os chamados monumentos geológicos (ver 'Monumentos geológicos' *Ciência Hoje*, nº 91) correspondem a áreas portadoras de certas formações rochosas especiais, onde se observam evidências incomparáveis de acontecimentos do passado geológico do planeta. O Parque da Rocha Moutonné, nos arredores da cidade de Salto, Estado de São Paulo, é exemplo interes-

sante, ainda pouco divulgado, de monumento geológico.

Esse pólo de atração turística, mesmo sem ser um local propriamente bonito, pela intensa poluição do Rio Tietê, reúne muitos aspectos notáveis, que justificaram a criação de autêntico museu natural ao ar livre. Infelizmente, hoje a poluição é tão forte que as águas não servem para pesca, como ocorria no passado. Há detritos boiando sobre as águas: vasilhames de plástico, pedaços de madeira e isopor, restos de lixo etc. As pessoas não sentem vontade de passar algumas horas na beira do rio, porque o local não é limpo. No entanto, as medidas que vêm sendo tomadas para controlar

a poluição desse grande rio podem melhorar o quadro futuro. Enquanto isso não acontece, pelo menos as áreas de sombra e alamedas afastadas do rio permitem piqueniques, passeios agradáveis e, sobretudo, acesso ao aprendizado de temas notáveis de história, geografia, geologia e biologia, seja de botânica, seja de zoologia.

Do ponto de vista de seu valor histórico e de suas relações com a geografia do interior brasileiro, vale lembrar que, no tempo dos bandeirantes, funcionava ali um porto de navegação fluvial do Tietê, o que valeu ao local o nome de Porto Góis. As cachoeiras situadas rio acima (figura 8) obrigavam os desbra-

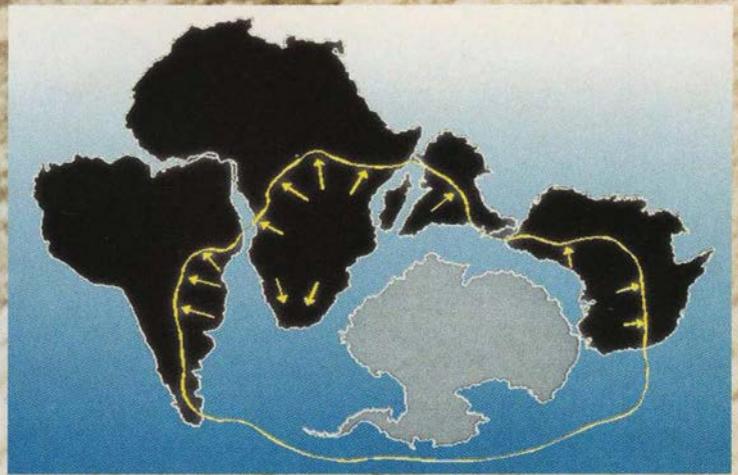


Figura 7. Posição dos continentes no Paleozóico, formando o supercontinente Gondwana.

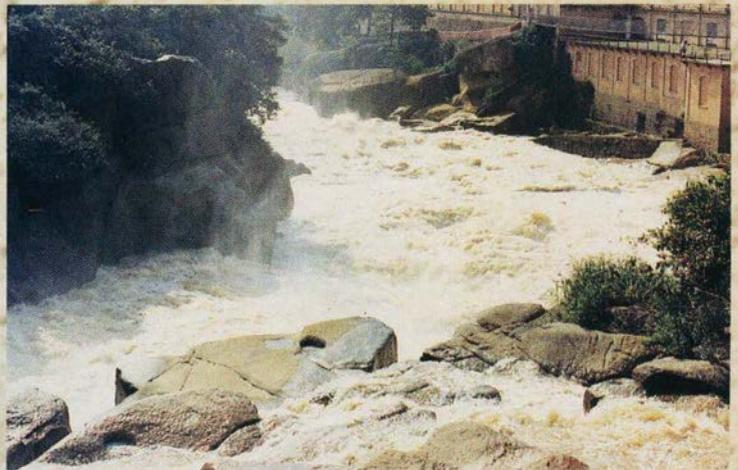
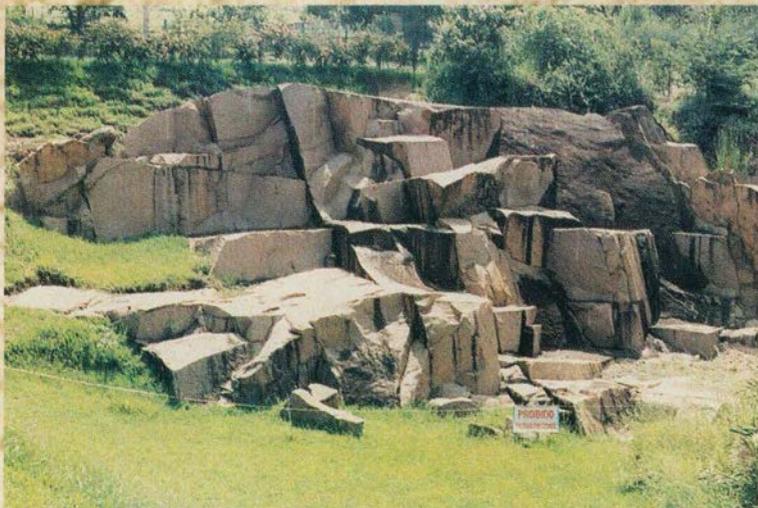
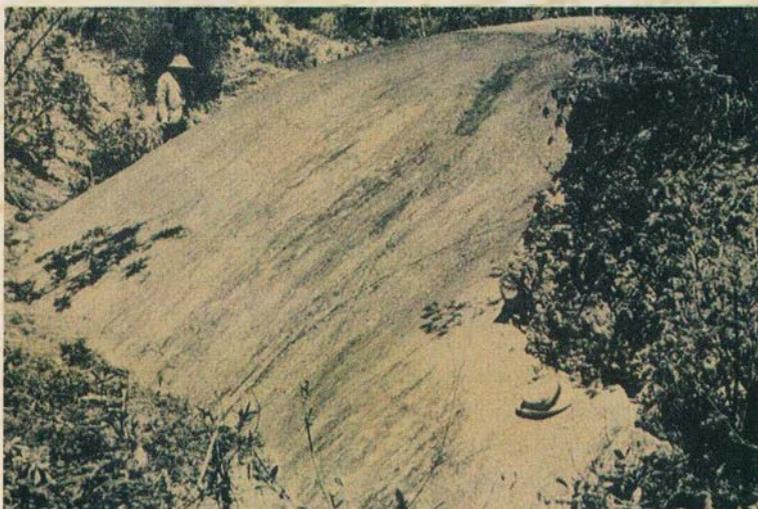


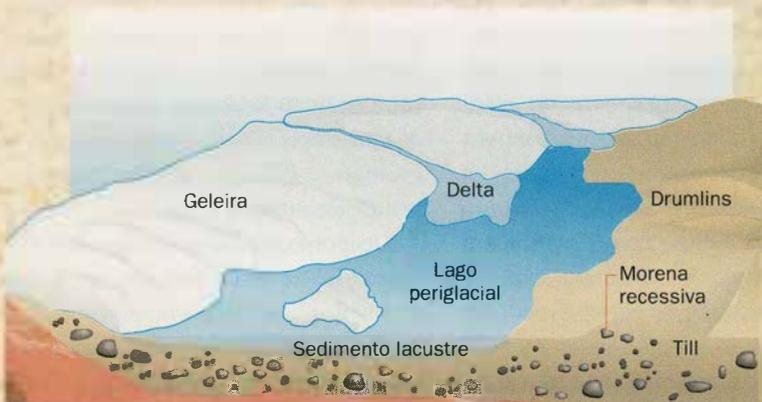
Figura 8. Cachoeiras do rio Tietê, em Salto (SP).



**Figura 9. Aspecto atual da Rocha Moutonnée.**



**Figura 10. Aspecto original da Rocha Moutonnée, em foto datada de 1947.**



**Figura 11. Ambiente provável de lagos periglaciais e águas paradas onde se depositavam varvitos. A ação do gelo depositou sedimentos de till, formou morenas de recuo e entalhou feições como os drumlins.**

vadores pioneiros a transportar bagagem, armas, mercadorias e barcos por terra, até chegar naquele ponto, onde as águas do rio voltam a se acalmar. Dali para frente, podiam seguir navegando em direção ao rio Paraná, até encontrarem, muitos quilômetros abaixo, novas cachoeiras e corredeiras.

Outro aspecto igualmente importante é o valor geológico. Além de sedimentos glaciais, ocorrem no local sulcos, estrias e formas arredondadas, todos entalhados em rochas graníticas, como mostra a figura 9. Essas fantásticas feições foram formadas pelo movimento de antigas geleiras, há mais de 280 milhões de anos. A silhueta do 'carneiro deitado' pode ser percebida, mas com certa dificuldade.

A idade permo-carbonífera da rocha moutonnée de Salto é imprecisa. As geleiras normalmente recuam e avançam muitas vezes, ao longo do tempo. Quando as temperaturas tornam-se mais elevadas, há maior derretimento do gelo e a massa de gelo torna-se menor. Em épocas mais frias, há melhores condições para acumulação e preservação do gelo, aumentando as áreas cobertas.

Não se pode afirmar que a rocha moutonnée assinala o início da glaciação no Sul-Sudeste brasileiro. A superfície basal dos sedimentos glaciais (subgrupo Itararé) em São Paulo apresentava-se já muito erodida, sendo assim possível que a moutonnée represente evento tardio da erosão glacial, caso em que poderia pertencer ao Permiano Inferior.

Outro local próximo dali apresenta evidências de estrias glaciais. A ocorrência foi descrita pelo cientista Sérgio E. do Amaral. Só que não se expõe tridimensionalmente, como a que se descreve aqui, talvez por estar muito coberta e 'alterada'. O granito subjacente apresenta superfícies estriadas e localmente polidas, sendo difícil observar o sentido do movimento do gelo a partir das marcas.

## O PROBLEMA DA PRESERVAÇÃO DE SÍTIOS HISTÓRICOS

A rocha existente no local foi aproveitada até há alguns anos para fazer paralelepípedos, mourões de cerca, pedras de calçamento e alguma brita para construção civil. Em 1948, dois anos depois que a rocha moutonnée foi descoberta, artigo publicado no boletim *Geologia e Metalurgia*, do Centro Moraes Rego, da Escola Politécnica, chamava a atenção para o perigo de a rocha ser destruída devido ao intenso trabalho de lavra.

Naquele tempo, a rocha era muito maior e tinha o formato mais arredondado, como se pode ver na figura 10. As autoridades foram insensíveis aos apelos dos cientistas. Não havia meios, então, de suspender atividades econômicas em nome do benefício ao conhecimento científico e à preservação da memória para as gerações futuras. Na época, a Sociedade Brasileira de Geologia acabou de ser criada, mas não tinha espaço na imprensa para lutar pela interrupção da lavra. A extração das rochas continuou, assim, até o final dos anos 80, apesar do alerta feito à prefeitura de Salto para que desapropriasse o local, dada sua importância científica.

De início, houve até um certo interesse da parte das autoridades. Elas se diziam "sensibilizadas para o problema", diante dos argumentos de cientistas, de que aquele registro era raro e importante não apenas para os estudiosos brasileiros, mas para a comunidade científica internacional.

A sensibilização dos políticos durou pouco: o interesse econômico falou mais alto. Foram mais de 40 anos de extração mineral na área, que reduziu muito o tamanho da área exposta, como se pode ver comparando as figuras 9 e 10. Quem visitar a região, vai observar a abundância de grandes blocos de granito e matacões, entre Itu e Salto. A mineração poderia deslocar-se para outros pontos e manter a rocha moutonnée intacta. Será que o lucro que os mineradores

obtiveram com aquelas pedras pode ser comparável à perda de memória, que afetará nossos filhos e seus descendentes? O prejuízo parece irreparável.

Estimulada pelo inegável sucesso do Parque da Rocha Moutonnée, a prefeitura de Itu, cidade vizinha a Salto, deu início aos trabalhos de instalação do Parque do Varvito de Itu. O local escolhido é próximo à área onde ainda se desenvolve a lavra dessa rocha sedimentar, o que poderá trazer inestimável oportunidade de preservação da memória histórica e geológica do lugar.

O varvito é típico sedimento de ambiente periglacial, formado pela acumulação lenta de argila, silte e areia fina em camadas horizontais. São camadas escuras e claras, algumas submilimétricas, outras milimétricas e ainda algumas chegando a centímetros, numa ordenada e bonita repetição. Alguns autores admitem que o ambiente correspondia a lagos periglaciais contendo águas calmas onde os sedimentos se depositavam lentamente (figura 11).

Outros consideram tratar-se de ambiente aquoso, sem entrar no mérito se eram águas lacustres ou marinhas, igualmente pouco movimentado, em que os sedimentos se depositavam em fluxos periódicos. O material atingia o local em correntes capazes de turvar a água – daí o nome correntes de turbidez – e gradualmente ali sedimentava. Partículas de areia e de diâmetro silte – granulação intermediária entre areia e argila, como visto na tabela – eram as primeiras a se depositar. Em seguida, vinham as de argila mais finas, como lama. O sedimento assim formado recebe o nome de ritmito várvido ou varvito.

Os sedimentos contêm freqüentes rastros de pequenos animais, como vermes ou pequenos crustáceos que habitavam o fundo do lago. Também ali se encontravam seixos pingados, que teriam sido transportados por massas de gelo errantes, desprendidas da geleira principal. Pouco a pouco os blocos de

gelo derretiam-se na superfície do lago, deixando cair sua carga rochosa sobre os sedimentos de fundo.

Não é difícil chegar a esses parques, de automóvel ou ônibus. O Parque da Rocha Moutonnée situa-se junto à saída da cidade de Salto na estrada que leva a Itu, e bastante conhecido pelos moradores da região. O parque do varvito ainda não está pronto, nem sinalizado, mas as pessoas conhecem as pedreiras em operação e explicam como se pode chegar ao local com facilidade. Mesmo grandes turmas de estudantes em excursão podem se espalhar, porque as áreas são extensas. Algumas páginas notáveis da história deste planeta acham-se ali registradas. Cabe a cada um de nós decifrá-las.

### Sugestões de leitura

- ALMEIDA, F.F.M. & BARBOSA, O. A Rocha Moutonnée de Salto, SP. *Boletim de Geologia e Metalurgia*. São Paulo, Centro Moraes Rego, Escola Politécnica USP, 1948.
- BLOOM, A.L. *A superfície da Terra*. São Paulo, Blücher/Edusp, 1970. Série Textos Básicos de Geociência.
- CARNEIRO, C.D.R. & DEHIRA, L.K. "Monumentos geológicos" *Ciência Hoje*, n. 91, junho/1993.
- EICHER, O.L. *Tempo geológico*. São Paulo, Blücher/Edusp, 1969. (Série Textos Básicos de Geociência).
- FOSTER, R. & SKINNER, B.J. *Physical geology*. 2 ed. New York: J. Wiley. 1977.
- LEINZ, V. & LEONARDOS, O.H. *Glossário geológico*. São Paulo: Cia Ed. Nacional, 1977. 239p.

# Karl Verner, Detetive

Mário A. Perini

Faculdade de Letras,  
Universidade Federal  
de Minas Gerais

**NUNCA VI UM DETETIVE AUTÊNTICO EM AÇÃO, MAS JÁ LI ROMANCES POLICIAIS SUFICIENTES PARA ENCHER UMA PEQUENA BIBLIOTECA. POR OUTRO LADO, JÁ VI PESQUISADORES TRABALHANDO, E TENHO CONVIVIDO COM ELES OS ÚLTIMOS VINTE E POUCOS ANOS (NA VERDADE, TENHO FEITO PESQUISA, E GOSTO DE PENSAR EM MIM COMO PESQUISADOR; SE BOM OU RUIM, NÃO DIREI: MELHOR PERGUNTAR A MEUS INIMIGOS). DESSA OBSERVAÇÃO, EU DIRIA QUE HÁ PONTOS DE ANALOGIA ENTRE OS DOIS TIPOS DE TRABALHO. É VERDADE QUE O PESQUISADOR TÍPICO NÃO COSTUMA ARRISCAR A VIDA EM MISSÕES PERIGOSÍSSIMAS (MAS ISSO JÁ ACONTECEU COM ALGUNS, E NÃO APENAS COM INDIANA JONES);**

história de mistério a que me refiro é a do descobrimento de certas relações entre as línguas do mundo. Começando com um trabalho bastante prosaico de comparação entre línguas, nossos heróis acabaram descobrindo algumas características importantes da evolução das línguas; e, como brinde, descobriram também alguns fatos até então insuspeitados sobre a história e a pré-história da humanidade.

Vamos começar nos finais do século XVIII, na Índia, na época uma possessão britânica. William Jones era um alto funcionário da Companhia das Índias Orientais, servindo em Bengala (hoje Bangla Desh). Jones, embora jurista de profissão, interessava-se pelas línguas e culturas do país onde vivia; estudou o sânscrito, uma língua antiga que era usada pelos hindus mais ou menos como o latim era usado pelos europeus da época: como língua erudita e religiosa. Só que, no decorrer desse estudo, ele encontrou algo que provavelmente não esperava: um enorme número de palavras que lhe

lembravam os termos correspondentes do latim, do grego, do inglês e do alemão.

Por exemplo, 'mãe' em sânscrito se dizia *matar*, o que certamente se assemelha ao latim *mater*, o grego *meter*, ao alemão *Mutter*, ao inglês *mother*... 'Pai' era *pitar*, em latim *pater*, em grego *pater*, em alemão *Vater*, em inglês *father*. O antigo deus do fogo dos hindus era *Agnis*, e 'fogo' em latim é *ignis*; e assim por diante. Impressionado com essas semelhanças, Jones apresentou em 1786 uma comunicação à Royal Asiatic Society de Calcutá, na qual afirmava:

"A língua sânscrita, por mais antiga que seja, tem uma estrutura maravilhosa; mais perfeita do que o grego, mais copiosa do que o latim, e mais requintadamente refinada do que qualquer das duas; e no entanto tem com ambas uma afinidade, tanto nas raízes dos verbos quanto nas formas da gramática, mais forte do que poderia ter sido produzida por acidente: tão forte, na verdade, que nenhum filólogo poderia examinar as

três sem acreditar que se originaram de alguma fonte comum, que talvez já não exista. Há uma razão semelhante, embora não tão forte, para supor que tanto o gótico quanto o céltico têm a mesma origem do sânscrito: e o antigo persa poderia ser acrescentado à mesma família."

Outras pessoas já haviam feito observações semelhantes desde o século XVI, mas suas idéias não foram divulgadas, ou então se chocaram com as convicções da época, que defendiam que todas as línguas teriam de ser derivadas do hebraico, tido como língua original de toda a humanidade. Mas a comunicação de Jones teve alguma divulgação; e, além disso, chegou num momento em que o mundo dos estudiosos estava preparado para tais idéias.

Na Europa, começava o grande interesse pela história não escrita, pelo folclore e pelos dialetos populares, que chegaria a se desenvolver enormemente nos inícios do século XIX, com o movimento romântico; portanto, a afirmação

**E RARAMENTE SE VÊ ÀS VOLTAS COM ESPIAS SEDUTORAS E DONZELAS EM APUROS. MAS TANTO O DETETIVE QUANTO O PESQUISADOR PRECISAM LIDAR COM DADOS, MUITAS VEZES INSUFICIENTES, PARA CHEGAR A CONCLUSÕES E DESLINDAR MISTÉRIOS. E HÁ HISTÓRIAS DE PESQUISAS QUE VALEM COMO ROMANCES DE MISTÉRIO DE PRIMEIRA CLASSE. NESTE ARTIGO, RELATO ALGUMAS BREVES PASSAGENS DE UMA DESSAS HISTÓRIAS DE MISTÉRIO, QUE NA VERDADE SE DESENVOLVEU POR TODO O SÉCULO XIX, E DE CERTA FORMA CONTINUA AINDA HOJE. SELECIONEI APENAS TRÊS MOMENTOS IMPORTANTES, ASSOCIADOS AOS NOMES DE WILLIAM JONES, JAKOB GRIMM E KARL VERNER (EM ORDEM CRONOLÓGICA). DEVO DIZER QUE ESSA HISTÓRIA TEM MATERIAL PARA A CONFEÇÃO DE VÁRIOS VOLUMES; ESTAS LINHAS PODEM SERVIR COMO UM APERITIVO.**



de Jones deve ter caído em ouvidos interessados. O que é certo é que a partir dessa época houve um número cada vez maior de pesquisadores procurando os grandes traços, assim como os detalhes, das semelhanças entre as línguas do norte da Índia, do Irã e da Europa. Não só se fizeram comparações, mas iniciou-se a tentativa de reconstruir parcialmente a língua original da qual todas essas outras línguas se teriam derivado (a essa língua reconstruída, hipotética, se dá hoje o nome de 'indo-europeu').

### **AS INVESTIGAÇÕES DE GRIMM**

Isso nos leva ao nosso segundo momento, que ocorreu em 1822, com a publicação da *Deutsche Grammatik*, de Jakob Grimm.

Grimm era nada mais nada menos que um dos célebres irmãos Grimm, que compilaram a famosa coleção de contos populares conhecida como *Contos de Grimm*. Ele e seu irmão Wilhelm figuram assim entre os fundadores dos estudos folclóricos. Mas Jakob, além

disso, foi também um dos fundadores da lingüística moderna.

William Jones, ao detectar a possível origem comum das línguas da Índia, do Irã e da Europa, não realizou nenhuma comparação cuidadosa que lhe permitisse descobrir os detalhes do relacionamento entre essas línguas. Grimm (assim como alguns contemporâneos seus) iniciou esse trabalho, já nos inícios do século XIX. Ou seja, Jones apontou o mistério, Grimm e seus colegas começaram a investigação para elucidá-lo.

O grande mérito da geração de Grimm foi o de descobrir que a evolução das línguas não se faz aleatoriamente; na verdade, segue regras bastante rigorosas e fixas. Talvez não tão fixas como se chegou a crer mais tarde, mas pelo menos fixas a ponto de possibilitar uma reconstrução parcial dos estágios pré-históricos de uma língua, assim como demonstrar o parentesco de duas línguas, mesmo quando este já não é evidente para o observador leigo. O trabalho de Grimm serve para ilustrar essas des-

cobertas, mas é importante assinalar que ele não trabalhou sozinho, e foi mesmo antecipado em seus principais resultados por outros lingüistas, em especial Rasmus Rask. Rask foi prejudicado por publicar seus trabalhos na Dinamarca, e em dinamarquês, ao passo que Grimm escrevia em alemão, a grande língua da ciência do século XIX (será que algum cientista brasileiro reconhece a situação?).

Grimm se interessava principalmente pelo estudo do alemão e das línguas germânicas. Mas, ao contrário do que se havia feito durante os séculos precedentes, em vez de limitar-se a algumas observações anedóticas, ele procurou um sistema coerente. Grimm notou que quando uma palavra latina-grega ou sânscrita começava com **p**, a correspondente germânica (alemã, inglesa, sueca etc.) começava com **f** (em alemão, às vezes escrito **v**). Assim, aos já citados sânscrito *pitar* 'pai', latim *pater*, grego *pater*, correspondia o alemão *Vater* (pronunciado 'fater') e o inglês *father*. Igualmente, 'pluma' se diz em sânscrito *pa-*

*tram*, em latim *penna* (mas antes era 'petna'). Em grego, *pteron* é 'asa'; 'pluma' em inglês é *feather*, em alemão *Feder*. A regularidade se estende tanto que Grimm se sentiu autorizado a chamá-la 'lei' (e hoje essa correspondência se denomina 'Lei de Grimm').

A Lei de Grimm vale igualmente para outras consoantes: onde o latim e o grego têm **k**, as línguas germânicas têm **h** (nesses casos, o sânscrito costuma ter **s**, por efeito de outra lei): 'chifre' em latim é *cornu*, em grego *keras*, inglês *horn*, alemão *Horn* (figura 1).

O mesmo pode ser feito para as demais consoantes: o que nos interessa aqui – e o que certamente mais impressionou Grimm – é a grande, se bem que não absoluta, regularidade das correspondências. Quando uma palavra começa em latim e em grego com o som **k**, é quase certo que a palavra correspondente nas línguas germânicas (caso exista) comece com **h**. Outros exemplos são: latim *cord* 'coração', grego *kardia*, inglês *heart*, alemão *Herz*; latim *caput* 'cabeça', grego *kephale*, inglês *head*, alemão *Haupt* etc.

Nas décadas seguintes à publicação do livro de Grimm, os lingüistas trabalharam na identificação de novas línguas pertencentes ao grupo indo-europeu, ao mesmo tempo em que procuravam reconstituir pelo menos alguns traços da língua primitiva. Hoje sabemos que essa língua deve ter sido falada em algum local do sudeste da atual Rússia, prova-

velmente nas imediações dos mares Negro e Cáspio, mais de dois mil anos antes de Cristo. Migrações e invasões levaram essa língua, e seus diferentes estágios posteriores, a muitas regiões da Europa e da Ásia, de maneira que hoje se falam formas modernas do indo-europeu em uma imensa área que vai de Portugal até a Índia (para não falar das extensões de algumas dessas línguas à América e à Oceania).

Essas formas modernas do indo-europeu se chamam 'línguas indo-europeias': as línguas românicas como o português, as germânicas como o alemão e o inglês, as eslavas como o russo e o tcheco, as indo-arianas como o hindu e o bengali, e ainda outras, o iraniano, o armênio, o irlandês, o grego (figura 2). Sem querer dizer que os povos correspondentes sejam descendentes diretos do povo que falava originalmente o indo-europeu (com muito freqüência uma língua é imposta a um povo de outra origem), pode-se afirmar que todas essas línguas são descendentes diretos do indo-europeu. Lingüisticamente, somos primos distantes dos indianos do norte, dos iraquianos, dos poloneses e dos armênios.

Em meados do século XIX, os lingüistas trabalhavam com 'leis' do tipo da Lei de Grimm, e conseguiam explicar grande parte das formas encontradas nas línguas clássicas e modernas como derivações regulares a partir das formas indo-europeias. Mas, é claro, alguns mis-

térios persistiam (e alguns persistem até hoje). Um desses mistérios tinha a ver com certas irregularidades aparentes, encontradas na evolução das consoantes nas línguas germânicas.

A Lei de Grimm previa que quando uma palavra em latim e sânscrito tivesse um **t**, este devia ser representado pelo som **th** (como em inglês *thin*) nas línguas germânicas (pelo menos nas antigas); igualmente, o **k** latino, correspondente ao **s** sânscrito, deveria corresponder a **h** em germânico. Isso acontece, com efeito, na maioria das palavras. Mas há um grupo de exceções atestadas em gótico, a mais antiga língua germânica conhecida, que não se conseguia explicar. Va-mos ver duas dessas exceções, como exemplos.

## OUTRAS PISTAS, NOVAS DESCOBERTAS

A palavra que significa 'irmão' é *bhratar* em sânscrito, *frater* em latim, e *brothor* em gótico; aqui se verifica a correspondência tal como prevista pela Lei de Grimm. Mas a palavra 'pai' é diferente: *pitar* em sânscrito, *pater* em latim, e *fadar* em gótico, onde esperaríamos *fathar*. Aparentemente, pois, a Lei está falhando nesse caso. Outro exemplo se encontra nas palavras para 'sogro' e 'sogra'. 'Sogro' em latim é *socer* (pronunciado *sokər*) e, como se espera, o gótico tem um **h** no lugar do **k** latino: *swehar*. Mas a 'sogra' também aqui cria problemas: em latim é *socrus*, mas em gótico é *swigar*: em vez do **h** esperado, temos um **g**.

Esses fatos não tinham explicação, pois fugiam à regra e ninguém havia descoberto uma outra regra sequer que estivesse aqui interferindo com a Lei de Grimm para levar a tais resultados. Alguns autores se resignavam a considerá-los exceções, e pronto. Não contavam com a astúcia do lingüista dinamarquês Karl Verner.

Para começar, talvez tendo em mente seu infeliz predecessor Rasmus Rask,

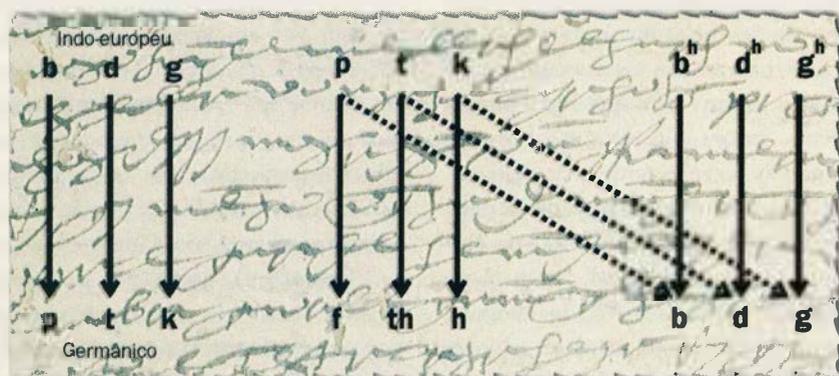
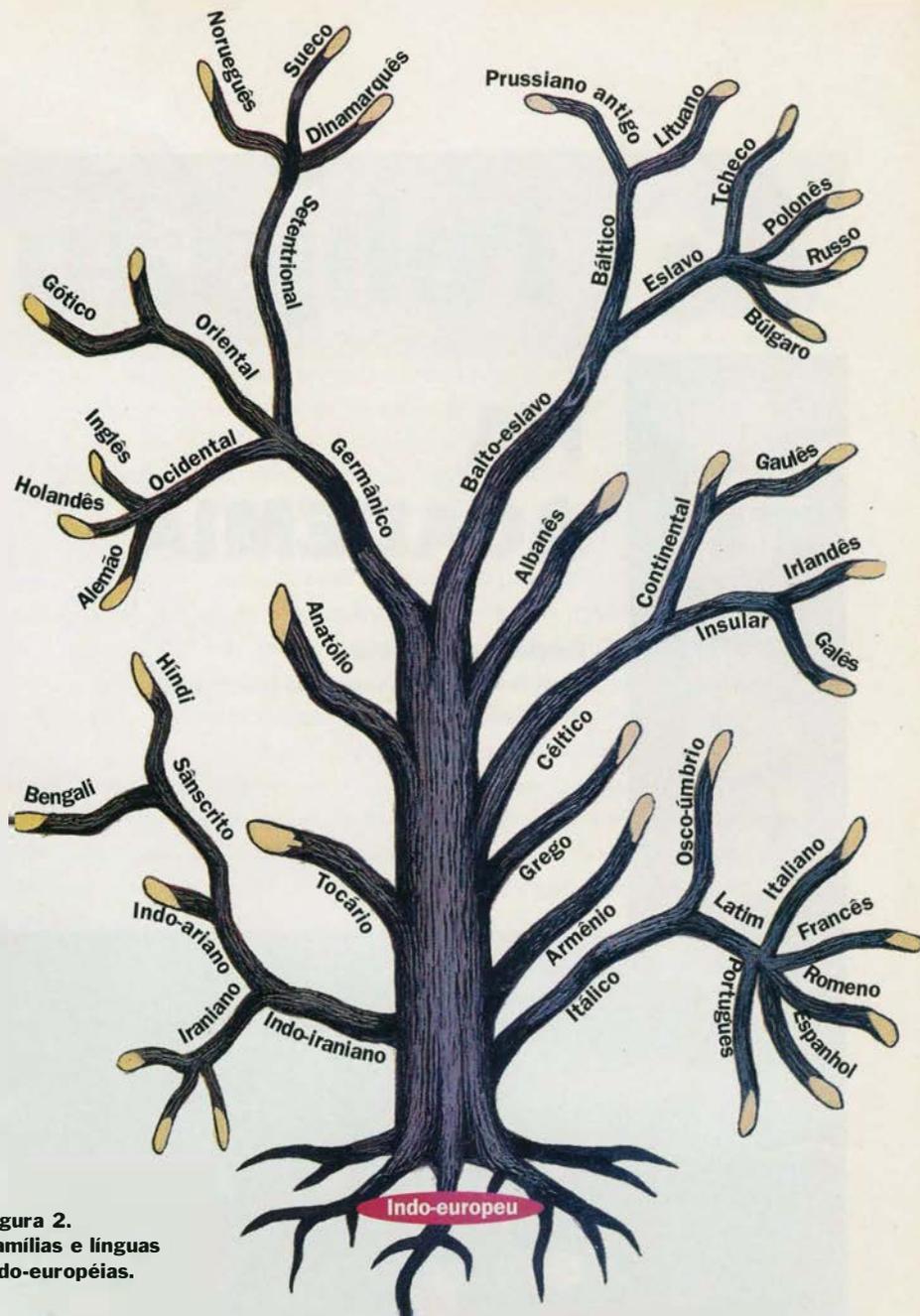


Figura 1. Mudança consonantal do germânico. Esquema das correspondências detectadas por Grimm (linhas cheias) e das exceções tratadas por Verner (linhas pontilhadas).

Verner teve o cuidado de publicar sua descoberta em uma revista alemã (em 1877). Desse modo, tornou-se imediatamente conhecido, e a regularidade que descobriu recebeu o nome de 'Lei de Verner'. Essa lei explicou adequadamente as aparentes exceções à Lei de Grimm.

Verner examinou cuidadosamente todos os casos excepcionais, tais como apareciam nas diversas línguas. E descobriu um fator que não tinha sido levado em conta pelos estudiosos do assunto até o momento: a posição do acento na palavra. O indo-europeu, tal como muitas outras línguas, acentuava determinada sílaba. É o que acontece com o português, ao distinguir cara de cará. Mas o acento indo-europeu desapareceu nas línguas germânicas, que passaram a acentuar as palavras na primeira sílaba (o que vale até hoje para a maioria das palavras em alemão, inglês etc.). Assim, tanto *brothor* quanto *fadar* eram acentuadas na primeira sílaba em gótico: *bróthor*, *fádar*. Mas a situação deveria ser diferente em indo-europeu, e isso é atestado por algumas línguas, como o sânscrito e o grego; nessas línguas, 'irmão' se acentua na primeira sílaba: respectivamente, *bhrátar* e *pbráter*, mas 'pai' se acentua na última: *pítár* e *patér*.

Ora, Verner notou que a Lei de Grimm funcionava somente quando a vogal precedente era (ou melhor, tinha sido) acentuada. Isso vale para 'irmão', como se pode ver acima, e também para 'sogra', que se acentuava na primeira sílaba em sânscrito e grego: *svásurah* e *hékryros*; já para 'sogra', a forma grega não ajuda, mas a sânscrita é acentuada na última sílaba: *svasrúbh*. Verner só precisou verificar isso para os outros exemplos, e funcionava para todos. Concluiu então que uma outra lei transformava o **th** germânico em **d** no meio da palavra, exceto quando a vogal precedente era tônica. Quando a vogal precedente era átona, vigorava normalmente a Lei de Grimm.



**Figura 2.** Famílias e línguas indo-europeias.

Os três momentos relatados acima ilustram um trabalho de detetive desenvolvido durante um século: Jones, em 1786, desconfiou que havia um mistério a solucionar nas semelhanças existentes entre muitas línguas da Ásia e da Europa. Grimm, em 1822, não só trouxe evidências sólidas em favor do relacionamento histórico dessas línguas, como também conseguiu formular claramente alguns detalhes importantes desse relacionamento, lançando assim luz sobre a maneira como evoluem as línguas. E, finalmente, em 1877, Verner conseguiu mostrar que a teoria iniciada por Grimm (da regularidade básica das mudanças

históricas nas línguas) era válida mesmo para um importante grupo de aparentes exceções. No conjunto, temos aqui um excelente exemplo de como se pode trabalhar com dados aparentemente caóticos, descobrindo atrás deles uma organização coerente.

**Sugestões de leitura:**

BLOOMFIELD L. *Language*. New York, Holt, Reinhart & Winston, 1933.  
 MATTOSO CÂMARA JR. J. *Princípios de lingüística geral*. (4ª ed. revista e ampliada). Rio de Janeiro, Livraria Acadêmica, 1964.  
 MEILLET A. *La méthode comparative en lingüistique historique*. Oslo, Aschehough, 1925.  
 ROBINS R H. *Pequena história da lingüística*. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1979.

# &

# religião

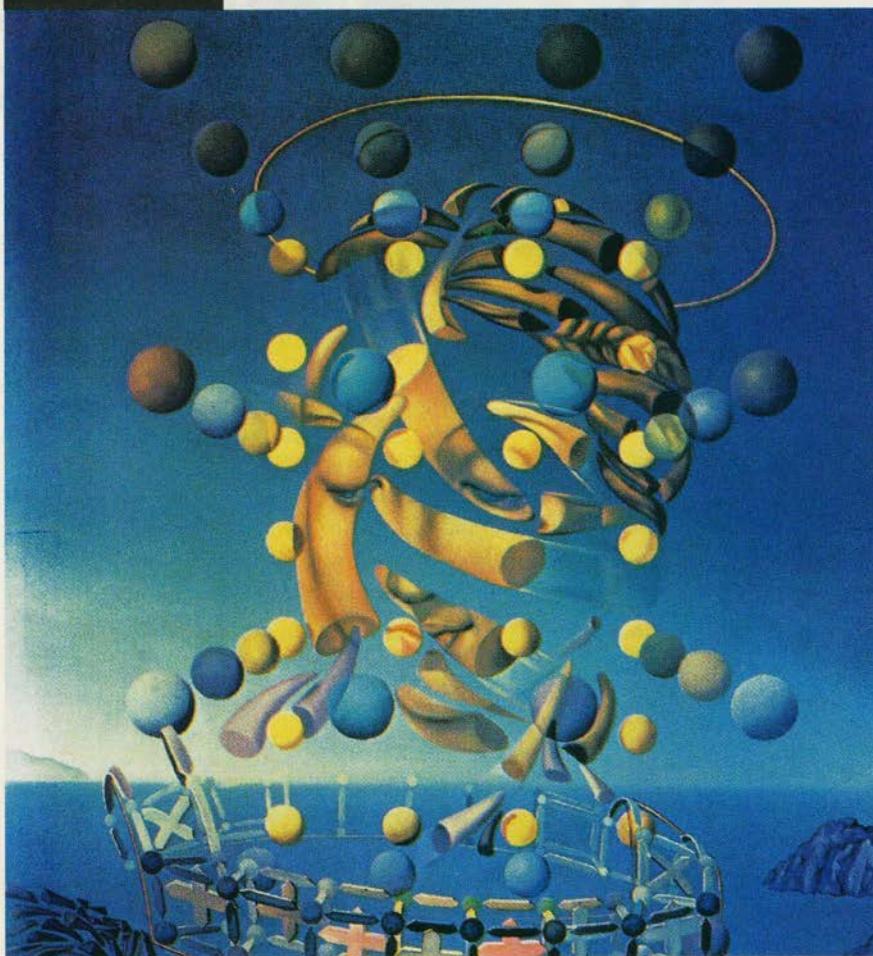
# ciência

## NA ACADEMIA

**Geraldo José de Paiva**

*Departamento de Psicologia Social e do Trabalho,  
Universidade de São Paulo.*

Cientistas da Universidade de São Paulo (USP) participam de uma pesquisa sobre ciência e fé, mostrando que religião não é tabu na Academia. Não escondem sentimentos e apontam para uma idéia de Deus construída no inconsciente muito próxima da figura materna. A pesquisa revela que, se há conflito entre ciência e religião, ele se oculta no inconsciente e independe da condição acadêmica. As entrevistas foram feitas com dez pesquisadores do Instituto de Física, oito do Departamento de Zoologia e oito do Departamento de História, e procurou-se obter do entrevistado seu modo de relacionar ciência e religião. Quase todos provinham de famílias católicas, ou cristãs, algumas vezes com influxos espíritas ou umbandistas. Ao lado de posições tranquilas, surgiram diversos sentimentos de desconforto ou juízos críticos em relação à instituição religiosa de origem, no caso, a católica.



**A** formação científica avançada tem alimentado, em outras terras, relações conflitantes entre ciência e religião. Terá acontecido o mesmo entre nós? A Universidade de São Paulo fomentaria o mesmo tipo de relações? A resposta a essas perguntas foi buscada entre pesquisadores das áreas de humanas, de ciências exatas e biológicas, todos com título mínimo de doutor e trabalhando em regime de dedicação integral à docência e à pesquisa.

Inicialmente, um dado empírico merece ser ressaltado. Apesar da impressão de que religião seria um assunto difícil entre os cientistas, a pesquisa encontrou poucos casos de recusa em falar sobre o tópico. Ao contrário, havia uma disposição generosa em discorrer sobre o tema. Além disso, havia um geral respeito pela religião como opção pessoal, difundido interesse pela realidade religiosa e freqüente religiosidade. O interesse pela religião, no entanto, não implicou atitude positiva em relação a ela. O que várias vezes se verificou foi um jorro de ressentimentos acumulados.

Entrevistados, os físicos falaram de exigências inflexíveis da religião; de sua carga pesada e repressiva, ligada ao pecado; do reacionarismo da Igreja; da formação excessivamente pesada, sem meio-termo entre certo e errado; do uso da culpa como meio de controle; e de problemas como culpa, coisas tenebrosas, pecado, normas, mandamentos, penitência e rituais mascarados (rituais que mascaram conflitos sociais).

Os zoólogos se lembraram de hipocrisia; do *imprinting* do pecado; de culpa e castigo; da injustificada alegação de superioridade da religião; da rigidez das suas normas. A eles se juntaram os historiadores, que identificaram a Igreja como intransigente e opressora, mortífera, cínica e reacionária, ao se referirem à carga repressora que acompanha o pecado. Falaram ainda da cultura católica, impregnada do pecado e de suas sanções;

da co-responsabilidade no pecado; do santo vingativo; da repressão violenta ao sexo e à cultura popular.

A pesquisa sobre Ciência e Religião na Academia, em suma, não identificou nos entrevistados conflitos epistemológicos ou psicológicos conscientes, que, entretanto, foram percebidos no plano não-consciente. Neste são percebidos diversos conflitos psicológicos, que não derivam, especificamente, do *status* acadêmico dos entrevistados, e sim do encontro das pulsões de autonomia e de dependência, que constroem a estrutura psicológica apropriada à acolhida ou à rejeição da interpelação religiosa, e cristã, apresentada pela cultura.

Física, Zoologia e História foram escolhidas por pertencerem às áreas de Ciências Exatas, Biológicas e Humanas, que compõem o campo de estudo universitário. Mais em particular, Física, Zoologia e História têm vinculações tradicionais com a religião, pelas questões da origem, respectivamente, do Universo, da Vida e da Cultura. Os entrevistados constituíram uma 'amostra de conveniência'. Compuseram essa amostra os pesquisadores que simplesmente se encontravam em seu local de trabalho e concordaram em participar da pesquisa; alguns poucos foram incluídos por indicação de colegas que os consideravam contrários à religião.

## A LÓGICA E A FÉ

Religião e ciência se apresentam como dois modos de conhecer o mundo e o homem. A fonte e os critérios de verificação de cada um desses modos são diferentes. Para a religião, entendida na linha mestra histórica do Ocidente, a fonte é uma revelação transcendente e os critérios de verificação decorrem dessa revelação. A fonte do modo de conhecer científico é a força natural dos sentidos e da razão, e os critérios de verificação, por exemplo, sob a forma de desmentido,

são fornecidos – segundo o filósofo da ciência austríaco Karl R. Popper – por procedimentos empíricos guiados pela lógica. Trata-se, pois, de duas ordens de conhecimento, e a relação entre elas é a que existe entre epistemologias.

O interesse pela compatibilidade epistemológica ou objetiva entre ciência e religião tem uma história identificável em várias culturas particulares. Entre os católicos, a Görresgesellschaft, na Alemanha, a Thijmgenootschaap, na Holanda, os Intellectuels Catholiques, na França, seriam os exemplos mais antigos da discussão da fé com a ciência. Nos países de tradição protestante, coube às universidades, várias delas dotadas de faculdades de teologia, a iniciativa de promover a discussão epistemológica entre ciência e fé. Assim, a Universidade de Edimburgo, que já se notabilizara pelas Gifford Lectures, promoveu as Conferências Gunning, que ensejaram, por exemplo, a R. Hooykaas – professor de História da Ciência da Universidade de Utrecht – concluir que, por considerar a Natureza máquina e não organismo, a tradição judaico-cristã seria mais conatural à ciência moderna, do que a tradição grega.

Ainda na tradição protestante, vêm sendo realizadas, desde 1986, as "Conferências Européias sobre Ciência e Religião", com a participação de teólogos e cientistas das áreas exatas e biológicas. A Segunda Conferência, de 1988, apontou para um novo tipo de interação entre ciência e religião, ou mesmo para a superação da aproximação dicotômica do mundo, lembrando a tendência da "Gnose de Princeton" definida pelo filósofo e crítico social Raymond Ruyer.

Um interessante estado da questão é dado por William A. Rottschaefer, filósofo da ciência e da religião, que distingue entre o antigo Separatismo e o atual Novo Interacionismo. À versão recebida – ou seja, ao positivismo lógico-empiricista, paradigma dominante entre 1920 e 1960, que negava qualquer valor



epistêmico ao conhecimento religioso – sucederam as discussões da natureza histórica e sociocultural da ciência, como as travadas pelos filósofos Thomas Kuhn ou P.K. Feyerabend. Hoje se caminha para um novo tipo de interação entre ciência e religião, que pensa o discurso científico e o discurso religioso como redes de analogias e metáforas que podem envolver as causas inobserváveis dos fenômenos e as realidades religiosas transcendentais.

Embora as reflexões sobre a compatibilidade epistêmica entre ciência e religião tenham sido feitas principalmente a partir das ciências naturais e biológicas, o neurocientista R.W. Sperry, do California Institute of Technology, pensa que o novo paradigma cognitivo da psicologia, “abre caminho para uma consistente fundamentação naturalista tanto para a crença científica como para a crença religiosa”.

Já A. A. Sappington, professor de psicologia na Universidade do Alabama, explora com o mesmo interesse dois novos conceitos científicos, o de controle superveniente e o de caos. O controle superveniente consiste nas opções livres e no funcionamento do cérebro dos agentes humanos, que se sobrepõem às condições determinantes de natureza física, biológica, social e outras; o conceito de caos refere-se à imprevisibilidade do comportamento de elementos combinados em sistemas de espantosa complexidade. Seriam esses conceitos que abririam caminho para vontade livre, responsabilidade moral, finalidade cósmica e valores objetivos, enquanto podem servir de fonte de analogias para os conceitos religiosos.

Por sua vez, o filósofo da religião norte-americano Stanley L. Jaki julga que hoje em dia não existe dificuldade em se compor a ciência com o cristianismo liberal e com um tipo de religião cósmica, popularizada por Einstein. A oposição continuaria, para Jaki, entre uma ciência que desconhece seus limites

e o cristianismo dogmático que, mesmo não fundamentalista, mantém um corpo de afirmações inquestionáveis sobre um criador pessoal transcendente e suas relações com o homem responsável. Por outro lado, Jean Ladrière, da Universidade de Louvain, pensa que a ciência contemporânea é afinada com o sentimento religioso enquanto, graças a suas características de reflexividade e expansividade, tende a um saber unificado, para além da cisão cartesiana entre pensamento e realidade cósmica.

Não admira, então, que numa derivação da questão epistemológica geral para o campo mais restrito das ciências da religião, vários autores julguem recomendável inserir “postulados relativos ao sobrenatural” nas teorias científicas da religião, como sugere Daniel L. Hodges, cientista social norte-americano; ou incluam no estudo da religião, como faz o sociólogo William R. Garret, a “perturbadora transcendência” e o “numenalismo fenomenológico”; ou ainda considerem, como outro cientista social, Robert W. Friedrichs, a “aterradora apreensão de confiança na existência” algo exclusivo da fé religiosa.

## NA ACADEMIA, DOIS MUNDOS SEPARADOS

As entrevistas realizadas na USP manifestam que a discussão epistemológica das relações entre ciência e religião não constitui interesse central dos cientistas. A afirmação freqüente de que “não se tinha pensado no assunto” atinge, certamente, o nível epistemológico. De modo geral, o entendimento epistemológico se expressa de forma negativa: não se afirma incompatibilidade entre religião e ciência, domínios epistêmicos sem intersecção e que, por isso, estão separados e não se misturam. Os poucos argumentos, não-sistemáticos, vão no sentido de que a ciência dá o ‘como’ e não o ‘porque’, ou lida com o relativo e não

com o absoluto, ou é obra do consciente e não do inconsciente, ou visa o desenrolar do fenômeno e não o seu início.

Outra maneira, mais próxima à epistemologia, de relacionar religião e ciência é perceber a primeira como baseada em dogmas indiscutíveis e, a segunda, em busca sempre discutível da verdade. Ou identificar a primeira como ligada ao irracional/emocional e, a segunda, a um empreendimento racional. Não se procura, contudo, demonstrar o caráter voluntarista da religião, e o que se encontra é uma versão pouco informada de 'dogma' ou, então, a aquiescência acrítica à alegação voluntarista e emocional da crença.

Quando, na Física, alguns criticam a física clássica em favor da física quântica e pós-heisenbergiana. Já na História, quando alguns apelam para um princípio de intelecção distinto do materialismo histórico – a saber, as representações mentais em cuja gênese e desenvolvimento encontram lugar as intuições da psicanálise e da psicologia analítica – e, com isso, abrem caminho para uma articulação com o religioso, parece esboçar-se uma posição epistemológica. Essas aberturas, contudo, não são, no geral, tematizadas. Além disso, encerram uma concepção de religião sem ligação histórica com o que se conhece dela: uma forma de energia ou uma projeção do desejo, às quais na maioria das vezes se denega o caráter pessoal, e guarda pouco contato com o que correspondeu, na vida dos entrevistados, à experiência religiosa.

Pode-se reconhecer em certos entrevistados alguma afinidade com o chamado Novo Interacionismo, como quando se pensa a ciência contextualizada pelo estágio sociocultural ou se admite a possibilidade de um discurso filosófico-religioso acerca do Universo. Não se trata, porém, de um interacionismo sistemático, uma vez que quase sempre falta articulação ao discurso religioso, muitíssimo mais lacunar que o discurso

científico. Em razão do maior número de declarações atinentes à separação, inepedência ou ausência de intersecção entre religião e ciência, parece que predomina nos entrevistados a versão recebida: a do positivismo vigente até os anos 60.

Do ponto de vista da epistemologia, essa posição não acompanha o estado atual da questão. De fato, não considera os valores epistêmicos que poderiam articular de forma semelhante o discurso científico e o religioso como afirma Rottschaefer. Não supera o dualismo cartesiano, nem através do entendimento da ciência como reflexo das características do espírito, como quer Ladrière, nem através de uma discussão da tendência holística do conhecimento, a Gnose de Princeton, como diz Ruyer. Não dá guarida a alegações derivadas da índole representacional de todo conhecimento, conforme Sperry, nem à existência de inserção de postulados sobrenaturais na arquitetura da ciência, segundo Hodges, nem ao numenalismo fenomenológico, de acordo com Garrett; ou à analogia entre conhecimento religioso e conhecimento científico baseada no chamado controle superveniente e no caos, na afirmação de Sappington.

Algumas refrações desses enfoques certamente estão espelhadas no teor das entrevistas, o que mostra o alcance da irradiação desses novos modos de ver. O que parece emergir das considerações dos entrevistados é que a dimensão epistemológica é um assunto interessante, ao qual são capazes, se estimulados, de reagir com *à-propos*. Não chega, porém, a ser um assunto central. Os entrevistados têm ou deixam de ter convicções religiosas geralmente sem um exame objetivo dos pressupostos, dos conceitos e da articulação conceitual de sua ciência e de sua (ir)religião. Nesse ponto, a versão recebida deixou espaço para o que tantos dos entrevistados denominaram de 'convivência' entre ciência e religião. Até quem não vê na

ciência a necessidade de Deus como hipótese, atribui sua posição arreligiosa muito mais ao ambiente familiar e ao meio sociocultural do que à formação científica. Estamos, então, lidando com outra ordem de realidade e com outro tipo de fundamentação. É nessa direção que nos faz olhar a Psicologia.

## O CONFLITO VEM DO INCONSCIENTE

Ao estudioso da Psicologia interessa igualmente, ou mais, um outro nível de problematização, o psicológico. Esse nível abstrai da questão epistêmica e inclui as atitudes e os comportamentos dos cientistas em relação à ciência e à religião.

A importância do nível psicológico fica patente quando se pensa que os cientistas e os religiosos, em sua maioria, não gozam de competência comparável nas áreas da ciência e da religião. Como, apesar disso, muitos acabam conjugando ou dissociando religião e ciência, é no nível psicológico que se procurarão as razões desse comportamento. Provavelmente não será infrequente o caso, referido pelo filósofo francês Paul Ricoeur, do homem que, ao partir para a deportação, levou consigo apenas uma Bíblia e um tratado de matemática, comentando: "Não sei como ambos se hão de arrumar, mas sei que sou eu que os carrego."

É sobretudo nos Estados Unidos que há um antigo interesse pelo que vários pesquisadores denominam 'a fé do cientista'. Um dos primeiros psicólogos da religião, o suíço James Leuba, descobriu que os cientistas mais eminentes tendiam a não professar nenhuma religião. Nos EUA vários estudos mostram que os cientistas são menos religiosos que a média da população: na área de ciências naturais, eles tendem a ser menos irreligiosos que os dedicados às ciências da vida, e esses menos do que os que se dedicam às ciências humanas, cabendo

aos psicólogos o maior grau de irreligiosidade. O critério desse gradiente, denominado “distância acadêmica da religião”, segundo Edward C. Lehman Jr. (Universidade de Nova York), reside no grau de legitimidade que cada ciência reconhece à inclusão da religião em seu objeto de estudo. A direção da correlação, contudo, não é clara. Para os psicólogos Michael Argyle e Benjamin Beit-Hallahmi é possível que haja uma auto-seleção prévia que levaria as pessoas mais críticas à religião para as ciências humanas.

Curiosamente, entre os ingleses, esses autores não descobriram diferença entre cientistas e população total no que concerne à adesão religiosa. Argyle chega a afirmar que não há correlação entre crença religiosa e grau de instrução, o que leva Lilly Weissbrod, da Universidade de Tel-Aviv, a dizer que, apesar de todas as mudanças na cultura religiosa na Inglaterra, “Deus continua inglês”.

Várias razões têm sido propostas para essas dificuldades entre religião e ciência. Rodney Stark, sociólogo da religião (Berkeley, Califórnia), examina a ‘incompatibilidade’ entre o acadêmico e o religioso sob o ângulo da orientação de valores. Os valores acadêmicos seriam originalidade, liberdade e criatividade; os religiosos seriam aceitação, submissão intelectual e disciplinar. Lehman Jr. diz que a incompatibilidade entre a ênfase moderna no relativismo cético e na dúvida radical da ciência, e a ênfase tradicional, da religião, na aceitação e na acomodação é fundamental. O sociólogo Charles H. Anderson, da Universidade de Utah (EUA), examina a incompatibilidade sob o ângulo da associação: ao contrário da população em geral, os acadêmicos não se integram ou identificam com os grupos religiosos.

As características objetivas da experiência religiosa e da experiência científica seriam, para outros, a razão da incompatibilidade. Nathan Brody (New School for Social Research, Nova York) descobriu que a experiência interpretada

religiosamente recebe carga positiva mais elevada nas escalas de avaliação.

Numa posição mais teórica e reflexiva, o eminente psicólogo da personalidade Gordon W. Allport (Harvard, EUA) opõe os modos de pensar científico e religioso: o primeiro caracteriza-se pela dúvida, pela limitação do campo de interesse, pela utilização de técnicas de verificação próximas à hipótese de trabalho, mantendo-se distante dos enigmas do macrocosmo e da remota hipótese de Deus; o outro está voltado para a integração dos vários segmentos da vida e para a abrangência adequada da ordem moral, estética e cósmica. Segundo Allport, sempre haverá conflito entre uma ciência e uma religião acanhadas, mas não entre a ciência e a religião pensadas com uma visão ampla.

Do ponto de vista psicológico, várias dessas análises podem ser trabalhadas cognitivamente com os conceitos de espaço de vida/conflito e de grupo de referência. O conceito de conflito quase se impõe, uma vez que historicamente as relações entre ciência e religião têm sido apresentadas como de conflito ou confronto. O psicólogo alemão Kurt Lewin representou o conflito intrapessoal como um evento no espaço de vida, mais precisamente como a paralisação da pessoa, atraída e/ou repelida por regiões de seu espaço de vida dotadas de valência positiva ou negativa, de intensidade aproximadamente equivalente. O grupo de referência tem duas funções essenciais: a normativa, relacionada a valores, e a comparativa, de critério de realidade.

## CONTRADIÇÃO E TOLERÂNCIA

De outra parte, sensíveis à dinâmica inconsciente dos conflitos, vários estudiosos fornecem elementos para discutir, no registro do inconsciente, alguns aspectos das relações entre ciência e religião. Freud referia-se, de um lado, a “nosso

deus, Logos” e, de outro, admitia como fato corrente a existência de “homens de ciência que preservaram sua fé na Bíblia”. A explicação para “a existência, lado a lado, de idéias tão contraditórias e sua tolerância mútua” é análoga à oferecida para o processo de integração da pessoa. A tendência exclusivista do grupo é explicada pelo vigor dos laços libidinais: “Se as diferenças entre as opiniões científicas chegassem um dia a atingir, para os grupos, uma importância semelhante (à das opiniões religiosas), o mesmo resultado (de intolerância com os profanos) se repetiria mais uma vez.”

Ao refletir sobre o funcionamento psíquico próprio do intelectual, o psicanalista francês Didier Anzieu mostra como a hipertrofia do pré-consciente é uma defesa típica do intelectual contra os desejos e os medos, os afetos e os fantasmas inconscientes. Sua discussão pode ser interessante para nosso tema, porquanto aponta nos intelectuais, e nos cientistas quando intelectuais, exigências severas de definição precisa no campo religioso, exageros no rigor da lógica e da não-contradição, recusas do imaginário gratuito, valorização fetichista das idéias e desconfianças em relação ao afetivo.

Julia Kristeva, semióloga e psicanalista búlgara, tenta articular psicanálise e fé cristã. Entre outras considerações, chama a atenção para a fusão narcísica, presente nas relações humanas e referida a um esquema arcaico parental, condição para “o salto semiótico para o Outro”. Nesse contexto, cita a comparação de Agostinho da fé cristã em Deus com a relação da criança de peito ao seio materno. Impedir esse salto equivale a recalcar-lo e, por essa razão, “o ateísmo é recalcar”. O processo de interpretação pode levar ao abandono da fé, mas por lucidez e não por recalque. Mais liberta em relação ao racionalismo, Kristeva quer restituir à ilusão seu valor epistemológico, além do terapêutico.

De fato, o próprio Freud reconhecera

que o desejo abra as portas para a moderna geografia e para a química. Kristeva não identifica, contudo, a potencialidade epistemológica da ilusão com a fé. Fé é desejo, como ilusão também o é. Falta-lhe a prova da realidade. Assim, o cerne da mensagem cristã, o amor de Deus, é considerado tão só na radical estrutura psíquica da fusão “semiótica”, isto é, anterior à linguagem e mesclada com o biológico.

Outro psicanalista francês, André Green repete a constatação de Freud de que há clivagens no eu, algumas delas de caráter objetivo, como a do cientista religioso, que se refere tanto à verdade potencialmente falseável como à verdade religiosa, ao abrigo da dúvida. Essas clivagens, acredita Green, não se devem a processos incompletos de integração, mas à estruturação da confiança, que se estabelece, ou não, entre a mãe e a criança e permitirá à criança, a “crença no prazer”, base tanto da fé religiosa como da ciência.

Entre os contemporâneos, porém, talvez ninguém mais do que Antoine Vergote (psicólogo e psicanalista, fundador do Centro de Psicologia da Religião da Universidade de Louvain) tenha dedicado uma reflexão tão sistemática aos conflitos que, mais do que opõem ciência e religião, constroem a fé. Além de considerar a mentalidade científica como parte integrante da visão de mundo atual, Vergote está convencido de que não são as variáveis racionais da ciência que afetam de maneira relevante a religião, e sim as variáveis de ordem psicológica, em especial as que remetem ao inconsciente.

Entendendo religião como sistema simbólico partilhado na cultura, Vergote enxerga, “por detrás do conflito entre ciência e religião”, o embate dos impulsos com um objeto que se dá ao homem mediante uma palavra e que, por isso, não é necessariamente conforme a seus desejos. Particularizando esse embate, Vergote comenta que existem várias

modalidades de conflito que dividem o homem entre a adesão e a recusa da religião, além das motivações propriamente inconscientes, que podem estar na base tanto do ateísmo como da adesão religiosa patológicos.

Tais conflitos não estão geralmente na consciência plena; antes, localizam-se no “claro-escuro das paixões e dos desejos”. Vergote discute, então, vários processos psicológicos envolvidos na aceitação/rejeição do objeto religioso: simultânea atração e fuga do sagrado; autodefesa contra a dimensão mágica do sagrado; suficiência cognitiva e ética do horizonte terrestre, preferida à simbolização do mundo; preferência pelo objeto de consciência e não pelos estados de consciência, ou seja, desconfiança da experiência interior afetiva em benefício da clareza da consciência crítica de si e do mundo; defesa da liberdade da razão na busca de seu objeto contra a submissão cega a enunciados impostos; satisfação com a felicidade e o prazer alcançados no mundo, em vez da esperança de uma salvação futura; libertação das amarras parentais em benefício da auto-afirmação.

Em *Os infortúnios dogmáticos da fé*, Vergote acrescenta a esses conflitos uma inesperada armadilha psicológica, à espreita dos que escolhem a verdade como profissão: o homem rebela-se contra o caráter dogmático, ou absoluto, da proposição extrínseca da verdade religiosa porque, no íntimo, é esse tipo de certeza que deseja conseguir por si próprio.

Privilegiando o estudo do cristianismo, Vergote discute as ambigüidades introduzidas pelo nome do Pai. Em outros estudos, como o Semantic Differential Parental Scale (SDPS), ele mostrou com o psicólogo social Alvaro Tamayo (atualmente na Universidade de Brasília) que na figura percebida de Deus entram numerosos componentes paternos e maternos. Os que crêem acentuam mais os atributos maternos, e percebem Deus como “aquele que dá a lei” bem mais





nítida que os duvidam. Estes acentuam certas características paternas (iniciativa, dinamismo e orientação para o futuro) e maternas (interioridade, intimidade, espera); os não-crentes percebem o Deus que rejeitam preferencialmente nas dimensões paternas, mas se aproximam dos que duvidam ao privilegiar as qualidades de intimidade afetiva nas dimensões maternas. Solicitados a descrever o Deus que desejariam, não apontam as qualidades de “doador da lei, juiz que decide, norma”, e aceitam as de “inteligência ordenadora, dinamismo, iniciativa”: em outras palavras, aceitariam um Deus paternal que seria princípio racional de ordem e força criadora, um Deus que, como a mãe, acolheriam incondicionalmente. Acentuam, pois, mais que os crentes convictos, a função lei/autoridade que, a seguir, rejeitarão como intolerável.

Essa polarização não é de ordem puramente intelectual, mas uma seqüela da ferida narcísica infligida ao homem por um princípio pessoal exterior. Ao contrário do religioso cósmico, que exagera o pólo complementar da figura divina, isto é, o da união fusional com a fonte da vida, o descrente consegue lidar apenas com um dos pólos da relação com Deus, com o momento edípiano da castração, não seguido pelo da identificação com um pai também digno de amor e fonte de vida.

Vergote observa, com sagacidade, que essa posição não é exclusiva da descrença, mas invade o âmago do conceito cristão de Deus. Em consequência disso, o próprio processo de adesão a Deus é conflituoso do ponto de vista psicológico, e pode ter vários desdobramentos e resultados, da mesma forma que o conflito edípiano. O caráter conflituoso do processo se realiza, principalmente, no desencontro entre as tendências, tornadas desejos, à autonomia e à dependência.

Esse é um desencontro intrapsíquico, mas como o psiquismo é trabalhado por

outros sistemas, com destaque do cultural, o conflito entre autonomia e dependência pode ser aguçado num clima de exaltação do conhecimento e controle de si e do mundo, como é próprio da ciência e da tecnologia. Uma última modalidade de conflito lembrada por Vergote é a que se estabelece entre o desejo e a idealização de seu objeto. Como a fé religiosa tem e promove suas próprias utopias, é inevitável que surja a decepção e a revolta acusatória contra a religião, em especial contra a instituição religiosa e as pessoas que a encarnam destacadamente.

A aceitação ou a rejeição de Deus e da religião está, portanto, sujeita a uma discussão psicossocial enraizada na cultura ou subcultura do agrupamento humano. O melhor caminho para se entender as relações que os cientistas estabelecem entre ciência e religião é, no plano do consciente, examinar, à luz de posições bem firmadas em psicologia social, seus espaços de vida. No plano do inconsciente, pode-se tentar examinar essas mesmas relações enquanto expressam momentos de representações do mundo e de Deus dinamizadas pelo afeto e pela aceitação/rejeição das figuras essenciais do Complexo de Édipo.

## UMA IMAGEM MATERNA DE DEUS

Os acadêmicos entrevistados na USP são explícitos em afirmar, em primeiro lugar, que não mais pertencem a um grupo de referência religioso. Com quatro exceções, todos se dizem afastados da instituição religiosa, ou seja, de um grupo de pessoas que regularmente se comunicam em torno do objeto religioso. Não se filiam, necessariamente, a grupos de referência irreligiosos, mas dissociam-se de pessoas que lhes permitam o estabelecimento de uma realidade de cunho religioso através da comparação social.

Diversos depoimentos apontam para

a insuficiência dos grupos familiares, no que toca à manutenção da religião, e à insuficiência dos grupos de referência formados durante os estudos. O que houve, portanto, com a perda do grupo de referência religioso de nossos entrevistados foi um adelgaçamento da realidade religiosa. Esta passou a sobreviver residualmente, gozando do eventual amparo de algum grupo de referência, como a família dos pais e pessoas amigas nas ocasiões pontuais de nascimento, casamento e morte é, num sentido mais difuso de grupo de referência, da sociedade fortemente marcada, em suas regras, em sua linguagem, em sua arquitetura, pelos significantes religiosos.

Essas considerações se aplicam ao estreitamento da religião tradicional, mas não a qualquer experiência religiosa. É, de fato, surpreendente o número de entrevistados que não só respeitam a convicção religiosa de outrem, não só julgam a questão religiosa merecedora de atenção, como procuram recuperar, dentro de novos parâmetros, algo de sua herança religiosa. Assim, os pesquisadores em História ampliam seu entendimento da religião com as contribuições de outras correntes religiosas históricas ou humanistas; os acadêmicos em Biociências e em Física alargam sua compreensão do religioso expandindo-a para o reino das energias inominadas.

Pesquisadores da sociedade norte-americana – como Allport, Stark e Lehman Jr. – apontam certas constelações de valores e sentimentos, certos quadros de referência perceptuais que, opostos entre si, justificariam psicologicamente a dificuldade de se manter a crença religiosa no meio científico.

Dessas características polarizadas, algumas se encontram nos entrevistados, particularmente liberdade e criatividade *versus* submissão a dogmas. Quase todos rejeitam definições prontas e indiscutíveis; quase todos advogam expressões de fé mais transitórias e flexíveis, sobre as quais as pessoas possam discutir.

Encontra-se neles forte ressentimento contra o dogmatismo religioso, equivalente à imposição inquestionável de verdades. Nos que deixaram de ser religiosos, mesmo conservando elementos da antiga religião, o dogma continuou associado ao poder da instituição e, como tal, rejeitado. Perdura a impressão de que, ao contrário da ciência, a religião não consegue ter elaborações originais, criativas, dentro de um clima de liberdade e atualidade. Curiosamente, no entanto, não parece ter-se verificado nos entrevistados a síndrome apontada pelos estudiosos norte-americanos: em lugar do conflito, alimentado por essas opostas constelações de atitudes, encontrou-se uma composição ecumenista entre ciência e religião.

Utilizando o modelo lewiniano do espaço de vida, com seus prolongamentos hodológicos, pode-se tentar uma análise das relações estabelecidas entre ciência e religião no nível da consciência psicológica individual. São quatro grupos de pessoas:

1º • Não considera a religião portadora de potencialidade epistêmica, não a inclui em seu espaço de vida e, por isso, não entra em conflito.

2º • Abriga em seu espaço vital referência a regiões de outros que mantêm ciência e religião, mas parece não destacar a religião como aspecto valioso desses outros, reduzindo-o a uma dimensão irrelevante para seu próprio mundo psicológico: tampouco aí encontra-se conflito.

3º • Parece também não experimentar conflito íntimo, uma vez que separa topologicamente ciência e religião, não estabelecendo entre as duas regiões, de valência geralmente positiva, qualquer relação.

4º • Articula, de alguma forma, ciência e religião, tornando-as complementares. Em relação às religiões instituídas, a maior parte desse grupo não identifica religião e instituição, e rejeita a dimensão dogmática da instituição religiosa. Desde,

porém, que religião seja definida com contornos menos históricos e esteja mais afinada com a consciência moderna da energia cósmica, da expansão psicológica da realidade humana ou da necessidade da ética, o conflito desaparece e destaca-se a tendência à busca de harmonização.

Em certo sentido, portanto, podemos admitir que não há conflito consciente entre ciência e religião, uma vez que a religião ou não faz parte do espaço de vida do cientista, ou é uma região de seu espaço que não entra em comunicação com a região da ciência, ou é uma região que se complementa pela região da ciência.

Mas não será, em outro sentido, a religião, em particular o cristianismo, um indutor de conflito entre autonomia e dependência?

Vergote pensa que sim, e coloca o conflito entre os processos construtivos da atitude religiosa. Se, de um lado, ele retira a especificidade do cientista, de outro ele inclui o cientista na ampla categoria humana. Em sua ótica, a tensão religiosa entre os desejos humanos e o objeto apresentado pela palavra do outro situa-se ora no inconsciente, ora no consciente e, privilegiadamente, no pré-consciente. Como se sabe, essa distinção tópica não é rígida e há permeabilidade entre as fronteiras descritivas.

Não se discutirão, aqui, os diversos ângulos, lembrados na primeira parte, sob os quais Vergote cerca os processos psicológicos envolvidos na aceitação/rejeição do objeto religioso. Fiquemos unicamente com o que ele considera o resumo dos conflitos que podem opor o homem à religião, a saber, o conceito de Deus como pai. Com isso, temos um exemplo de análise dos dados em registro não-cognitivo.

Na crítica à relação a Deus como pai, filósofos, sociólogos e psicólogos têm oferecido sua contribuição específica. Da parte da psicologia parece fundamental o núcleo do conflito edipiano: a

## OS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

### Física

#### (a) Compatibilidade subjetiva:

Ninguém declarou incompatíveis ciência e religião na vida do cientista; a maioria conhece cientistas religiosos; essa compatibilidade é atribuída ao caráter pessoal da opção religiosa. A religião é reconstruída segundo as possibilidades da pessoa: ou responde aos reclamos afetivos, ou é necessária para estabelecer as delimitações éticas, ou corresponde ao estilo de vida, ou é exigida por necessidade psicológica. A religião pode envolver a pessoa do cientista e permitir-lhe um *locus* de atividade social.

#### (b) Compatibilidade objetiva:

Não só não há conflito, como há complementação. A contradição básica entre religião e ciência revela-se, talvez, meramente aparente; as correntes filosófico-religiosas abrangentes e certas religiões orientais harmonizam-se com as posições da física contemporânea; ciência e religião não se opõem, desde que ambas sejam abertas; cada uma constitui um campo próprio, pelo que estão desconexas: nem se ajudam, nem se atrapalham; a ciência clássica se opunha à religião, não a ciência contemporânea; a oposição se dá não

entre ciência e religião, mas entre ciência e instituição religiosa. A compatibilidade objetiva encontra, no entanto, limites: o conteúdo da religião não se apresenta ao cientista com nenhuma necessidade lógica; há dificuldade radical em compor ciência e religião, porque ciência refere-se ao relativo e religião ao absoluto; a dicotomia entre ciência e religião mantém-se na vida do cientista religioso.

### Zoologia

#### (a) Compatibilidade subjetiva:

Nenhum dos entrevistados declarou ver incompatibilidade entre ciência e religião na vida concreta do cientista: há cientistas conceituados que são esotéricos e místicos; a maioria dos físicos (*sic*) acaba religiosa; ótimos pesquisadores são religiosos convencionais; a religião habita o emocional e a ciência o racional; a harmonia da natureza suscita a questão do Criador; o próprio Deus colocou no homem um princípio de certeza, a fé religiosa; pesquisar a Natureza já é uma espécie de religião.

#### (b) Compatibilidade objetiva:

A compatibilidade entre ciência e religião é reconhecida por

recusa do pai, o desejo de tornar-se seu próprio pai e sua própria origem, é o momento que funda a autonomia como rejeição da heteronomia. Esse momento, aliás, tem sido muito bem captado por várias análises filosóficas e científicas modernas.

O conflito edipiano encontra sua solução real num outro momento, quando o filho, renunciando ao descomediamento de seu desejo, aceita, pela identificação, aquele que o reconhece como filho. Esse outro momento, certamente pela forma concreta que muita vez a religião assumiu, não tem sido adequadamente considerado nas análises da religião. É provável, no entanto, que a razão principal dessa escassa consideração resida na intensidade do momento anterior, e que se encontre não apenas na arqueologia do psiquismo, mas também na arqueologia das religiões.

Nesse ponto, caberiam alguns comen-

tários no registro do inconsciente, possíveis ao entrevistador capaz de "ouvir com o terceiro ouvido", como observou Theodor Reik, psicanalista alemão e discípulo de Freud. É esse terceiro ouvido que permite captar indicadores valiosos dos processos inconscientes, tais como pausas, vacilações, retardamentos e acelerações, risos, repetições, acentuações tônicas, composições híbridas de palavras, e semelhantes, e especialmente irrupções súbitas, mais ou menos deslocadas, de temas como culpa, pecado, castigo. Essas irrupções, que não acontecem com todos e raramente se referem diretamente a Deus, concentram-se ao redor da Igreja (quase sempre a católica), que é dita cínica, violenta, hipócrita, opressiva, voltada para o pecado, dominadora, e assim por diante, e que quase todos rejeitaram.

Fiquemos, cautelosamente, com as referências feitas à Igreja institucional,

seguindo a observação de Vergote: "A idealização exacerba peculiarmente as exigências feitas à comunidade religiosa (...). Supomos que esse amargor da idealização abstrata alimenta largamente a acusação feita contra 'a Igreja' ou 'a Instituição religiosa'."

As referências à religião serão juntadas às feitas à Igreja, uma vez que a Igreja foi a real matriz da religião para os entrevistados. As acusações à Igreja, irritadas e, por vezes, deslocadas do contexto, sugerem que os entrevistados a rejeitaram enquanto portadora de características paternas e ao mesmo tempo rejeitaram o Deus paterno que ela veicula. Inversamente, os entrevistados não rejeitaram as características maternas de Deus, em sua história pessoal igualmente veiculadas pela Igreja, e colocaram-nas num Deus de uma religião sem Igreja, íntima, fusional.

Há claros indícios de que o Deus que

todos, pois ciência e religião são compartimentos distintos, embora não estanques, ou áreas separáveis e até não comunicantes, ou esferas separadas; o cientista, cartesiano que é, carece de metodologia para lidar com a religião; ou, então, ciência e religião são, ambas, formas de conhecimento e, mesmo, de fé; religião diz respeito à vida global, e não interfere com a parte intelectual, onde se aloja a ciência; aliás, a ciência também é limitada, e rejeitar o que as religiões propõem, porque foge à ciência, é radicalismo científico; grande parte da biologia é incerta e o darwinismo já passou e hoje nem chega a axioma; deve-se, de resto, distinguir entre religião e Igreja.

#### História

##### (a) Compatibilidade subjetiva

Todos os entrevistados declaram o fato, ou a possibilidade, da coexistência de ciência e religião na vida do cientista; todos conhecem cientistas conceituados que são religiosos praticantes; essa compatibilidade é conseguida por ser a religião assunto de foro íntimo, de opção pessoal ou de experiência de vida, ou por apresentar a religião valores

não corresponde aos entrevistados é aquele que estabelece a lei: certo e errado, bem e mal, pecado e culpa, vingança, opressão, rigidez, autoritarismo vêm à baila quando o assunto é a Igreja e seu Deus. Esse é um deus paterno. Ao contrário, o Deus que atende à idéia e às aspirações desses entrevistados é um Deus íntimo, sem vinculação social externa, até mesmo sem limites com a Humanidade e a Natureza. Esse Deus que preenche as estruturas psicológicas de unidade é um deus materno. Muito dessa descrição coincide com as que fizeram Vergote e Tamayo das representações parentais associadas, denotativa e conotativamente, à palavra 'Deus'.

Nos estudos com pessoas que crêem convictamente, que duvidam e que não crêem, esses autores encontraram resultados estrutural e dinamicamente análogos aos da pesquisa realizada na

USP. Se os que crêem convictamente destacam, na representação de Deus, em primeiro lugar, as dimensões maternas, os que não crêem realçam as dimensões paternas de lei, autoridade e juiz, para rejeitá-las a seguir. Como os duvidantes, os que não crêem esperam um Deus interior, íntimo e disponível, que são qualificações maternas; mas um pouco diferentemente deles, não escolhem as características paternas de dinamismo, iniciativa e orientação para o futuro, mais sim as de dinamismo, iniciativa e inteligência ordenadora. Os que não crêem, portanto, parecem aceitar um Deus que tenha as qualidades maternas de acolhimento e amor incondicional e as qualidades paternas de princípio racional de ordem e força criadora. Esse Deus corresponde, por suas características maternas, ao desejo de integração e união, e por suas características paternas à exigência, por parte

compatíveis com opções de vida arreligiosa, ou por haver no mundo lugar bastante para ciência, religião e Igreja; alguns reconhecem a compatibilização na unidade da pessoa, porém atribuem a ligação religiosa ao inconsciente e a atuação científica ao consciente.

##### (b) Compatibilidade objetiva

A compatibilidade entre ciência e religião é, por vezes, negada ou posta em dúvida, pois a perspectiva histórica científica e a crença religiosa, quando aprofundadas, são inconciliáveis, ou a ciência propriamente dita só é possível com o esvaziamento do sagrado; outras vezes, a ciência é expressão fundamentalmente religiosa, ou o encaminhamento para a ciência ou para a religião depende de uma orientação a bem dizer biológica; alguns afirmam que religião e ciência são esferas delimitadas, que não se subordinam, nem se coordenam, nem se sobrepõem ou, até, diz-se que há conjunção tranqüila entre uma e outra por procederem ambas da mesma vontade de saber; o conflito não se dá entre ciência e religião ou religiosidade, mas entre ciência e Igreja, ou instituição.

da inteligência, de um dinamismo ordenado na Natureza. Essa entidade cósmica não causa dificuldade nem aos sujeitos dessas pesquisas nem a muitos dos entrevistados.

#### Sugestões de leitura:

- NEWTON, Freire-Maia, *Criação e evolução: Deus, o acaso e a necessidade*. Petrópolis, Vozes, 1986.
- FREUD, Sigmund, *Psicologia do grupo e a análise do ego*. Rio, Imago, 1976.
- HOOYKAAS, R., *A religião e o desenvolvimento da ciência moderna*. São Paulo/Brasília, Polis/UnB, 1988.
- KRISTEVA, Julia, *No princípio era o amor*. São Paulo, Brasiliense, 1987.
- RUYER, Raymond, *A Gnose de Princeton: cientistas em busca de uma reaproximação entre ciência, filosofia e religião*. São Paulo, Cultrix.

# Bósnia: Uma guerra entre irmãos

A Guerra da Bósnia já dura perto de 40 meses, destruindo uma das áreas mais belas e antigas da Europa, centro turístico e sede das Olimpíadas de Inverno, com um saldo de 200 mil mortos e mais de 2 milhões de refugiados. Para a opinião pública mundial, mas muito especialmente para os europeus, é um choque presenciar uma guerra cruel, que sequer respeita crianças, hospitais ou escolas, em plena Europa no limiar do século XXI. Como começou esse conflito, quais suas origens e, afinal, quais as paixões e os interesses envolvidos?

Até 1992, a Bósnia fazia parte da próspera e prestigiada República Socialista Federativa da Iugoslávia, um país que teria hoje cerca de 34 milhões de habitantes, com um projeto desenvolvimentista bastante avançado e um regime socioeconômico que, embora de orientação claramente marxista, baseava-se no sistema de autogestão coope-

rativada e distinguia-se claramente do socialismo burocrático soviético.

A Iugoslávia tinha, entretanto, uma terrível fraqueza: seus milhões de habitantes estavam divididos em cerca de 17 nacionalidades, agrupadas em seis repúblicas federadas e duas províncias autônomas. Tais nacionalidades, conforme os dados disponíveis em 1994, distribuíam-se da seguinte forma: Croácia, 4 milhões e 900 mil; Eslovênia, 2 milhões; Sérvia e Montenegro (juntos), 20 milhões e 800 mil; Macedônia, 2 milhões e Bósnia 4 milhões e 500 mil habitantes. Além dessa diversidade, nenhuma das regiões étnicas apresentava uma clara homogeneidade, com minorias espalhadas por todas elas (figura 1).

## Os eslavos do sul

Sérvios, bósnios, croatas... na verdade todos esses povos são membros de uma mesma grande etnia, os eslavos servo-croatas. Um grupo étnico bastante antigo, que chegou à Europa entre os séculos IV e VI d.C., vindo das planícies do sul da

Rússia, expulso por povos da Ásia central.

Esses eslavos estabeleceram-se entre o rio Danúbio e o Mar Adriático, mas as relações com seus semelhantes da Rússia foram cortadas quando os húngaros se estabeleceram junto ao Danúbio e criaram um reino com sede em Budapeste. Ao mesmo tempo, os turcos – povo asiático que migrava em massa em direção à Europa e já fortemente islamizado – constituíram um poderoso império ao sul, separando os servo-croatas de seus semelhantes do norte. Além de isolados, ficaram em meio às violentas lutas entre húngaros e turcos. Com a derrota dos húngaros, a Áustria (de etnia e fala alemã e religião católica) assumiu a liderança da luta contra os turcos muçulmanos e pouco a pouco ocupou toda a Hungria, formando, mais tarde, o Império Austro-Húngaro (figura 2).

Esse poderoso vizinho do norte expandiu-se sobre os territórios eslavos do sul que, em sua maioria, já estavam convertidos à fé cristã ortodoxa, como seus irmãos da Rússia. Os sérvios adotaram, inclusive, o alfabeto cirílico, usado pelos russos, diferente do alfabeto latino dos austríacos e demais povos europeus. A longa presença de turcos nas áreas povoadas por eslavos deixou núcleos de populações servo-croatas convertidas ao islamismo, em especial na Bósnia e na Macedônia.

A partir do século XVI, cessada a expansão turca, austríacos e húngaros associaram-se na ocupação de áreas povoadas por eslavos, como a Eslovênia, a Croácia, a Voivodina e a Bósnia. Não existia, então, nenhum estado servo-croata que pudesse evitar o avanço austro-húngaro e defender a identidade nacional dos eslavos do sul. Depois de



**Figura 1.**  
Composição étnica da Iugoslávia.

séculos de tentativas de islamização por parte dos turcos, os eslavos do sul seriam submetidos ao domínio austríaco que procuraria, agora, germanizá-los.

### 1918: O nascimento da Iugoslávia

A Iugoslávia, com o formato que durou até 27 de abril de 1992, surgiu em 1918, no bojo das transformações decorrentes da Primeira Guerra Mundial. Após teríveis anos de enfrentamento entre as potências centrais, Alemanha e Áustria-Hungria, de um lado e as potências aliadas, França, EUA, Rússia e Inglaterra, de outro, a guerra termina com a derrota completa das potências centrais. O Império Austro-Húngaro é dissolvido e os povos servo-croatas são libertados do domínio dos Habsburgos, uma dinastia católica alemã, que governava a Áustria-Hungria. É nesse momento, então, que os sérvios – que haviam sofrido duramente a guerra e surgiam como paladinos da liberdade eslava – apelam para a reunião de todos os eslavos em torno da Sérvia, constituindo assim a Iugoslávia, terra dos eslavos do sul (figura 3).

A formação do novo reino – primeiro chamado de Reino dos Sérvios, Croatas e Eslovacos e mais tarde Iugoslávia – encontra, entretanto, inúmeras dificuldades. Na política interna não era fácil reunir mais de 17 nacionalidades diferentes e situações socioeconômicas muito desiguais. Tratava-se de compor um país com duas nacionalidades bastante ocidentalizadas, como a Eslovênia e a Croácia, com outras três nitidamente mais tradicionais: o Montenegro, a Macedônia e a Sérvia. A Bósnia era um caso especial: não era bem uma nacionalidade, posto que os bósnios eram (são) servo-croatas e sua especificidade residia na religião que professavam: 43,7% dos bósnios, embora de etnia e língua servo-croata, são muçulmanos sunitas. Já os sérvios ortodoxos formam 31% da população e os croatas católicos cerca de 17%. Assim, entre católicos croatas e

ortodoxos sérvios, os muçulmanos formavam a maior das minorias e queriam ser respeitados e ter suas tradições reconhecidas.

A Eslovênia e a Croácia, rapidamente evoluem em direção a uma economia industrial moderna, com grande diversificação econômica; enquanto isso, a Bósnia e a Macedônia, como a própria Sérvia, permaneceriam vinculadas a uma economia fortemente agrária e camponesa. As duas primeiras, em virtude de sua longa permanência sob domínio Habsburgo, utilizam o alemão como segundo idioma, mantêm-se vinculadas ao catolicismo romano e usam o alfabeto latino. A linha divisória entre essas duas realidades forma uma fronteira esvanecida por entre centenas de vilas e lugares da Bósnia: é o preço de ter permanecido tantos séculos na fronteira de três civilizações: a eslavo-ortodoxa; a austro-católica e a turca-muçulmana.

Na política externa, o novo reino da Iugoslávia encontra inúmeros inimigos: húngaros e austríacos, pouco conformados com a derrota de 1918; a Itália que detesta a idéia de um grande estado confrontante no Mar Adriático, até então pensado como um “mar italiano”; os búlgaros que reclamam a Macedônia e, por fim, a Albânia que quer a província de Kosovo.

### A invasão alemã e a luta de libertação

Entre 1918 e 1941 a Iugoslávia se debate em suas dificuldades, e a situação na Croácia é particularmente grave. A população local não se conforma com o predomínio da Sérvia – a etnia mais populosa do reino – e com o sistema ditatorial instalado pelo rei Alexandre I (1888-1934), em 1928. Um terrorista croata assassina o rei, abrindo grave crise institucional. O sucessor Pedro II (1923-1970), por sua minoridade, é dependente do regente príncipe Paulo (1893-1976), que governa de modo autoritário, anulando a autonomia que as diver-

sas etnias possuíam no interior do reino. A oposição croata aumenta. Em 1941, pressões externas ameaçam a soberania nacional da Iugoslávia: a Alemanha (que englobara a Áustria) e a Itália, após a derrota da França, pareciam vencer a Segunda Guerra Mundial; a Hungria, inimiga dos eslavos, e a Bulgária aliaram-se aos alemães, impondo forte cerco aos iugoslavos. O Regente Paulo assina, então, um acordo com Hitler, tornando a Iugoslávia um satélite da Alemanha nazista.

A população reage com violência à política pró-nazista. Nas ruas de Belgrado exige-se a renúncia do governo. O príncipe Paulo é deposto e um grupo de militares nacionalistas assina um pacto de amizade com a URSS. Hitler responde com um ataque maciço contra os iugoslavos: tropas italianas, húngaras, búlgaras e 15 divisões alemães invadem o país (abril/1941). Apesar da resistência heróica do povo, o governo capitula e o rei Pedro II foge para Londres. O saldo inicial é de 334 mil iugoslavos mortos. Mas o terrível período de lutas estava apenas no início.

Em resposta à animosidade popular, os alemães decidem pela simples extinção do país dos eslavos do sul. A Eslovênia, católica e industrializada, já fortemente germanizada quando do domínio austríaco, é anexada ao Terceiro Reich; a Voivodina é entregue a Hungria; a Macedônia passa para o domínio búlgaro; Montenegro e Kosovo são apresentados à Itália e a Sérvia fica sob ocupação militar alemã. A Croácia, onde inúmeros grupos aderem aos alemães na luta contra os outros servo-croatas, é o único território autônomo mantido pelos nazistas. Como reino independente, é governado por um governo constituído pelo partido de extrema-direita *Ustacha*, liderado pelo fascista croata Ante Pavelic, com apoio de Mussolini e Hitler. O território croata é ampliado com a anexação da Bósnia, onde os guardas fascistas *ustachi*, apoiados pelas SS nazistas, colocam em

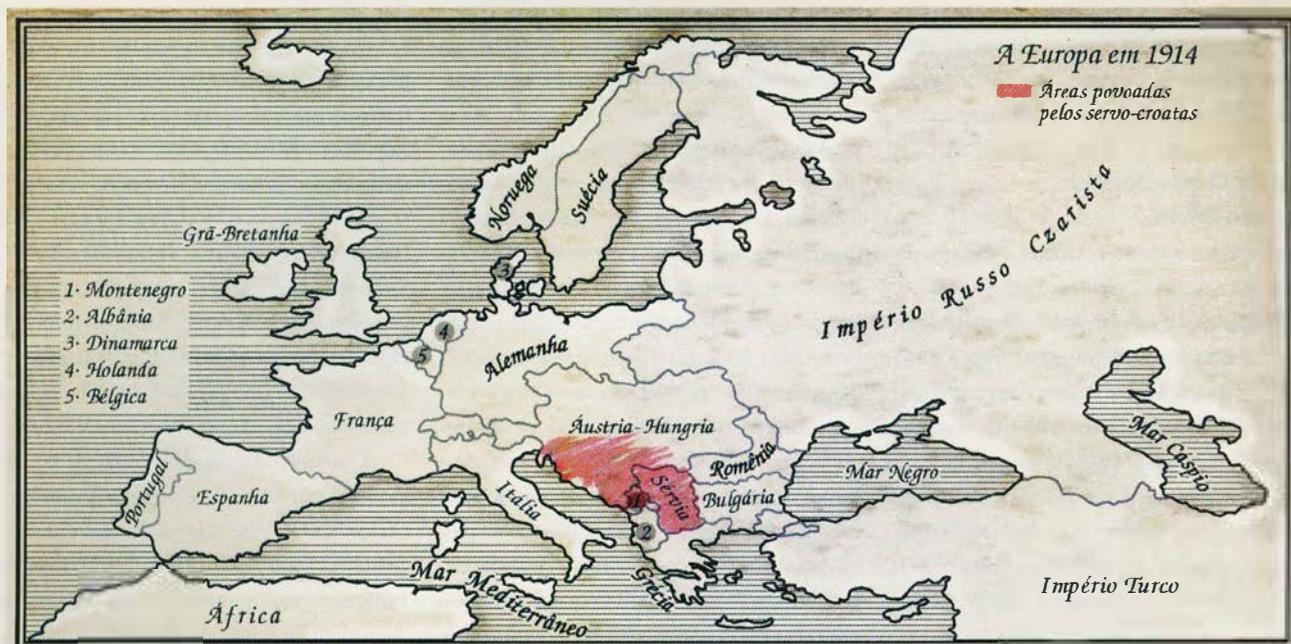


Figura 2. A Iugoslávia sob domínio austro-húngaro (até 1918).

prática um amplo programa de limpeza étnica: as igrejas sérvio-ortodoxas são queimadas, as escolas fechadas, mulheres e crianças são mortos aos milhares.

Mas os eslavos de todas as etnias reagem. Surgem poderosas guerrilhas contra os alemães e o estado fantoche governado pelo fascista Ante Pavelic. Os partidários do rei exilado em Londres reúnem-se em torno de antigos oficiais do derrotado exército iugoslavo, formando a guerrilha *chetniki*, liderada pelo general monarquista Draža Mihailovic (1893-1946). Muitos, entretanto, desconfiados da monarquia e de sua atitude frente aos nazistas, resolvem aderir à guerrilha organizada pelo Partido Comunista e cujo líder é o croata Josip Broz (1892-1980), de codinome Tito. As potências ocidentais reconhecem apenas Mihailovic como líder da resistência, apoiando seu movimento, inclusive com armas. Em pouco tempo, os *chetnikis* passam a atacar os *partisans* de Tito e mesmo a colaborar com os fascistas.

A resposta alemã à resistência é brutal: centenas de pessoas são enforcadas nos postes de Belgrado e para cada soldado

alemão morto os nazistas fuzilam 100 sérvios. Na Croácia, milhares de sérvios são confinados em campos de extermínio; cerca de 55 mil judeus são assassinados; ciganos são internados e mortos; mesquitas são destruídas e a população muçulmana internada em campos. Aos poucos a guerrilha *partisan* mostra sua força e Tito torna-se o interlocutor dos aliados para a Iugoslávia. Os alemães, para evitar a derrota, tiveram de manter mais de uma dezena de divisões no país, o que representou uma imensa colaboração iugoslava aos aliados, diminuindo o poder de Hitler. Sem ajuda externa, Tito liberta a Iugoslávia em 1944. Porém, a Segunda Guerra Mundial, ao dividir um povo irmão, deixará feridas de difícil cicatrização, prontas para sangrar novamente.

### Tito e a Iugoslávia

Tito dedica todas as suas forças à reconstrução do país. Recusa qualquer inquérito sobre o estado croata fascista, certo de que ao tocar em tais feridas poderia inviabilizar a união da Iugoslávia. A Iugoslávia adota um regime socialis-

ta, nacionaliza empresas e investimentos estrangeiros. Ao mesmo tempo organiza a população em um sistema de cooperativas autônomas e numa rede de conselhos operários que deveriam administrar a economia do país. A propriedade privada camponesa é garantida, incentivando uma agricultura altamente competitiva. Cria-se um misto de economia de mercado e economia socialista, com ênfase no sistema cooperativo de autogestão.

Politicamente a Iugoslávia é transformada em uma federação composta de seis repúblicas – Eslovênia, Croácia, Montenegro, Macedônia, Bósnia e Sérvia, além de dois territórios autônomos: Voivodina, ao norte, e Kosovo, ao sul, ambos dependentes da Sérvia. As diversas etnias ganham ampla autonomia interna, tanto em relação ao sistema educacional, uso de idiomas, religião, adoção de alfabetos diferentes (latino e cirílico), quanto aos projetos econômicos regionais.

O novo estado iugoslavo desperta de imediato a animosidade da Grã-Bretanha. Os ingleses desejam substituir Tito

pelo rei Pedro II, que ficara durante toda a guerra exilado em Londres e tornara-se um cliente dos interesses britânicos no Mar Mediterrâneo. Além disso, Tito apoiava a guerrilha comunista na Grécia que, após a derrota dos alemães, procurava estabelecer uma república socialista em Atenas. Os ingleses desembarcam na Grécia e atacam Atenas e, apoiados pelos EUA, ameaçam Tito com bombardeios. A Iugoslávia começava a viver o clima da Guerra Fria.

### **A luta contra Stálin e o não-alinhamento**

As relações com os russos não eram nada melhores: estes não desejam o enfrentamento na Grécia, temendo prejudicar o processo de bolchevização na Polônia. Porém, o mais grave é que o modelo de socialismo implantado por Tito e pela Liga dos Comunistas Iugoslavos era considerado pelos russos uma heresia. A autonomia dos comunistas iugoslavos era uma fissura insuportável no império soviético criado por Stálin, a partir de 1945, na Europa do Leste.

Em 1948, após várias intromissões russas na política interna iugoslava, Tito rompe publicamente com Stálin. A partir de então, tentará manter-se fora do conflito Ocidente/Oriente da Guerra Fria, declarando o país neutro e não-alinhado com qualquer bloco político ou militar. Aos poucos Tito reúne outros líderes mundiais, como Jawarhalal Nehru, da Índia; Gamal Abdel Nassar, do Egito e Sukarno, da Indonésia, num movimento mundial de países não-alinhados. Na conferência mundial de países não-alinhados, em Belgrado (1961), Tito assume a liderança mundial, exigindo o desarmamento militar das superpotências e maior ajuda aos países pobres do Terceiro Mundo.

Com a morte de Stálin, em 1953, o novo secretário-geral do Partido Comunista da União Soviética, Nikita Krushchev, declara justas as posições de Tito e culpa Stálin pelo conflito entre os

dois países, retomando as boas relações. A Iugoslávia, entretanto, não deixa de condenar a invasão pelos russos da Hungria (1956), da Tchecoslováquia (1968) e do Afeganistão (1979).

### **A crise do Sistema Federal Iugoslavo**

Os velhos temores iugoslavos, entretanto, não desaparecem: mesmo sendo herói nacional e desfrutando de imenso prestígio internacional, Tito não consegue aplacar as velhas rivalidades étnicas existentes no interior da federação. Mais uma vez os croatas manifestam intensamente o seu mal-estar com a predominância dos sérvios. Para evitar qualquer hegemonia de um grupo sobre outro, Tito promove uma reforma constitucional em 1971, criando um sistema de presidência coletiva rotativa, no qual, periodicamente, cada república da federação assume a direção do país. Entretanto, com a morte do velho marechal antifascista, em 1980, volta a ameaça de novos conflitos étnicos.

Entre 1981 e 1990 o país atravessa uma grave crise. No início, a presidência coletiva funciona bem mas, quando a recessão mundial atinge a economia iugoslava e atíça o mal-estar de milhares de trabalhadores, as tensões acumuladas eclodem. A Eslovênia e a Croácia, fortemente influenciadas pelas idéias do neoliberalismo e pela crise geral do socialismo de estado no Leste Europeu, exigem reformas profundas de caráter anti-socialista, com cortes no sistema educacional e de saúde. Em Kosovo os mineiros de carvão de origem albanesa se revoltam e exigem autonomia, provocando intensa reação nacionalista na Sérvia. Por todo o país, acontecem mais de 2 mil greves, envolvendo 350 mil trabalhadores.

Na presidência do país, o croata Ante Markovic implanta uma política neoliberal, com o receituário exigido pelo FMI, para garantir empréstimos estrangeiros e o pagamento do serviço da dívida

externa (US\$ 21 bilhões em 1989); o desemprego bate seu recorde, atingindo 1 milhão e 200 mil trabalhadores industriais (sobre uma força de trabalho calculada em 6 milhões e 224 mil pessoas) e a inflação chega a 490% ao ano. Todo o sistema iugoslavo, baseado nas chances iguais e na busca de uma qualidade de vida superior, vem abaixo, permitindo que o mal-estar exploda sob a forma de exigências nacionais. A Sérvia, onde a Liga Comunista é forte, acusa a política econômica do *staff* croata pela crise, enquanto croatas e eslovenos vêem o sistema socialista defendido pelos sérvios como responsável pela estagnação.

Em 1990, é convocado o XIV Congresso da Liga Comunista Iugoslava, então partido dirigente, para discutir medidas de recuperação do país. A principal decisão é a total abertura política, com o estabelecimento de liberdade partidária, de imprensa e de manifestação. O governo federal racha imediatamente, com os membros eslovenos, croatas, bósnios e kossovos formando partidos de caráter nacional. Primeiro o Kosovo se proclama independente, ainda em 1990, seguido pela Eslovênia, a Croácia (em junho de 1991) e a Bósnia (outubro de 1991). A república do Montenegro, em plebiscito popular, confirma sua união com a Sérvia.

### **A guerra fratricida**

A Sérvia, república militarmente mais poderosa da federação, assume uma política diferente para cada caso. Em Kosovo, de maioria albanesa, usa de meios militares abertos, ocupando o país. Quanto à Eslovênia e à Croácia, consciente de que não poderia negar o direito de autodeterminação dos dois povos, assegurado na Constituição de 1971, a Sérvia não admite que se separem levando consigo populações sérvias, temendo o extermínio de suas minorias. Começa então uma guerra localizada, que visa retirar dos novos países regiões limítrofes e anexá-las à Sérvia.



Figura 3. A Iugoslávia e seus vizinhos.

Em outubro de 1991, com a proclamação da independência da Macedônia ocorre o mesmo processo, mas a inexistência de uma minoria sérvia significativa naquele país e a rápida intervenção de tropas da ONU tem, até agora, evitado o agravamento da situação.

Na Bósnia o conflito é mais agudo. Croatas e sérvios atacam simultaneamente o novo estado procurando anexar as parcelas de território bósnio povoadas por suas etnias. A ONU intervém e envia ao local um contingente de “boinas-azuis” (tropas internacionais sob seu controle), ao mesmo tempo em que declara algumas cidades muçulmanas zonas de proteção. Em 1993, apresenta um plano de pacificação que previa a partilha da Bósnia em 10 zonas étnicas autônomas, garantindo a defesa das minorias. A Croácia e a Sérvia aceitam o plano, mas o governo da Bósnia o recusa, por considerar que, na prática, a partilha do país faria desaparecer o estado bósnio e seria apenas um passo para anexação de territórios pela Croácia e Sérvia.

### A irrupção do fundamentalismo

Ainda que faça parte da guerra decorrente da desintegração da Iugoslávia, o conflito

na Bósnia é diferente. Não se trata de uma disputa por territórios e populações. Os sérvios não reconhecem a existência de uma nacionalidade “bósnia”, insistindo que os bósnios são, em verdade, sérvios ou croatas, de religião muçulmana. Mesmo esses muçulmanos seriam apenas a maior das minorias locais, ao lado dos bósnios croatas e dos bósnios sérvios que, desde antes da formação da Iugoslávia, vivem espalhados por todo o território, constituindo um mosaico étnico inextricável. Para agir com maior liberdade e sem provocar uma reação direta do Ocidente, o governo sérvio de Slobodan Milosevic, apóia e arma uma pretensa república sérvia da Bósnia. A iniciativa, inicialmente apoiada pela Croácia, representa pura e simplesmente a partilha da Bósnia entre croatas e sérvios. O governo bósnio (dos muçulmanos) encontra imensa dificuldade em exercer seu poder sobre o país; na prática, controla apenas 20% de todo o território bósnio.

Entre 1991-93, a luta entre as etnias continua na Bósnia. Croatas e sérvios atacam territórios bósnios, procurando ocupar a maior área possível. Com o aguçamento da disputa entre sérvios e

croatas (e sob a intensa pressão dos EUA e da União Européia, em especial da Alemanha), a Croácia, a partir de março de 1994, muda de lado, apoiando o governo bósnio muçulmano contra os sérvios. Mas a Croácia tem uma política dúbia, pois pretende anexar os territórios bósnios habitados por croatas.

Croatas, sérvios e bósnios muçulmanos agem com extrema violência contra as populações civis dos seus inimigos: limpeza étnica generalizada, bombardeio indiscriminado de alvos civis, destruição de aldeias e vilas, estupros como forma de atemorização, tomada de reféns, etc.

A guerra não deve, entretanto, ser encarada como uma clássica questão ‘religiosa’ ou ‘nacional’. As fronteiras étnicas e religiosas são, muitas vezes, entrecortadas por fronteiras mentais e psicológicas. O caráter nacional da Bósnia é, a partir do entendimento clássico sobre nacionalismo, altamente discutível. Por outro lado, a sensação de insegurança da Sérvia e dos sérvios fora da Sérvia aproxima-se muito do espírito de insegurança dos colonos judeus nos territórios palestinos ou dos armênios do Azerbaijão. Um passado recente, pouco discutido e congelado no esquecimento pelo sistema oficial iugoslavo, aflora agora sem uma sustentação filosófica. Não se trata de um fenômeno exclusivamente ‘iugoslavo’: os franceses quase não discutiram a colaboração com o nazismo ou a participação no Holocausto, enquanto muitos alemães e italianos queriam mais esquecer o passado do que entendê-lo. Assim, as novas gerações croatas, sérvias e bósnias deparam-se com uma memória construída pelo imaginário particular, regionalizado e instrumentalizado. É neste ambiente que os ódios afloram com maior força.

Trata-se de um fenômeno particularmente desconcertante da história do presente: o fundamentalismo. Os projetos, concebidos como vitais, de cada grupo em questão são considerados de

# Mudar os cursos de engenharia

*A meta é formar engenheiros competentes e criativos*

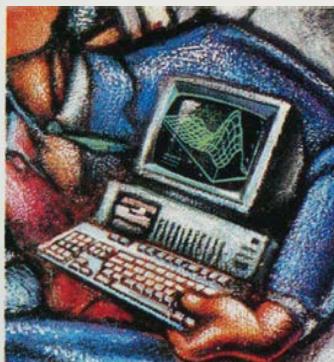
forma absoluta e sem necessidade de qualquer explicação. O recurso à violência é, assim, o único instrumento para realizar essa vontade peremptória que encontra no passado, construído enquanto imaginário de grupo, todas as razões necessárias. Em vez do diálogo, a força; no lugar da discussão, mesmo apaixonada, só o silêncio; o outro é tomado como alvo e a existência do 'eu' se enreda na destruição do diferente. O fundamentalismo, e aqui trata-se apenas de uma de suas manifestações, é uma característica básica da vida política no final deste século e marca o dilema entre o ser igual e o elogio à diferença, entendida como obstáculo à realização do 'eu' coletivo.

A atuação mediadora de países e organismos internacionais tem se marcado por uma reafirmação do particular, no caso do 'étnico' e do religioso, em detrimento do igual, do geral e do laico. Os planos de paz patrocinados pela União Européia ou pela ONU reafirmam a cantonização (transformar a Bósnia em um conjunto de cantões étnicos autônomos), contribuindo para que as discussões mantenham-se no atoleiro de 'quanto território para tantas etnias'. A idéia generosa de uma cidadania independente de uma nacionalidade é descartada, abrindo-se caminho para uma miríades de estados-étnicos impotentes e fracos. A violência tornou-se uma rotina cruel e inumana em plena Europa e no limiar do século XXI.

O ensino de engenharia no Brasil é hoje praticamente o mesmo dos anos 60. De lá para cá, o Japão já promoveu quatro reformas em suas escolas de engenharia. Conclusão óbvia: estamos perigosamente atrasados num elo essencial do processo de desenvolvimento científico e tecnológico. A área, sem dúvida, é estratégica. Apesar da inegável liderança científica dos EUA, o Japão tem alcançado maior sucesso relativo no desenvolvimento de tecnologias de base científica, graças especialmente ao talento de seus engenheiros. Com incrível rapidez, eles convertem em inovações o conhecimento científico gerado em vários países e lançam novos bens e serviços para atender às mais variadas demandas do mercado mundial.

Nos países altamente industrializados, mais de 70% da força de trabalho convergiu para o setor terciário (serviços), cada vez mais técnico, de 20 a 30% permanece no secundário (indústria), restando menos de 5% em atividades agrícolas, cada vez mais intensivas em tecnologias que exigem mão-de-obra mais qualificada.

Esse é o pano de fundo do ambicioso plano de reformulação dos cursos de engenharia em todo o Brasil proposto pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), empresa pública subordinada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Trata-se de um esforço para tornar o país apto a enfrentar um mundo crescentemente competitivo, no qual a capacidade de lançar idéias novas e



resolver problemas práticos torna-se a maior fonte de riquezas. A iniciativa faz parte do Programa de Desenvolvimento das Engenharias (Prodenge), viabilizado por recursos do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(FNDCT), sob administração da Finep.

O FNDCT viveu sua época de maior esplendor em 1978, quando contou com nada menos de US\$ 169 milhões (valor da época) para apoio institucional às atividades de pesquisa. Em 1991, após quedas vertiginosas, chegou a humilhantes US\$ 19 milhões (valor da época). Agora, ensaia uma recuperação com a quantia de US\$ 96 milhões, vinda do pacote de US\$ 320 milhões, negociado este ano e formado pelo empréstimo de US\$ 160 milhões do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), além da contrapartida brasileira no mesmo valor. Metade desses US\$ 96 milhões destina-se a financiar o Prodenge. (A outra metade destina-se às áreas de física, química, biociências e ciências sociais.)

Pela primeira vez, a Finep contempla cursos de graduação. Participam da operação o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (Capes) e a Secretaria de Ensino Superior (SESU) do Ministério da Educação, além de fundações estaduais de apoio à pesquisa, organizações não-governamentais, como a Federação das Associações Brasileiras de Engenharia (Febrae), Associação Brasileira de Ensino de En-

**Francisco Carlos Teixeira da Silva**

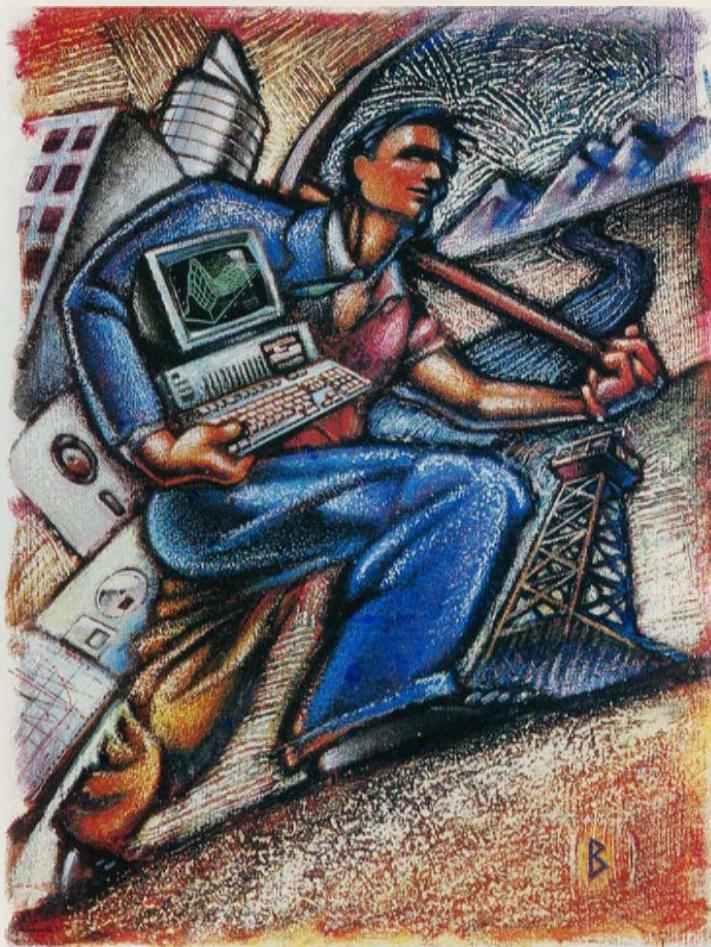
*Programa de Estudos do Tempo Presente,  
Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ.*

genharia (Apenge), Academia Nacional de Engenharia e empresas privadas.

A idéia é modernizar os currículos dos cursos de engenharia e, através da prática, aumentar a motivação e o embasamento científico dos estudantes. Entre os alunos que abandonam a engenharia, grande parte o faz nos dois primeiros anos por não terem sido devidamente motivados para a carreira.

O Brasil tem relativamente poucos engenheiros. Enquanto nos países do Primeiro Mundo, dentre a população economicamente ativa 15 a 20 mil profissionais são engenheiros, no Brasil essa proporção é de apenas 5 mil, uma quantidade insuficiente para sustentar o processo de desenvolvimento e dar mais competitividade à economia brasileira. Só 10% dos universitários cursam engenharia. Nos EUA, essa porcentagem supera os 25%. Como se isso não bastasse, temos forte concentração de alunos nos cursos de engenharia civil: 45%. Nos EUA, este índice é de apenas 14%. A engenharia civil é a de menor participação no processo de desenvolvimento tecnológico.

Os dados são do relatório da Finep, preparado pelo professor Waldimir Piçró e Longo, assessor especial da presidência do órgão, em defesa do Prodenge. Segundo esse documento, a Resolução 48/76 do Conselho Federal de Educação, que regulamenta a profissão de engenheiro, já não atende às necessidades atuais e sua revisão apenas começou. Duas mudanças estão previstas para futuro próximo: maior flexibilidade das escolas de engenharia, que devem modernizar seus currículos, e implantação



de metodologias de avaliação de cursos de graduação.

O número de pós-graduandos em engenharias destaca-se em comparação com outras áreas mas, no confronto com o dos países desenvolvidos, ainda é muito reduzido. No Brasil, dos 1.435 doutores que obtiveram seus títulos em 1991, 173 eram engenheiros. Os EUA tinham 4.536 engenheiros do total de 34.319 doutores titulados em 1989. A relação professor/aluno nos cursos de engenharia no Brasil é inferior à média de todas as áreas de conhecimento, diz o estudo da Finep. A preferência dos estudantes de pós-graduação é pela engenharia elétrica (25%), seguida da mecânica (16%), engenharia de produção (15%) e civil (13%). Além disso, há substanciais diferenças de qualidade, tanto entre as especialidades como entre

as escolas de engenharia.

Para aproveitar mais intensamente as potencialidades e competências existentes e melhorar as condições de competitividade econômica do país, o Prodenge deve atuar em duas linhas básicas e complementares: a reengenharia do ensino de engenharia (Reenge) e a realização de pesquisas cooperativas (Recope), integrando universidades, institutos de pesquisa e empresas em projetos conjuntos de pesquisa, desenvolvimento e engenharia. Na primeira etapa, vão para a Reenge cerca de US\$ 3 milhões e para a Recope, US\$ 45 milhões.

O alcance e a complexidade do programa exigem que sua concepção final seja resultado da mobilização e das contribuições da comunidade acadêmica, dos engenheiros

dos centros de pesquisa tecnológica, bem como das lideranças empresariais. O Prodenge apoiará as universidades nas áreas das engenharias e ciências de suporte (física, química, informática etc.), estimulando diferentes experiências de ensino baseadas em atividades de pesquisa e desenvolvimento, bem como a interação com os setores de produção. A meta é formar engenheiros competentes e criativos. Também receberão apoio projetos institucionais orientados para fomentar nova cultura de educação tecnológica nas universidades, promovendo a integração entre graduação e pós-graduação, disciplinas básicas e profissionais, ensino e pesquisa, e entre a perspectiva acadêmica e a da produção.

Para promover a capacitação tecnológica de empresas e complexos setoriais e dar auxílio integrado à pesquisa e

ao intercâmbio institucional nos níveis regional, nacional e internacional, o Prodenge será apoiado por várias agências. Além de bolsas para viabilizar estágios de docentes, estudantes e pesquisadores nas empresas, haverá um programa de reciclagem de engenheiros dos setores de produção, concessão de bolsas de iniciação tecnológica e para especialistas visitantes, bem como financiamento de projetos de engenharia que envolvam alunos de graduação e pós-graduação, utilizando bolsas do Programa de Recursos Humanos para Áreas Estratégicas (RHAE) do CNPq.

O objetivo maior é familiarizar os estudantes com práticas profissionais de maior eficácia e soluções inovadoras para problemas tecnológicos. As instituições participantes devem divulgar suas experiências e formar consórcios para desenvolver cursos novos ou modificados, fundados na interdisciplinaridade e em trabalhos em equipe. As experiências de aprendizado em empresas, estimuladas pelo Prodenge, também podem ser altamente benéficas para os estudantes, abrindo novas oportunidades de trabalho e reduzindo o tempo de capacitação para atividades produtivas. Os estudantes se acostumam às questões tecnológicas e industriais e ao tratamento sistêmico de problemas reais.

Para participar do Reenge é necessário haver um compromisso institucional e individual das equipes com o desenvolvimento de atividades interdisciplinares, com a formação de parcerias para trabalhos cooperativos, envolvendo estudantes de graduação e pós-graduação, docentes e pesquisadores e engenheiros.

Exige-se ainda: engajamento em projetos de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, como parte do processo educativo, inclusive projetos de fim de curso; diálogo com os setores de produção para o desenvolvimento de atividades conjuntas, inclusive avaliação e planejamento do ensino de engenharia; e alocação de recursos de contrapartida

local e do Ministério da Educação para viabilizar a modernização da infra-estrutura de ensino e pesquisa, bem como a construção e adaptação de instalações.

O apoio institucional das universidades às mudanças requeridas, inclusive quanto ao sistema de reconhecimento formal dos participantes para efeitos de progressão funcional é fundamental, bem como o compromisso com a melhoria da qualidade do ensino e da formação profissional para atender às necessidades de desenvolvimento do país. Por outro lado, é necessário também divulgar os resultados das experiências, através de eventos como cursos de férias para receber estudantes e docentes de outras instituições, atividades cooperativas, formação de consórcios etc. Finalmente, as atividades previstas devem ser acompanhadas e avaliadas, para o aperfeiçoamento do programa, cuja continuidade será assegurada com a busca de meios e parceiros.

Instituições ou membros das equipes de projetos já beneficiados por outros programas do MCT ou da Finep podem participar do programa. O apoio financeiro do Prodenge será dimensionado pela Finep e pelas outras agências envolvidas.

É importante salientar que as universidades participantes do Reenge devem atuar junto às escolas de 2º grau da região com o objetivo de despertar vocações para as atividades de pesquisa em C&T e, em especial, nas áreas de engenharia.

A pesquisa cooperativa é hoje um dos principais instrumentos de desenvolvimento e difusão de tecnologias nos países desenvolvidos, que têm testado esquemas para reduzir os custos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia e potencializar a capacitação tecnológica.

No MCT como na Finep, os instrumentos de incentivos fiscais, de crédito e de apoio à capacitação tecnológica podem ser acionados para financiar em-

presas envolvidas em projetos de pesquisa cooperativa com universidades, institutos e centros. A Finep considera-se preparada para prestar assistência técnico-jurídica à formalização de contratos e à criação de parcerias voltadas para projetos de pesquisa cooperativa. A idéia é montar redes flexíveis, ágeis e duradouras de instituições dispostas a trabalhar em conjunto temas relevantes para manutenção ou criação de competência.

A Recope pretende apoiar projetos de difusão e capacitação em tecnologias atuais, sobretudo as de larga aplicação potencial já praticadas com sucesso no país, e aquelas em que a capacitação deva ser reforçada ou criada. Através de consultas às comunidades científica, tecnológica, ao governo e aos empresários, com atenção para os temas prioritários no caso brasileiro, a Finep buscou informações sobre áreas onde o Brasil já tem competitividade comprovada, e sobre as que são consideradas essenciais para o desenvolvimento futuro, previstas ou já em curso no exterior para orientar a definição de temas a serem sugeridos pelo programa.

A seleção dos participantes é feita, numa primeira fase, através da publicação de editais, especificando os objetivos, os critérios de escolha e os custos assumidos pelas agências envolvidas. As instituições de ensino terão liberdade para apresentar suas propostas que serão avaliadas por especialistas da própria comunidade científica. Na segunda fase, os projetos selecionados deverão ser detalhados, incluindo custos, compromissos formais de parcerias e recursos de contrapartida.

**José Monserrat Filho**

Ciência Hoje/RJ

# Peixes antipoluição

*Carpas poderão substituir sulfato de cobre no controle de algas no lago Paranoá, em Brasília*

Produtos químicos poderão dar lugar a peixes na difícil tarefa de tornar o lago Paranoá, em Brasília, menos poluído. Carpas prateadas estéreis vão substituir o sulfato de cobre, um metal pesado que há mais de 10 anos vem sendo lançado no lago para impedir a proliferação descontrolada da alga *Microcystis aeruginosa*. As carpas estão sendo estudadas por uma equipe da Companhia de Águas e Esgotos de Brasília (Caesb) e, se tudo der certo, será a primeira experiência desse tipo de biomanipulação numa região tropical.

A biomanipulação é uma técnica que aproveita a capacidade que os peixes têm de interferir na qualidade da água. “Se retiramos ou introduzimos determinadas espécies de peixes, temos condições de melhorar essa qualidade”, explica o biólogo Fernando Starling, responsável pelo projeto. No caso específico do lago Paranoá, pretende-se reduzir a população de tilápias (*Tilapia rendalli*), responsáveis pelo aumento da quantidade de fósforo disponível na água, e introduzir carpas prateadas (*Hypophthalmichthys molitrix*), que se alimentam de algas.

Aparentemente simples, a idéia já consumiu seis anos de pesquisa e só deverá ser colocada em prática no final

de 1996, se os resultados das experiências forem positivos. Tantos estudos tentam evitar a repetição de um desastre ambiental ocorrido em 1978, quando a superpopulação de algas alcançou seu auge. Na região sul do Paranoá, parte mais poluída do lago, as algas formaram uma crosta que cobriu o espelho d'água, impedindo a passagem da luz e a entrada de oxigênio. As consequências mais visíveis foram a morte de milhares de peixes e um mau cheiro que contaminou Brasília por alguns dias.

A partir daí, a Caesb passou a despejar toneladas de sulfato de cobre no lago, sempre que a quantidade de algas chegava a um nível crítico. Só em 1992 foram aplicadas 10,2 toneladas do produto. Essas quantidades só foram reduzidas graças a um programa de despoluição que vem controlando a entrada de novos poluentes no lago. No ano passado, menos de duas toneladas foram necessárias para o controle das algas.

Embora a redução nos níveis de sulfato mostre resultados positivos, isso não significa que o uso do produto possa ser abandonado sem que se adote alguma medida adicional. Isso porque o principal fator que determina a proliferação das algas é a presença de fósforo na água. Apesar de todo o programa



**Vista parcial do lago Paranoá, onde áreas foram isoladas com lonas de plástico para permitir a observação da influência de populações de espécies de peixes na concentração de algas e fósforo.**

de despoluição do lago, a concentração de fósforo, embora não tenha aumentado, estabilizou em um nível que ainda favorece essa proliferação.

Quando o programa de despoluição do lago Paranoá começou, há pouco mais de dois anos, esperava-se que os níveis de fósforo caíssem no mesmo ritmo que o de substâncias como o nitrogênio, cuja concentração média foi reduzida de 4,5 miligramas/litro para 2 miligramas/litro (ver ‘Os passos da despoluição’). Como a água do lago Paranoá leva em torno de 300 dias para se renovar completamente, o período de execução do programa já deveria ter surtido efeito.

Os resultados, porém, mostram que os níveis de fósforo não se alteraram muito, mantendo uma média de 50 microgramas por litro, quando o desejável seria uma concentração de 25 micro-

gramas por litro. Já que a entrada de esgotos não poderia mais ser responsabilizada pela manutenção dos mesmos níveis dessa concentração, os pesquisadores buscaram nas próprias condições biológicas internas do lago as razões para o fenômeno. A observação das tilápias, encontradas em abundância no Paranoá, indicou que elas contribuem para manter os altos níveis de fósforo.

O paladar pouco exigente das tilápias explica a origem do problema que causam. Elas são onívoras, isto é, comem quase tudo, desde aguapés, fitoplâncton (basicamente algas), zooplâncton e larvas de insetos até a matéria orgânica encontrada nos sedimentos depositados no fundo do lago.

Ao se alimentar de todos esses recursos, as tilápias absorvem fósforo das mais diversas fontes, excretando-o na forma de ortofosfato ou

fósforo solúvel, de que as algas se nutrem. “Ao liberar o fósforo solúvel, as tilápias aceleram seu ciclo natural, tornando-o disponível para as algas, que se multiplicam com muito mais facilidade”, explica Fernando Starling. Ao invés de entrar num processo natural de imobilização, quando sedimentado no fundo do

lago, o fósforo é novamente lançado pelas tilápias no ciclo biológico.

Já as carpas se alimentam exclusivamente de fitoplâncton e zooplâncton. Como serão bem menos populosas que as tilápias, liberarão uma quantidade menor de fósforo solúvel. Testes em áreas isoladas do lago mostraram que

a redução da quantidade de tilápias e a introdução de carpas tornam a qualidade da água melhor em vários aspectos: transparência, redução dos níveis de amônia e fósforo e diminuição da população de algas.

Espera-se que a conjugação de duas estratégias – a remoção de tilápias pela libe-

ração da pesca e a introdução controlada de carpas (ver ‘Pesca como solução’) – possa diminuir a população de algas e eliminar o uso do sulfato de cobre. Os testes finais para comprovar a eficácia dessas técnicas deverão estar concluídos até o final do ano. Starling espera finalizar a análise dos resultados da expe-

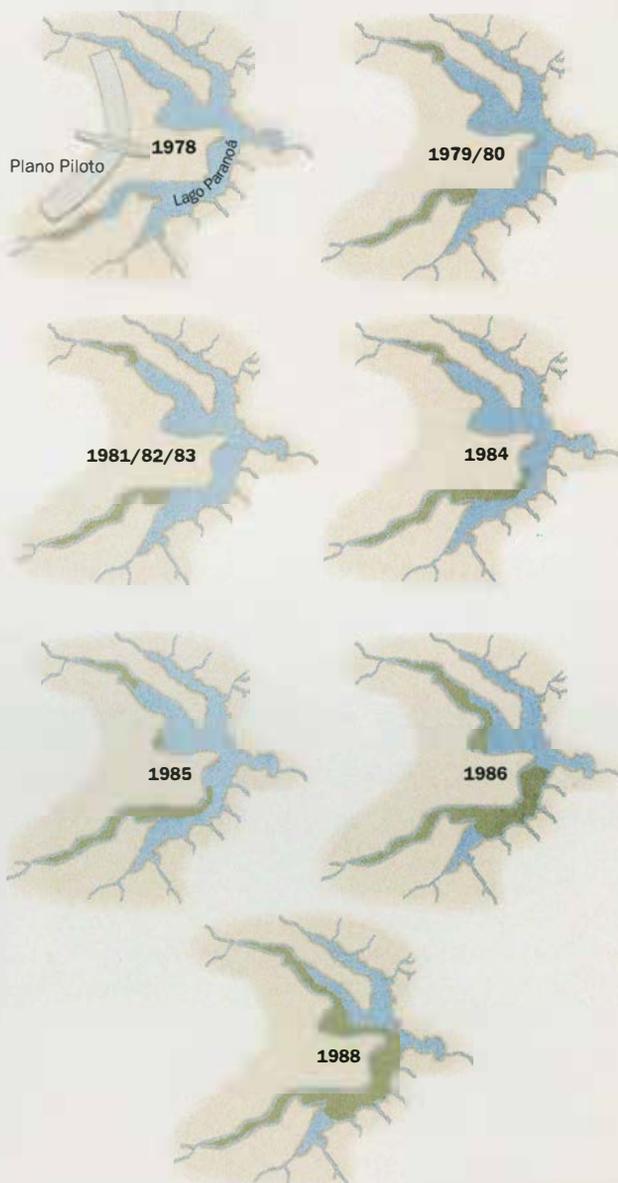
### Os passos da despoluição

A biomanipulação começou a ser empregada como técnica complementar no processo de despoluição do lago Paranoá em janeiro de 1993, com a inauguração das obras de ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos Sul. Um ano depois, com o funcionamento das novas instalações da Estação de Esgotos Norte, o lago já dava os primeiros sinais de recuperação. O acompanhamento da qualidade da água mostrou uma rápida reação ao tratamento terciário que o esgoto vem recebendo antes de ser despejado no lago.

O nível de oxigênio na água melhorou significativamente com o programa de despoluição: o índice observado em 1992, de 5,3 miligramas por litro a um metro de profundidade, pulou para 7,6 miligramas em 1994. A concentração de nitrogênio, que em altos teores indica poluição, caiu de 4,5 miligramas/litro para 2 miligramas/litro.

Além disso, o tratamento biológico dos esgotos eliminou 99% das bactérias que entravam no lago, reduzindo significativamente o número de coliformes fecais. “Em alguns pontos, chega a zero”, afirma a bióloga Cristine Cavalcanti, da Caesb. Hoje, segundo a Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, 80% das águas do Paranoá são próprias para banho, contra os 50% registrados antes do início do funcionamento do programa de despoluição.

Criado em 1959 com 40 quilômetros quadrados de área, o Paranoá foi planejado para receber esgotos de uma população que deveria ter crescido num ritmo bem mais lento. Atualmente, a bacia do lago tem cerca de 500 mil habitantes, enquanto as duas estações de tratamento – a Sul, inaugurada em 1960, e a Norte, em 1969 – tinham, juntas, capacidade para tratar 780 litros de esgotos por segundo, suficientes para atender uma população de cerca de 225 mil habitantes. Depois de ampliadas, as estações podem tratar até 2.420 litros por segundo, o equivalente a 698 mil habitantes.



As áreas destacadas em verde na seqüência de mapas indicam a evolução da ocorrência da alga *M. aeruginosa* no lago Paranoá, de 1978 a 1988.

## Pesca como solução

A remoção de tilápias, uma das vertentes da biomanipulação planejada para o lago Paranoá, poderá também resolver um problema de ordem social. Embora a pesca com tarrafa no Paranoá seja proibida, há anos pescadores clandestinos vivem dos peixes que conseguem tirar do lago para vendê-los em feiras livres do Distrito Federal. Se a biomanipulação for mesmo implementada, a pesca poderá ser autorizada, desde que as análises provem que os peixes não estão contaminados.

Durante anos, a introdução de peixes no Paranoá ocorreu sem qualquer critério científico e acompanhamento posterior. A falta de dados sobre quantos e quais as espécies de peixes foram colocadas e qual a população existente hoje torna o estudo necessário para que sejam elaboradas formas adequadas de manejo. Ainda este semestre, técnicos da Caesb, Instituto de Saúde do Distrito Federal, Universidade de Brasília e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) começam a coletar peixes para análise.

Os resultados dos testes deverão ser concluídos até o final do próximo ano. "A pesca poderá reduzir a poluição e

fornecer proteína para a população de baixa renda", prevê Fernando Starling. O biólogo Mauro Lambert Ribeiro, do IBGE, avalia que não há motivos para temer ameaças à preservação da fauna, pois as espécies encontradas no lago são quase todas exóticas. Na sua opinião, permitir a pesca poderá ajudar a corrigir uma injustiça para com os pescadores. Durante anos eles foram alvo de perseguição, em alguns casos violenta. "Sempre é mais fácil atacar o pescador profissional e acusá-lo de responsável pela redução da fauna do que atacar as causas da extinção de espécies, que está fundamentalmente ligada à degradação ambiental", afirma Ribeiro.

A autorização para a pesca da tilápia deverá ser acompanhada de uma campanha de educação ambiental para evitar a pesca da carpa, cujo sabor favorece os planos da Caesb. Segundo Fernando Starling, embora comestível, a carpa não é saborosa. Os amadores, que costumam usar anzol, também terão dificuldade para pescá-la, já que o modo de alimentação da carpa funciona quase como um filtro: ela engole água e a libera depois de reter os nutrientes de que necessita.

riência até meados de 1996, para que a biomanipulação possa ser efetivamente empregada no Paranoá.

A idéia é lançar cerca de 1.000 peixes por hectare. Numa primeira etapa, calcula-

se que nas áreas mais poluídas serão lançados 500 mil. O biólogo não teme o risco de uma superpopulação: com vida média de 10 anos, as carpas não se reproduzem em condições naturais, de-

mandando que sejam feitos repovoamentos periódicos.

A biomanipulação é bem mais barata do que o controle químico das algas: 1.000 alevinos de carpas custam apenas R\$ 40,00 e, se houver ne-

cessidade, a Caesb poderá fazer criadouros para garantir peixes para o repovoamento.

**Margareth Marmorì**

Ciência Hoje/Brasília.

## Antídoto para veneno de lagarta

*Butantan produz soro contra peçonha de taturanas do gênero Lonomia*

O Instituto Butantan, de São Paulo, desenvolveu um soro específico contra o veneno da lagarta do gênero *Lonomia*, ao qual estão associados quatro óbitos e 252 casos de internamentos ocorridos nos últimos cinco anos no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A incapacidade do or-

ganismo de regular a proteína que coagula o sangue é o principal efeito do veneno dessa lagarta, informa a médica Fan Hui Wen, do Hospital Vital Brazil, onde o primeiro paciente de São Paulo vítima da *Lonomia* recebeu o soro do Butantan.

Esse soro está sendo tam-



**Exemplar de *Lonomia*: as manchas brancas em forma de ferradura são características do gênero.**

bém adotado pelo médico Alaor Duarte, do Hospital São Vicente de Paulo, em Passo Fundo (RS). Ele é o chefe de

uma equipe que desde 1989 vem acompanhando a evolução clínica dos acidentes com *Lonomia* no sul do país,

principalmente nos municípios de Passo Fundo e Chapecó (SC), onde se concentram quase todos os casos. Desde novembro do ano passado, Duarte já ministrou o soro em cerca de 60 pacientes.

Apesar dos resultados positivos observados até o momento, os médicos do Vital Brazil estão cautelosos. “Temos muito pouco para concluir alguma coisa”, afirma Fan Wen. O médico gaúcho também é reticente: “Estamos em fase de experimentação e por enquanto ninguém pode falar em resultados conclusivos”. Segundo Duarte, primeiro é preciso determinar em que pacientes será aplicado o soro e qual deve ser a dosagem exata, pois o medicamento, como qualquer outro, envolve riscos e efeitos colaterais.

No Rio Grande do Sul, o antídoto foi usado inicialmente em todos os pacientes em processo de anticoagulação, para saber se o soro é capaz de normalizar mais facilmente a circulação do sangue. Duarte ressalta que esse fator é importante sobretudo nos casos mais graves, nos quais é necessário conter hemorragias através de intervenções cirúrgicas.

A pesquisadora Eva Maria Kelen, do Laboratório de Fisiopatologia do Butantan, uma das responsáveis pelos estudos hematológicos dos pacientes afetados pelo veneno da *Lonomia*, se diz otimista em relação aos ensaios que visam separar as frações do veneno. Segundo ela, os acidentes com *Lonomia* cau-

sam, entre outros efeitos, em torno de 33% de cefaléia.

O médico gaúcho acredita que essa manifestação esteja relacionada à ansiedade e ao risco de vida que acomete as vítimas. Mas ele não descarta a possibilidade de existir alguma relação da toxina do veneno com essas manifestações. “Ainda não está totalmente esclarecido o mecanismo pelo qual a toxina da lagarta leva à síndrome hemorrágica”, reconhece Duarte. As respostas a estas e outras dúvidas, a seu ver, só serão conhecidas com novos estudos experimentais sobre a substância ativa do veneno.

Embora ressalve que o uso do soro é ainda experimental, a pesquisadora do Butantan avalia que os dados obtidos indicam efeitos benéficos quanto à regulação da proteína coaguladora do sangue. Sob a ação do veneno da lagarta, esta proteína é removida ou se mantém em níveis baixos na circulação. De fato, constatou-se que os níveis hemostáticos necessários para a coagulação do sangue se recompuseram em todos os pacientes que receberam o soro. “Mesmo assim, é necessário um número maior de casos para se ter certeza sobre os resultados”, ressalva a pesquisadora.

As análises específicas para a produção do soro no Butantan foram realizadas pelo Laboratório de Imunoquímica, onde a pesquisadora Ana Cláudia Campos conseguiu dosar a enzima fosfolipase A-2, substância que está presente em quase todos os ve-



Colônia de *Lonomia obliqua*, com no mínimo 50 indivíduos.

### O primeiro paciente

Um dia depois de ter sido vítima de um acidente com lagartas do gênero *Lonomia*, o lavrador José Pereira, do município de Cotia, na Grande São Paulo, sentia dores por todo corpo, apresentava grande quantidade de sangue na urina, equimoses no dorso da mão e um hematoma no abdômen. Atendido no Hospital Vital Brazil, o lavrador foi o primeiro paciente em São Paulo a receber o soro produzido pelo Butantan contra o veneno de *Lonomia*.

Quatro dias mais tarde, após receber cinco doses de 10 mililitros do soro, ele recebeu alta. Segundo os médicos do Vital Brazil, já era evidente a melhora no exame de sangue, que mostrava tendência a normalizar a coagulação. Uma semana depois da alta, Pereira apresentava apenas algumas equimoses residuais. “O paciente evoluiu bem, conseguindo reverter a alteração de coagulação sangüínea”, avaliou a médica Fan Hui Wen, há seis anos no Vital Brazil.

O lavrador teve contato com as lagartas ao tocar um galho de árvore com a mão, em sua propriedade no município de Cotia. Ele chegou ao Butantan por um caminho curioso. Um dia depois do acidente, viu na televisão reportagem sobre o caso de uma vítima de *Lonomia* com sintomas semelhantes aos seus. Assustado, José Pereira decidiu procurar orientação médica.

Até maio deste ano, foram atendidos no Vital Brazil quatro pacientes acidentados com *Lonomia* e tudo indica que essa frequência aumente na medida em que os casos tratados se tornem conhecidos. A médica Fan Wen lembra que o soro está em fase de testes e que o Instituto Butantan ainda não o colocou em disponibilidade comercial.

## A história da *Lonomia*

Desde o início deste século, há registros de taturanas do gênero *Lonomia* no sul do país. Embora as síndromes hemorrágicas desencadeadas pelo contato com esses animais sejam observadas no Brasil há algumas décadas, só a partir de 1983 elas começaram a ser estudadas em casos de acidentes com seringueiros no Amapá e ilha de Marajó. Mas a lagarta tomou-se nacionalmente conhecida depois de 1989, ano em que ocorreu um grande número de acidentes no sul do país.

O entomólogo Roberto Henrique Pinto Morais, do Butantan, foi um dos primeiros pesquisadores a estudar esse gênero de lagarta no sul do país, onde ocorre a espécie *Lonomia obliqua*. Ele atribui os acidentes aos desequilíbrios ecológicos provocados pela devastação das florestas primárias.

Como as mariposas gostam de lugares úmidos e sombrios, alojam-se nas árvores que sobram próximo das residências, principalmente as frutíferas. Os mesmos desequilíbrios naturais, segundo o pesquisador, estão destruindo os parasitas conhecidos da lagarta: uma vespa da família *Ichneumonidae* e uma mosca da família *Tachinidae*.

Na fase adulta, o inseto é uma mariposa. A fêmea apresenta coloração cinza-escuro, enquanto o macho é amarelo-alaranjado. Ambos têm uma listra transversal sobre as asas. Após o acasalamento, as mariposas fazem a ovoposição nas folhas e troncos de árvores. A eclosão se dá 10 dias depois e as lagartas atingem até sete centímetros. As lagartas são gregárias: agrupam-se durante o dia nos troncos de árvores e à noite saem para se alimentar.

### Vespa da família *Ichneumonidae*, um dos parasitas conhecidos da lagarta.

ganismo de cavalos e coelhos para o desenvolvimento de anticorpos.

O médico Alaor Duarte recomenda que os pacientes acidentados com *Lonomia* façam repouso absoluto para evitar traumas que possam levar a sangramentos. Ele diz que os acidentes podem ser divididos em três graus de intensidade: leves, em que houve contágio, mas sem a manifestação de sintomas clí-

nicos; moderados, em que aparecem as hemorragias pequenas e equimoses, sem alterações hemodinâmicas; e os casos graves, que causam as hemorragias digestivas, gástricas, pulmonares e até do sistema nervoso central.

Os óbitos acontecem em consequência de complicações graves na circulação sanguínea, como hemorragias cerebrais e pulmonares. O processo de alteração na coagulação é semelhante ao dos venenos de algumas cobras. O distúrbio provoca eliminação do sangue junto com fe-

zes e urina e ainda alterações do ciclo menstrual. Além de dores e desconforto generalizado, sintomas que se manifestam de uma a 12 horas depois do contato, é provável o aparecimento de manchas escuras (cor de vinho) no local atingido e em outras partes do corpo. Dependendo da gravidade do acidente, pode ocorrer sangramento no nariz, gengivas, urina e até em pequenos ferimentos.

### Itamar Cavalcante

*Ciência Hoje/São Paulo.*



nenos de animais. A partir daí, foi possível chegar à dosagem necessária para a produção do anti-soro – que é a substância neutralizadora do veneno –, utilizando-se o or-

## Líquens inibem tumores

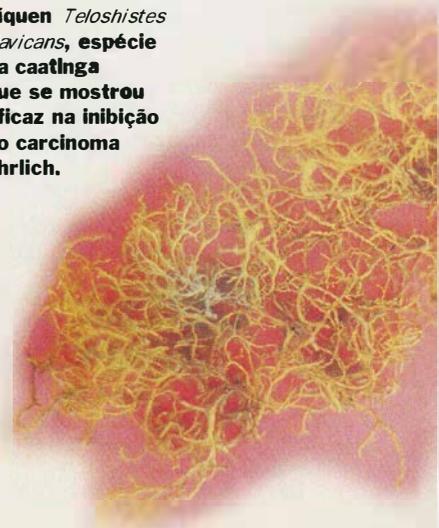
*Quimioterapia à base dessas substâncias pode inibir o crescimento de células cancerígenas*

Pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) investigam um método alternativo para a oncologia que não inclui drogas

sintéticas, intervenções cirúrgicas ou radiações nucleares. O trabalho, pioneiro no país, consiste em inibir o crescimento de tumores e a prolifera-

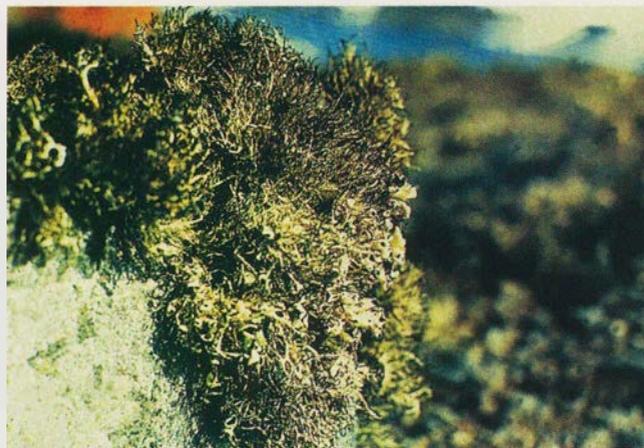
ção de células cancerígenas a partir da aplicação de extratos de líquens, plantas resultantes da simbiose de alga com fungo.

**Líquen *Teloshistes flavicans*, espécie da caatinga que se mostrou eficaz na inibição do carcinoma Ehrlich.**





**A espécie *Cladonia verticillaris* confirmou a influência sazonal na produção e teor das substâncias liquênicas.**



**A espécie *Usnea fasciata*, originária da Antártica, que vem sendo investigada pelos pesquisadores da UFPE.**

“Desenvolvemos uma alternativa quimioterápica natural, capaz de reduzir os efeitos colaterais e aumentar a eficácia contra o câncer”, afirma a biomédica Rosália Lima, do Departamento de Bioquímica da UFPE. Segundo ela, os resultados obtidos com a aplicação quimioterápica de extratos de líquens em camundongos indicam uma inibição dos tumores em até 80%. A literatura mundial considera como positivos os resultados em que a inibição dos tumores implantados em cobaias é superior a 60%.

De acordo com os pesquisadores, a aplicação nas células é realizada a partir de extratos brutos de líquens ou pelo isolamento da substância encontrada em maior teor, da qual se obtém o princípio ativo. O objetivo é descobrir qual a menor dosagem da substância (medida em micrograma por mililitro) capaz de inibir 50% das células cancerígenas. Na oncologia mundial, esse patamar é denominado ID-50.

A principal pesquisa comandada pela equipe da UFPE, feita através de um consórcio com pesquisadores da Universidad Complutense de Madrid (Espanha) e da Universidad Joseph Fourier (França), investiga a ação da espécie *Usnea fasciata*, originária da Antártica. Seus princípios ativos – o ácido úsnico e os açúcares isoliquenina e rafinose – foram aplicados em camundongos albinos suíços para o estudo dos tumores sarcoma-180 e carcinoma Ehrlich, usualmente transplantáveis nessas cobaias.

Para a investigação citológica, foram testadas células de adenocarcinomas mamário e da próstata, carcinoma nasofaríngeo, além de células causadoras da leucemia murina. Nos tumores, foi obtida uma inibição acima de 80% a partir da aplicação dos extratos liquênicos com maior concentração de açúcares. Esse índice caiu para 70% na fração com maior teor de ácido úsnico.

Nas células, o ácido úsnico

foi identificado como princípio ativo dos extratos orgânicos, atingindo o nível ID-50 com uma dosagem inferior a 0,001  $\mu$ /ml. Já os açúcares se mostraram ineficazes, exigindo uma concentração superior a 100  $\mu$ /ml para obter o mesmo nível de antiproliferação. “Em termos de oncologia, esses resultados são altamente satisfatórios”, comemora a botânica Eugênia Pereira, liquenologista da equipe.

Reunindo pesquisadores dos departamentos de Botânica, Bioquímica e Antibióticos, a equipe da UFPE busca agora viabilizar o teste dos extratos de líquens em seres humanos, para que os órgãos competentes possam aprovar a industrialização dessas substâncias. Este ano a equipe pretende aprofundar o estudo de espécies de líquens típicas da caatinga, como a *Teloschistes fluvicans*, cujos testes indicaram uma inibição do crescimento do carcinoma Ehrlich em 88%, e a *Heterodermia leucomela*. Serão pesquisadas ainda as espécies *Cladonia*

*verticillaris*, *Cladonia dendroides*, *Cladonia crispatula* e *Cladonia substellata*, coletadas na vegetação litorânea da região paraibana de tabuleiros arenosos.

Os líquens são tão versáteis, que seu habitat tanto pode ser o sertão nordestino como a glacial Antártica. Segundo os pesquisadores, no verão nordestino encontram-se líquens cinco vezes mais concentrados, com maior quantidade e melhor qualidade que as substâncias isoladas. Isso ocorre porque, sendo o verão o período seco do Nordeste (as chuvas são típicas do inverno), as plantas ficam cristalizadas, o que impermeabiliza os talos dos líquens, aumentando a atividade de seus princípios ativos.

#### Isabela Pires

Agência Meio/Universidade Federal de Pernambuco.

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

**Secretaria:** Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

**Editores:** Ennio Candotti (Instituto de Física/UFJR), Ronald Cintra Sheldard (CBPF), Luiz Druide de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRRJ).

**Conselho Editorial:** Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FCV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UFRRJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

**Diretor:** José Monserrat Filho.

**Coordenação Executiva:** Cilene Vieira.

**Redação:** Marília Mendes Pessoa (coordenação); Martha B. Neiva Moreira (auxiliar de redação); Maria Ignez Duque Estrada, Ricardo Menandro e Cássio Leite Vieira (edição de texto); Luísa Massarini (reporter); Micheline Nussenzeig (internacional), Helena Londres (Tecnologia), Teresa Cristina S. Coelho (secretária).

**Edição de Arte:** Claudíia Fleury (direção de arte), Carlos Henrique Viviane dos Santos (programação visual), Luiz Baltar (computação gráfica), Irani Fuentes de Araújo (secretária).

**Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System):** Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física - UFRRJ/edição científico CH-BBS), Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica), Rodolfo Patrocínio dos Santos (expedição). Para acessar o BBS disque: (021) 295-6198 (24 horas).

**Administração:** Lindalva L. Gurfield (gerente), Maria Flávia de Costa Santos (assistente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Cathia Maria A. Leiras, Luiz Claudio de O. Tito, Neuzi L. de S. Soares, Flávia Verônica de Souza.

**Atendimento ao Assinante:** Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 270-0548. Junia Pousa C. de Paiva, tel.: (021) 295-4846.

**Circulação:** Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, R. Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel.: (021) 270-0548.

**Colaboraram neste número:** Lenira Alcure e Ana Lagôa (edição de texto); Pedro M. Persechini (Inst. de Biofísica/UFRRJ); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

**Conselho Científico:** Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisald o Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moysés Nussenzeig (Instituto de Física/UFRRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

**Sucursal Belo Horizonte:** Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalismo), Marise de Souza Muniz (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

**Sucursal Brasília:** Maria Lucia Maciel e Margareth Marmorini - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala C165, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax: (061) 273-4780.

**Sucursal Recife:** Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luiz Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel. e fax: (081) 453-2676.

**Sucursal São Paulo:** Vera Rita Costa (coordenação), Itamar

Cavalcante (jornalista), Ricardo Zorzetto (estagiário), Fernando E. Costa Pereira (auxiliar), Celso Dal Ré Carneiro (IPT), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smalí (Unifesp). USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefax: (011) 818-4192/814-6656.

**Correspondentes: Porto Alegre:** Ludwig Buckup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan (Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas), CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633, r. 184. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho (Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba), Rua Nilca de Queiróz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

**Correspondente em Buenos Aires:** Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824 / 962-1330.

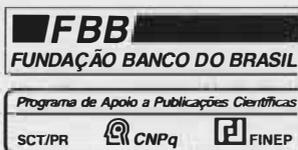
**Assinatura para o exterior (11 números):** US\$ 100 (via aérea).

**Assinatura para o Brasil (11 números):** R\$ 60,00.

**Fotolito:** Studio Pontinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A. **ISSN-0101-8515.**

**Colaboração:** Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

**Publicidade: Rio de Janeiro:** Yeda Mary Marcanth (contato), Paulo Cesar Prata (gerente de marketing), tel.: (021) 295-4846, fax: (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780. **Nordeste:** Rudiger Ludemann, telefax: (071) 876-1079.



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-).

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

**Regionais:** **AC** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69900-900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/nº, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 225-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winston Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria

Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus Universitário da Federação, CEP 40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novaes); **CE** - UFCE/Campus do Pici, CEP 60000-000 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 225-7012 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFPR, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 273-1029 (Narcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 325-1711, r. 425, fax: (027) 335-2337; **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, Caixa Postal, 1331, CEP 86001 - Londrina, PR, tel.: (0432) 26-1525 r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luiz, MA, tel.: (098) 221-1354 (Maria Marlúcia Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077 r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte/UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000, r. 342/412, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Departamento de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359 (Sérgio Machado Rezende); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ipingá, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1211, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Frota); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPelotas, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus Araújo); **PR** - Departamento de Biologia

Celular e Genética/UFPR, Av Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tel.: (042) 62-1478/26-2727, fax: (042) 22-2754 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRRN, Caixa Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-9763, fax: (084) 231-9048/9740 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus José Ribeiro Filho, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9408 (Célio Jorge Borges); **RS** - UFRGS, Av. Paulo Gama, 110, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 336-0055 r. 6762 (Abílio Baeta Neves); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0536) 32-9122, fax: (0536) 32-8510; **Santa Maria** (seccional) - UFPSM, Rua Floriano Peixoto, 1750, sala 315, CEP 97060, Santa Maria, RS, tel.: (055) 221-5829 (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacêuticas/CF/CCS/Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Cláudia Maria Oliveira Simões); **SE** - Departamento de Letras/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1531, r. 355 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia/Instituto de Biociências/USP, Caixa Postal 11461, CEP 05499-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 64-4746 (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Genética/FESALQ, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 33-0011, r. 126 (Giannarco Conde Xavier Oliveira); **SP** - (subárea III, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Déria Villalba Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/nº, km 5, CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219/220, fax: (0163) 22-4275 (Aureo Evangelista Santana).

**CADERNO COM INFORMAÇÕES PRÁTICAS  
PARA QUEM ESTUDA, PESQUISA E  
DESENVOLVE ATIVIDADES CIENTÍFICAS,  
DE NORTE A SUL DO BRASIL.**

## **Neste caderno:**

Relatório de Avaliação da Capes – 2ª parte.

Coordenação: *José Monserrat Filho*

## **RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA CAPES**

### **Avaliação da Pós-Graduação**

*Ciência Hoje* dá continuidade à publicação dos resultados da avaliação dos cursos de mestrado e doutorado do país realizada, no período de 1992-93, pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), considerado o trabalho mais importante no gênero, feito no país. Deste número constam as notas referentes aos cursos de Ciência da Computação, Ciência da Informação, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ciência Política, Comunicação, Demografia, Direito, Ecologia, Economia, Educação, Educação Física e Enfermagem. Nos próximos números, divulgaremos as notas dos demais cursos, seguindo a ordem alfabética estabelecida no próprio relatório da Capes. A avaliação foi realizada por comissões de consultores científicos, membros do corpo docente e pesquisadores dos programas de mestrado e doutorado, e baseou-se em relatórios de visitas periódicas e num conjunto de dados fornecidos pelas coordenações dos cursos, de forma padronizada, e organizados pela Capes. Esses dados referem-se ao corpo docente, à estrutura curricular, às atividades de pesquisa, à produção científica, técnica e artística, e ao corpo discente.

Os conceitos variam de **A** a **E**, em escala decrescente. O **A** indica os cursos consolidados e o **E**, os cursos que preenchem os requisitos mínimos para desenvolvimento de atividades de pós-graduação *stricto sensu*. A indicação **SA** (Sem Avaliação) marca os cursos que não enviaram dados ou enviaram dados considerados insuficientes.

**LEGENDA:**

**M** - Mestrado; **D** - Doutorado  
**CN** - Curso Novo; **CR** - Curso em Reestruturação;  
**SA** - Sem Avaliação.  
 Os sinais "+" e "-" indicam tendência crescente ou decrescente em relação ao conceito atribuído.

**SIGLAS DAS INSTITUIÇÕES:**

**CBM** Conservatório Brasileiro de Música

**CBPF/CNPq** Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**Cefet/MG** Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

**Cefet/PR** Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná

**Cefet/RJ** Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

**Cesanta** Centro de Pós-Graduação Médica da Santa Casa de Misericórdia do RJ

**Efei** Escola Federal de Engenharia de Itajubá

**EPM** Escola Paulista de Medicina (atual Universidade Federal de São Paulo, Unifesp)

**Esal** Escola Superior de Agricultura de Lavras

**Esam** Escola Superior de Agricultura de Mossoró

**EST** Escola Superior de Teologia

**Faenquil** Faculdade de Engenharia Química de Lorena

**FCAP** Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

**FCMSCSP** Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo

**Fesp/UPE** Fundação Universidade de Pernambuco

**FFFCMPA** Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre

**FGV/RJ, FGV/SP** Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro e São Paulo

**Fiocruz** Fundação Oswaldo Cruz

**FMCG** Faculdade de Música Carlos Gomes

**FMTM** Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro

**Fisg** Faculdades Integradas de São Gonçalo

**Fuam** Fundação Universidade do Amazonas

**FUC** Fundação Universitária de Cardiologia

**Fuel** Fundação Universidade Estadual de Londrina

**Fuem** Fundação Universidade Estadual de Maringá

**FUFPI** Fundação Universidade Federal do Piauí

**Funfarme** Fundação Faculdade Regional de Medicina de São José do Rio Preto

**Furg** Fundação Universidade do Rio Grande

**Hospheil** Hospital Heliópolis

**HSFA** Hospital São Francisco de Assis

**Iamspe** Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual

**Ibepege** Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Gastroenterológicas

**IFT** Instituto de Física Teórica

**IME** Instituto Militar de Engenharia

**Impa/CNPq** Instituto de Matemática Pura e Aplicada/CNPq

**IMS** Instituto Metodista de Ensino Superior

**Inpa/Fuam** Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas

**Inpe/CNPq** Instituto de Pesquisas Espaciais/CNPq

**ITA** Instituto Tecnológico de Aeronáutica

**Iuperj** Instituto Universitário de Pesquisas do RJ

**ON/CNPq** Observatório Nacional/CNPq

**PUC/Camp, PUC/MG, PUC/RJ, PUC/RS, PUC/SP** Pontifícia Universidade Católica (de Campinas, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Sul, de São Paulo)

**SBI** Sociedade Brasileira de Instrução

**UECE** Universidade Estadual do Ceará

**Uerj** Universidade Estadual do Rio de Janeiro

**Ufal** Universidade Federal de Alagoas

**UFBA** Universidade Federal da Bahia

**UFC** Universidade Federal do Ceará

**Ufes** Universidade Federal do Espírito Santo

**UFF** Universidade Federal Fluminense

**UFGO** Universidade Federal de Goiás

**UFJF** Universidade Federal de Juiz de Fora

**UFMA** Universidade Federal do Maranhão

**UFMG** Universidade Federal de Minas Gerais

**UFMS** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**UFMT** Universidade Federal de Mato Grosso

**Ufop** Universidade Federal de Ouro Preto

**UFPA** Universidade Federal do Pará

**UFPB** Universidade Federal da Paraíba

**UFPE** Universidade Federal de Pernambuco

**UFPEL** Universidade Federal de Pelotas

**UFPR** Universidade Federal do Paraná

**UFRGS** Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**UFRJ** Universidade Federal do Rio de Janeiro

**UFRN** Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**UFPRPE** Universidade Federal Rural de Pernambuco

**UFRRJ** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

**UFSC** Universidade Federal de Santa Catarina

**UFSCar** Universidade Federal de São Carlos

**UFSE** Universidade Federal de Sergipe

**UFSM** Universidade Federal de Santa Maria

**UFU** Universidade Federal de Uberlândia;

**UFV** Universidade Federal de Viçosa

**UGF** Universidade Gama Filho

**Unaerp** Universidade da Associação de Ensino de Ribeirão Preto

**UnB** Universidade de Brasília

**Unesp** Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

**Unicamp** Universidade Estadual de Campinas

**Unicentro** Fundação Universidade Estadual Centro-Oeste

**Unimar** Universidade de Marília

**Unimep** Universidade Metodista de Piracicaba

**UniRio** Universidade do Rio de Janeiro

**Unisinus** Universidade do Vale do Rio dos Sinos

**Unitau** Universidade de Taubaté

**USP** Universidade de São Paulo

**USP/Cena** Centro de Energia Nuclear na Agricultura

**USP/ESALQ** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

**USP/FOB** Faculdade de Odontologia de Bauru;

**USP/RP** USP/Ribeirão Preto

**USP/SC** São Carlos

**USU** Universidade Santa Úrsula

<b>C I Ê N C I A D A C O M P U T A Ç Ã O</b>					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Cefet/PR	Informática Industrial	88	-	C+	-
IME	Sistemas e Computação	71	-	D	-
PUC/RJ	Informática	67	75	A	A
UFSC	Ciência da Computação	92	-	CN	-
UFPB/CG	Informática	73	-	C+	-
UFSCAR	Ciência da Computação	88	-	C	-
UFRGS	Ciência da Computação	73	88	A	CN
UnB	Ciência da Computação	89	-	D	-
UFRJ	Engenharia de Sistemas e Computação	71	71	A	B
Inpe/CNPq	Computação Aplicada	68	74	B	C
UFMG	Ciência da Computação	74	90	A	CN
UFPE	Ciência da Computação	75	92	A	CN
Unicamp	Ciência da Computação	77	93	A	CN
USP/SC	Ciência da Computação e Matemática Computacional	74	-	B+	-

<b>C I Ê N C I A D A I N F O R M A Ç Ã O</b>					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
PUC/CAMP	Biblioteconomia e Ciência da Informação	77	-	B+	-
UFMG	Biblioteconomia	76	-	A	-
UFPB	Biblioteconomia	78	-	B	-
UFRJ	Ciência da Informação	70	91	A	CN
UnB	Biblioteconomia e Documentação/C. da Informação	78	92	A	CN

<b>C I Ê N C I A E T E C N O L O G I A D E A L I M E N T O S</b>					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Esal	Ciência dos Alimentos	76	89	B	B
Fuel	Ciência de Alimentos	76	90	B	CN
Inpa/Fuam	Tecnologia de Alimentos e Nutrição	84	-	B	-
UFC	Tecnologia de Alimentos (Fruticultura Tropical)	75	-	C	-
UFMG	Ciência de Alimentos	74	-	B+	-
UFPB	Ciência e Tecnologia de Alimentos	78	-	B	-
UFPEL	Ciência e Tecnologia Agroindustrial	85	-	C	-
UFPR	Tecnologia Química	83	-	C+	-
UFRRJ	Ciência e Tecnologia de Alimentos	76	-	B	-
UFSC	Ciência dos Alimentos	88	-	B	-
UFSM	Ciência e Tecnologia dos Alimentos	85	-	B+	-
UFV	Ciência e Tecnologia de Alimentos	75	-	A	-
Unicamp	Ciência de Alimentos	69	75	A-	A-
Unicamp	Tecnologia de Alimentos	69	78	B	B
Unicamp	Engenharia de Alimentos	69	81	A-	A-

USP	Ciências dos Alimentos	68	71	A	A
USP	Engenharia de Alimentos	77	-	C+	-
USP/Esalq	Ciência e Tecnologia de Alimentos	77	-	B	-

C I Ê N C I A P O L Í T I C A		A N O D E I N Í C I O		A N O / N Í V E L / C O N C E I T O 9 2 / 9 3	
Instituição	Curso	M	D	M	D
		Luperj	Ciência Política (Ciência Política e Sociologia)	69	80
PUC/RJ	Relações Internacionais	87	-	B+	-
UFMA	Políticas Públicas	93	-	CN	-
UFMG	Ciência Política	67	-	A	-
UFPE	Ciência Política	82	-	B+	-
UFRGS	Ciência Política	73	-	B+	-
UnB	Ciência Política	84	-	A-	-
UnB	Relações Internacionais	84	-	B+	-
Unicamp	Ciência Política	74	-	B	-
USP	Ciência Política	74	75	A-	A-

C O M U N I C A Ç Ã O		A N O D E I N Í C I O		A N O / N Í V E L / C O N C E I T O 9 2 / 9 3	
Instituição	Curso	M	D	M	D
		IMS	Comunicação Social	78	-
PUC/SP	Comunicação e Semiótica	70	78	A	A
UFBA	Comunicação e Cultura Contemporânea	90	-	B+	-
UFRJ	Comunicação	72	83	B+	B+
UnB	Comunicação	74	-	B-	-
Unicamp	Multimeios	85	-	B-	-
USP	Ciência da Comunicação	72	80	B+	B+

**ASSINE**

**CIÊNCIA HOJE**

Envie seu pedido para

**CIÊNCIA HOJE:**

**Av. Venceslau Brás 71,**

**fundos, casa 27 • Botafogo • Rio de Janeiro • CEP 22290-140.**

**Anexe cheque/vale postal no valor de R\$ 60,00 (por 11 números)**

**ou autorize o débito no seu cartão pelo telefone (021) 295-4846**

**ou 270-0548 • Fax: (021) 541-5342.**

VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA

VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA



# TECNOLOGIA

CIÊNCIA ROJE

ESTO É UM ELEMENTO DE PARTE INTEGRANTE DE CADA NÚMERO DA REVISTA E NÃO PODERÁ SER VENDIDO SEPARADAMENTE

**Voltando a ver  
o que Mestre  
Athaíde pintou**



# Houve Um Tempo Em Que Negociar Custos De Fitolito Podia Significar A Continuação Ou O Fim De Um Projeto Gráfico.



Este é um tempo passado. Uma época em que informática e fitolito eram realidades distantes. O Studio Portinari nasceu a partir de uma base digital. Um fitolito equipado com sistema Scitex de última geração, instalado na Torre Rio Sul e que contratou e formou profissionais do mais alto nível para sua operação. Com esta configuração empresarial, você ganha qualidade e velocidade a um só tempo. Mais ainda, você negocia um fitolito calculado na relação direta homem/computador/hora, onde o preço depende de um tempo muito menor que o convencional. Ligue para o Studio Portinari e negocie seu fitolito. Você não vai negociar bananas mas seu trabalho vai ser tratado com o mesmo respeito e dedicação que esta obra de Candido Portinari.



TORRE DO RIO SUL - 27º ANDAR - RJ - TEL.:(021)542-7979 - FAX.: 542-7692



## FERRUGENS PROTETORAS

LUIZ ROBERTO MARTINS DE MIRANDA

PROGRAMA DE ENGENHARIA  
METALÚRGICA E DE MATERIAIS,  
COPPE/UF RJ.

1

## O VILÃO EUCALIPTO DERRUBA TABUS

ITAMAR CAVALCANTE

PROGRAMA DE ENGENHARIA  
COLABORADOR DE *CIÊNCIA HOJE*.

5

## MESTRE ATHAÍDE RESTAURADO

LUISA MASSARANI E HELENA LONDRES

*CIÊNCIA HOJE*/RIO DE JANEIRO.

11

## INCUBADORAS: INFRA-ESTRUTURA PARA MICROEMPRESAS

MARIANNA WALTZ

INCUBADORA DE EMPRESAS DA  
COORDENAÇÃO DE PROGRAMAS  
DE PÓS-GRADUAÇÃO E ENGENHARIA,  
COPPE/UF RJ.

14

## EXPEDIENTE

EDITOR CIENTÍFICO: GIULIO MASSARANI

COORDENAÇÃO: HELENA LONDRES

EDIÇÃO DE TEXTO: MARIA IGNEZ DUQUE-

ESTRADA E RICARDO MENANDRO

# FERRUGENS PROTETORAS

*Luiz Roberto Martins de Miranda*

Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE/UF RJ.

Tanque de lama de perfuração  
usado na indústria petrolífera,  
pintado à base de ferrugem  
protetora.



*O processo de corrosão dos metais – como a ferrugem, no ferro –*

*é geralmente combatido através da aplicação de tintas e revestimentos.*

*O que poucos sabem é que esse processo tem características muito diferentes*

*em função da região em que ocorre. Pode-se dizer que não existem*

*duas ferrugens iguais. O estudo do fenômeno levou à criação da técnica das*

*ferrugens protetoras, que consiste em impedir ou reduzir a corrosão*

*de superfícies metálicas aplicando nestas exatamente o produto que a*

*corrosão teria no local onde as superfícies estão expostas.*

**T**odos sabem que a corrosão dos metais é um fenômeno que destrói o ferro, transformando-o em ferrugem. Todos sabem, também, que o remédio mais popular para combater esse flagelo é o emprego de tintas e revestimentos como niquelagem, cromagem, zincagem, que recobrem a superfície do ferro e criam uma barreira contra os poluentes. Mas o que poucas pessoas sabem é que a ferrugem é um produto muito complexo, cuja fórmula química, ou mais exatamente a fórmula mineralógica, depende de onde ela se formou, isto é, do microclima que a cerca, e que, por essa razão, podemos afirmar que não existem duas ferrugens iguais.

É fácil imaginar que uma estrutura de aço, digamos uma ponte, erigida na floresta amazônica – como se sabe, uma região de alta umidade relativa, com temperaturas médias em torno de 30°C, isenta de poluentes e maresia –, deverá apresentar uma oxidação distinta de uma outra ponte erigida, por exemplo, em Cubatão, ou na baía de Guanabara, como a ponte Rio-Niterói, onde as circunstâncias microclimáticas são totalmente diversas. Por essas razões, é difícil acreditar que um único produto, seja uma tinta, um revestimento ou qualquer outro, possa atender a todos os climas com igual eficiência e desempenho.

A teoria das Ferrugens Protetoras, desenvolvida na última década no laboratório Prof. Manoel de Castro, da COPPE/UFRJ, é uma tentativa

de resolver essas questões e ir um pouco além, propondo uma metodologia racional e segura para formulação de um tipo de pintura que assegure um desempenho aceitável, segundo os padrões da engenharia, no combate à corrosão.

## VÁRIOS TIPOS DE FERRUGEM

A corrosão do ferro num meio aquoso significa, em última análise, a 'passagem' do metal ferro para o estado iônico. Essa passagem, tecnicamente chamada de dissolução do metal, é um fenômeno extremamente complexo, que envolve, entre outras coisas, o nível energético da superfície, chamado 'nível de Fermi', a barreira energética existente entre a superfície metálica e o eletrólito, a 'energia de ativação' e a natureza dos íons presentes na solução. Para simplificar, vamos considerar uma barra de ferro imersa em água pura (figura 1). Como pode ser observado, o ferro (Fe) coexiste, como corpo sólido, com os íons da água (hidrogênio e oxigênio), mas também com formas iônicas provenientes do Fe, a saber:  $Fe^{2+}$ ,  $FeOH^+$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe(OH)_2^+$  etc. De acordo com as várias combinações entre essas formas iônicas e outros agentes oriundos de poluentes atmosféricos que também podem se dissolver na água (como  $SO_2$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl_2$ ,  $Cl^-$  etc.), pode-se formar sobre a barra de ferro novas espécies condensadas e oxidadas, como  $FeOOH$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $FeCl_2$ ,  $Fe_2O_3$ . Essas espécies são as ferrugens.

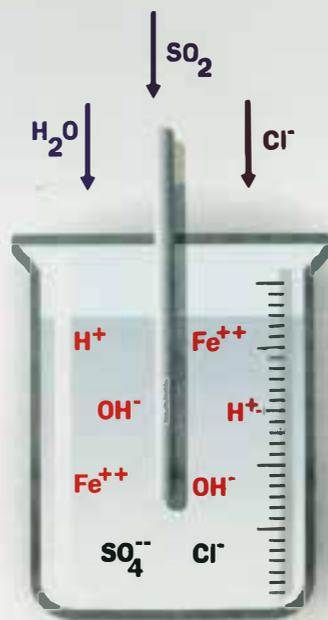
Os poluentes em geral são

ionizados, dissolvidos e arrastados pelas águas pluviais. Uma superfície metálica exposta a tais águas poluídas tem um comportamento muito próximo ao esquema descrito acima. Assim, formam-se ferrugens específicas para cada tipo de poluente – ainda mais abundantes devido às próprias características operacionais de uma fábrica – e para cada aplicação industrial. Um exemplo: nada menos de 14 diferentes tipos de ferrugens foram encontradas numa usina de refino de cobre na qual o ácido sulfúrico era um dos subprodutos. Em fábricas de cimento, detectamos 'chuvas alcalinas' nas imediações de estruturas de aço e 'chuvas ácidas' incidindo sobre *pipe-racks* de concreto, com conseqüências desastrosas.

Ainda dando o ferro como exemplo, as ferrugens mais comuns obedecem a fórmu-

las mineralógicas, como  $\alpha$ - $FeOOH$  (göethita),  $\beta$ - $FeOOH$  (akaganeita),  $\gamma$ - $FeOOH$  (lepidocrocita),  $Fe_3O_4$  (magnetita). Esses óxidos não surgem ao mesmo tempo. Cada um deles apresenta características físico-químicas bem definidas e que, nas devidas proporções, definem o histórico do processo de enferrujamento. Por exemplo, se uma determinada ferrugem apresenta como óxido predominante a forma  $\beta$ - $FeOOH$ , é de se esperar que o ambiente poluente seja rico em íons cloretos ( $Cl^-$ ), pois esse óxido é típico dos meios cloretados bem aerados. Por outro lado, a presença da magnetita ( $Fe_3O_4$ ) indicaria a presença de um meio mais redutor, também rico em cloretos ou com alta umidade relativa.

Outro ponto relevante sobre as ferrugens é o conceito de potencial de eletrodo. Esse ponto é fundamental para a



**Figura 1. Processo de dissolução do ferro (Fe) em água (H<sub>2</sub>O). Além dos íons H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup>, elementos ou compostos oriundos de agentes poluentes (SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sub>2</sub> e Cl<sup>-</sup>) atuam no processo. Cada microclima envolve agentes diversos, daí a variedade de ferrugens.**

compreensão da teoria das Ferrugens Protetoras. Com efeito, é bem sabido que a corrosão é um fenômeno eletroquímico. Para que uma superfície metálica se corra, isto é, para que haja a passagem do estado sólido ao estado iônico (dissolução), é preciso um anodo, um catodo e um eletrólito (meio iônico). Um exemplo familiar de um sistema eletroquímico são as pilhas comerciais. É devido à uma reação eletroquímica interna das pilhas que é gerada uma corrente elétrica proporcional à corrosão dos anodos. Quando este processo termina, também termina a vida útil da pilha. A cada diferença de potencial corresponde uma corrente de eletrólise cuja intensidade  $i$  é proporcional.

A corrosão, sendo um fenômeno irreversível, isto é, espontâneo, se manifesta segundo as leis da Termodinâmica dos Processos Irreversíveis. Segundo M. Pourbaix, a relação entre a afinidade (força motriz, no caso eletroquímico a diferença de potencial entre anodo e catodo,  $\Delta E$ ) e a taxa (fluxos, no caso presente a corrente de eletrólise  $i$  que circula na célula em virtude dessa diferença de potencial) obedece à inequação  $(E-E_0).i \geq 0$ , que comentaremos a seguir.

## POR QUE UMA TINTA FALHA?

As tintas, ou pinturas, são os produtos mais usados na luta contra a corrosão. Por isso, é importante conhecê-las melhor. Uma tinta tem, basicamente, dois componentes principais: a resina e o pig-

mento. A resina faz com que ela atue como barreira contra os poluentes e, ao mesmo tempo, que funcione como aglomerante dos pigmentos. Estes são os responsáveis pela coloração final e por certas propriedades especificamente anticorrosivas. Os principais produtos aglomerantes utilizados na indústria de tintas são as resinas das famílias epoxídicas, acrílicas, fenólicas, alquídicas, dos silicones e das borrachas cloradas. Quanto aos pigmentos, são amplamente utilizados o óxido de ferro (hematita), o zarcão ( $Pb_3O_4$ ), o óxido de titânio ( $TiO_2$ ), e outros mais específicos. Quando se aglomera um pigmento a uma resina obtém-se uma tinta que necessita também de um solvente capaz de diluir a mistura o suficiente para que possa ser aplicada com pincel, rolo ou pistola. Além disso, muitas formulações contêm as assim chamadas cargas, que são produtos necessários à coesão resina-pigmento.

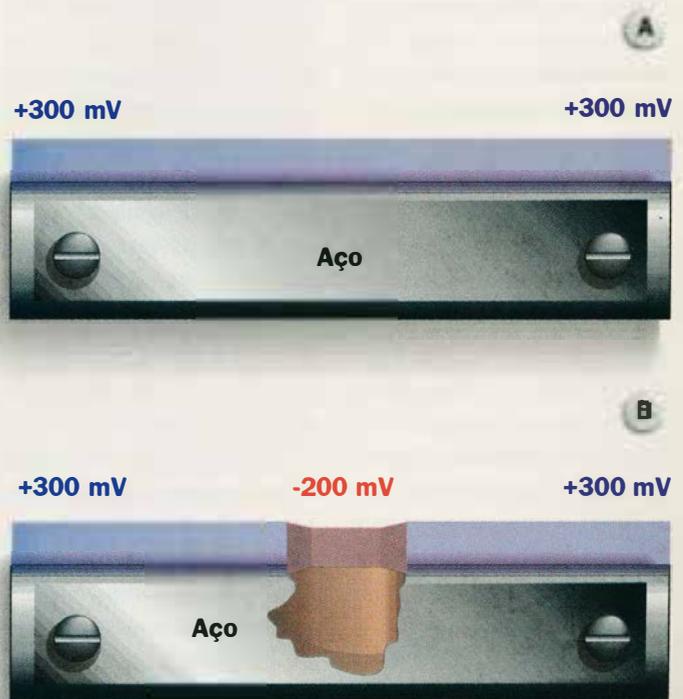
A aplicação de uma demão de pintura, ou mais, sobre uma superfície metálica define o que os práticos denominam de sistema de pintura. Por exemplo: uma primeira demão de epóxi/óxido de ferro, uma segunda demão de zarcão/epóxi e uma última demão de tinta de acabamento na cor desejada constitui um sistema de pintura. A primeira demão é muitas vezes denominada de *primer*; é ela que define as propriedades anticorrosivas do sistema, pois se encontra imediatamente acima do substrato metálico.

É importante notar que o *primer* modifica a interface entre o metal e o meio corrosivo. Em outras palavras, ele interfere no valor final do potencial de eletrodo, nos moldes comentados acima. Se a camada inicial for danificada por qualquer razão, como um risco, um descascamento, uma falha durante aplicação, haverá mudança no valor de seu potencial de eletrodo. O metal se enferrujará no local exposto ao ataque do meio, e haverá, segundo  $(E-E_0).i \geq 0$ , uma corrente  $i$  que circulará no metal, em virtude da diferença de potencial criada entre a região pintada e a região onde a pintura foi destruída.

A figura 2 mostra um exemplo abstrato de um *primer*,

com potencial de + 300 milivolts, e uma região riscada e enferrujada, com potencial de - 200 milivolts, e ilustra uma circulação de corrente resultante de uma diferença de potencial, em módulo, de 500 milivolts, um terço do valor de uma pilha comum de lanterna de 1.5 volt. São essas diferenças de potenciais existentes entre regiões pintadas e riscadas, que acabam por comprometer um sistema de pintura. Elas geram uma sobrevoltagem propícia ao alastramento da corrosão sob a película de pintura, mesmo sem ferrugem aparente.

A própria resina também se deteriora e, assim, contribui para a falência do sistema de pintura. Com efeito, o enchar-



**Figura 2. Esquema de falha em sistema de pintura. A) Pintura sem falhas, com potencial constante (+300 mV). B) Pintura riscada, com potenciais diferentes entre a falha (-200 mV) e a pintura normal (+300 mV). A ferrugem protetora pinta a superfície com tinta de mesmo potencial (- 200 mV) da falha que geraria a ferrugem, evitando o alastramento desta.**

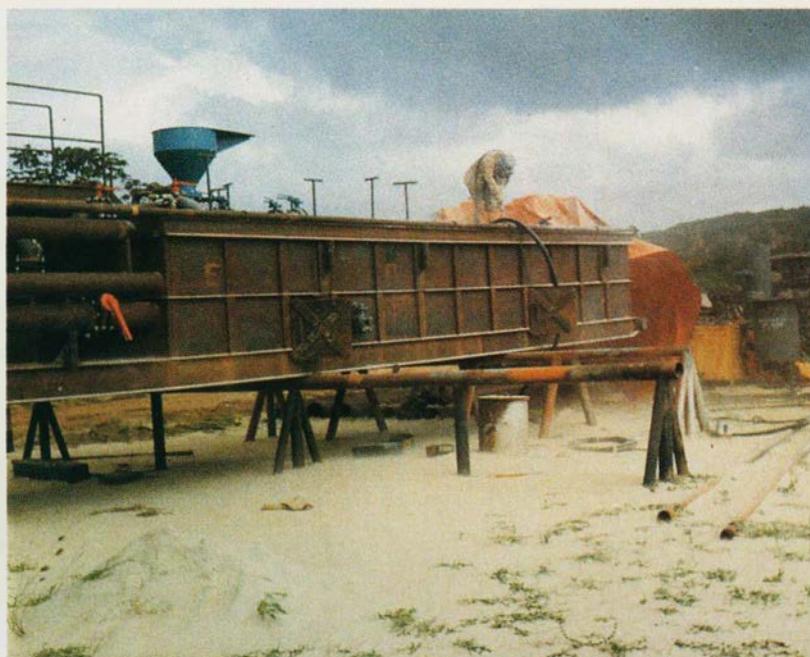
camento progressivo da resina e a ação de raios ultravioletas e infravermelhos compromete, aos poucos, as suas propriedades resistivas. Originariamente estanque e impermeável à ação dos poluentes, uma autêntica barreira isolante, a resina passa a apresentar características condutoras crescentes, e, dependendo das condições de permeabilidade, torna-se condutora, o que causará falhas inexoráveis no sistema de pintura.

Portanto, as principais causas de falhas dos sistemas tradicionais de pintura residem na combinação de sobrevoltagens e de perda de resistividade da barreira anticorrosiva.

## PROTEÇÃO COM FERRUGEM

Na tentativa de reduzir, ou mesmo suprimir, esses motivos de falhas nos sistemas tradicionais de pintura, ainda na década passada foi proposta a metodologia denominada Ferrugens Protetoras, integralmente desenvolvida no Laboratório de Corrosão Prof. Manoel de Castro, da COPPE/UFRJ. Consiste em recobrir a superfície do metal com o produto de corrosão real, isto é, aquele óxido que o próprio ambiente formará em serviço. Por exemplo: se recobrimos uma superfície de aço com  $\beta$ -FeOOH ou magnetita ( $Fe_3O_4$ ), óxidos preponderantes em ambientes marinhos, deverá haver uma sensível diminuição das taxas de corrosão dessa superfície de aço, quando exposta à ação da maresia.

Da mesma maneira, sendo



**Figura 3.** Medida *in situ* do potencial eletroquímico de aço enferrujado, que permite, com a determinação mineralógica da ferrugem, definir o sistema de ferrugem protetora.

a goethita ( $\alpha$ -FeOOH), um óxido preponderante em atmosferas não-poluídas com cloretos mas que contém  $SO_2$ , um aço recoberto por ela estará protegido nessas atmosferas. Isso se deve à inequação  $(E-E_0).i > 0$ . Com efeito, se anularmos a diferença de potencial entre o pigmento, E, e o óxido natural,  $E_0$ , a corrente, *i*, tenderá a se anular, ou seja, a taxa de corrosão tenderá a anular-se. Esse é o princípio diretor das ferrugens protetoras.

Na prática industrial, existem duas metodologias básicas para se recobrir superfícies com ferrugens protetoras. A primeira consiste em preparar uma suspensão adequada que contenha as partículas do óxido escolhido e em seguida, através de uma eletroforese, recobrir a superfície, sem necessidade de usar resinas. A segunda metodologia, a mais usual, consiste em preparar uma tinta em que o

pigmento seja o óxido natural e o aglomerante uma resina escolhida segundo parâmetros usuais. Os resultados são praticamente idênticos, do ponto de vista dos potenciais de eletrodo finais.

A vantagem óbvia do sistema de pintura em relação ao de eletroforese é o seu manuseio. Revestimentos à base de ferrugens protetoras têm sido testados em estruturas *off-shore*, em usinas de sal, pontes e viadutos, em instalações industriais e outros sistemas onde a eletroforese seria problemática.

A aplicação de um sistema de ferrugem protetora por meio de pintura consiste nos seguintes passos: 1) recolhimento de amostras de ferrugens (figura 3) obtidas *in situ*; 2) identificação dessas ferrugens por difração de raios X, ou outra técnica equivalente; 3) fabricação industrial dessas ferrugens, o que se constituirá no pigmento; 4) escolha de

uma resina apropriada às condições ambientais, incluindo-se aí o solvente e as cargas pertinentes; 5) formulação da tinta; 6) aplicação e controle sistemático dos potenciais eletroquímicos, quando em operação.

Essa tem sido a metodologia empregada na prática industrial com excelentes resultados. Para o usuário, a relação custo/benefício é particularmente atraente, o método dispensa a necessidade de jateamentos custosos, pois a pintura à base de ferrugem protetora não é 'contraditória' com o óxido remanescente, bastando, assim, um simples tratamento mecânico da superfície. Também não há necessidade de 'camadas intermediárias', como nos métodos tradicionais. A camada de ferrugem atuará como *primer*, requerendo apenas, e só se for desejado, uma demão de acabamento.

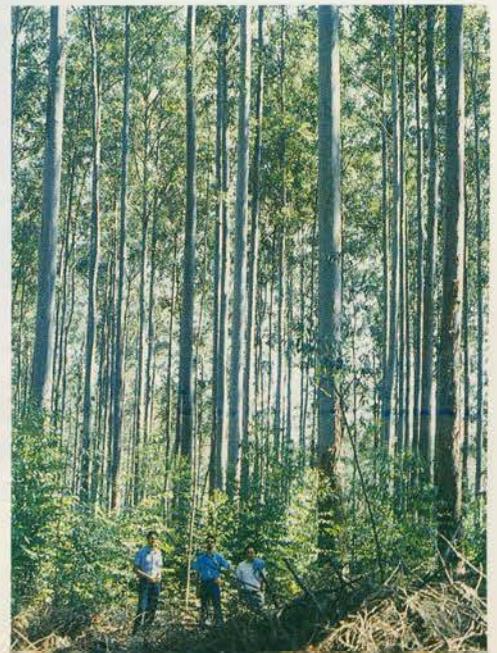
# O vilão eucalipto derruba tabus

Poucas décadas de pesquisa começam a mudar radicalmente a história do eucalipto no Brasil. De madeira de péssima qualidade e de vilão da natureza, acusado de extenuar os solos, consumir água em demasia, afugentar a fauna e impedir o consorciamento com outras culturas, o eucalipto (figura 1) vem se transformando em alternativa de madeira de qualidade para aplicação na indústria de móveis, na marcenaria em geral e na construção civil. Levando a nova imagem da árvore às últimas consequências, pesquisadores e empresários reunidos no Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto em Serraria, realizado em abril no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em São Paulo, afirmaram, sem ironias: o eucalipto pode se tornar um grande aliado do movimento ecológico, ao atender à demanda do mercado por madeiras de qualidade, reduzindo as pressões sobre florestas nativas – principalmente a Amazônia.

As polêmicas que sempre

envolveram esse gênero florestal, nativo da Austrália e da Indonésia e introduzido no Brasil no início do século passado, não estão superadas. Alguns dos pesquisadores presentes no seminário, como o professor Walter de Paula Lima, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), autor de um clássico sobre os impactos ambientais do eucalipto, admitem que – mesmo descartando-se os preconceitos e o desconhecimento – ainda existem muitas dúvidas sobre as alterações provocadas pelas plantações nas áreas de hidrologia, solos, flora e fauna, e sobre a adequação do eucalipto como constituinte de sistemas agroflorestais. Também persistem dificuldades técnicas quanto aos processos de secagem, desdobro e utilização da madeira das espécies desse gênero vegetal. De modo geral, os pesquisadores ressaltam que as evidências disponíveis em relação a alguns dos mais sérios problemas do eucalipto ainda não dão suporte científico a afirmações conclusivas.

**Figura 1.**  
Aspecto de plantação da espécie *Eucalyptus saligna*.





**Figura 2. Teste de carga, com sacos de areia, em estrutura construída com eucalipto, no IPT.**

Apesar das dúvidas, constata-se nos estudos sobre o eucalipto grandes avanços tanto no manejo florestal quanto nos experimentos de laboratório (figura 2) e no processamento industrial de sua madeira (ver 'Madeira versátil'). A maior parte das dificuldades biológicas têm sido superadas com práticas de clonagem, hibridização e cultura de tecidos, que resultam na introdução de novas técnicas de seleção, propagação

e recombinação de materiais genéticos (ver 'Clonagem do eucalipto: efeitos sobre a produtividade e a qualidade da madeira', encarte TeCHnologia, *Ciência Hoje*, nº 91). A escolha correta de espécies e o manejo – bastante diferentes, em plantações especificamente voltadas para a produção de madeira, da seleção e manejo de culturas ligadas à produção de papel ou celulose, chapas e energia – também são apontados pe-

## Madeira versátil

Os produtos acabados de madeira de eucalipto ainda são raros no Brasil. Mas o IPT, que realizou as primeiras experiências de desdobro de toras de *Eucalyptus saligna* em 1969, com resultados bastante satisfatórios, conseguiu depois demonstrar que a madeira, com produção e tratamento adequados, pode ser empregada na fabricação de móveis e outros artigos ou na construção de edifícios e equipamentos públicos.

Hoje, para orgulho dos cientistas, e para demonstração a amigos e a desafetos do eucalipto, a Divisão de Madeiras do IPT tem uma variada produção. Com *Eucalyptus grandis* são produzidos armários, escrivaninhas, estantes, gaveteiros e mesas (figura 3). Com *Eucalyptus saligna* e outras espécies são fabricados comercialmente estruturas para telhados com até 12 m de vão livre – algumas já com 25 anos e em excelente estado de conservação. A lista de produtos inclui *pallets*, componentes de edificações (assoalhos, lambris, forros, batentes etc.), cruzetas, um

protótipo de casa pré-fabricada e uma passarela na cidade de São Paulo, com vão de 32,4 m, integrada a um conjunto de quatro rampas treliçadas de 16 m (figura 4).

Além das aplicações desenvolvidas pelo IPT, o mercado já emprega o eucalipto em diversos outros produtos: de móveis (figura 5) a mastros para barcos, postes, tábuas para embalagens e para estrados destinados a carregamento de mercadorias, esteios para minas e obras de engenharia, lápis, fósforos, objetos de decoração (figura 6) e arte. Óleos aromáticos das folhas de algumas espécies são utilizados em higienizadores, sabonetes, produtos de limpeza e perfumes. Na farmacologia, o eucalipto está na base de remédios para as vias respiratórias, e o mel extraído da árvore tem diversas indicações terapêuticas. Da casca retira-se o tanino, empregado no curtimento de couros. Como combustível, na forma de toretes roliços ou rachados e cavacos, o eucalipto é usado por indústrias de cerâmica e de alimentos e até em padarias e pizzarias.



**Figura 3. Móvel produzido pelo IPT com *Eucalyptus grandis*, híbrido natural.**



**Figura 4. Passarela numa grande avenida da Zona Sul de São Paulo.**



**Figura 5. Móvel fabricado por indústria gaúcha.**



**Figura 6. Piso de uma cervejaria em Porto Alegre, com tábuas de eucalipto.**

los especialistas como fundamentais para a superação das dificuldades. As pesquisas visam eliminar obstáculos desde o plantio até o processamento industrial, onde a qualidade da madeira é proporcional ao emprego de tecnologias adequadas de secagem e desdobro.

O professor Ivaldo Jankowski, da ESALQ, coordenador de um grupo que pesquisa o emprego do eucalipto na indústria moveleira, por exemplo, destacou a importância da secagem no controle das tensões a que a madeira é submetida durante o processo de eliminação de água. Se houver equívocos nessa fase, os defeitos resultantes podem ser irreversíveis. Já o pesquisador José Nivaldo Garcia, também da ESALQ, falou sobre as tensões de crescimento no processo de desdobro da madeira de eucalipto. As tensões de crescimento são fenômenos fisiológicos que provocam a rachadura das extremidades da madeira, quando serrada. O conhecimento desse processo, no caso do eucalipto, é fator essencial para o planejamento de uma serraria especializada.

As novas práticas silviculturais com o eucalipto buscam responder ainda à necessidade de se fazer um uso múltiplo das florestas, possibilitando variadas aplicações de um mesmo maciço florestal. As experiências de manejo, no Brasil, sempre estiveram voltadas para a produção de papel e celulose. Pesquisadores ligados à Companhia Vale do Rio Doce, entretanto, mostraram que ações de ma-

nejo ligadas a outros usos da madeira e pouco aplicadas em florestas de eucalipto vêm se mostrando experimentalmente viáveis: maior espaçamento entre os indivíduos para obtenção de árvores de grande porte, desbastes para utilização constante da floresta em ciclos curtos, desramas para eliminação de nós e rotações mais longas. Experiências realizadas pela Divisão Paraná da Indústria de Papel e Celulose Klabin evidenciam que, além da melhoria da qualidade da madeira e do aumento da produção, tais procedimentos trazem vantagens ambientais, como redução da perda de nutrientes no solo e melhoria do sub-bosque, ao qual está associada a maior ocorrência de fauna.

Os resultados das pesquisas com melhoramento genético e com manejo florestal são alentadores, mas as estatísticas mostram que tais avanços ainda não motivaram o mercado madeireiro. O eucalipto não participa ativamente da indústria de madeira serrada ou da de laminados e compensados. "Ele não foi ainda encarado como um recurso adequado para a produção de móveis, componentes para edificações, material para embalagens e *pallets*", diz o pesquisador Reinaldo Herrero Ponce, do IPT. Um dos maiores especialistas e entusiastas do eucalipto, Ponce estuda esse gênero florestal há 16 anos, junto com outros pesquisadores, visando torná-lo uma alternativa à exploração das florestas nativas. Ele lamenta que a competência demonstrada pela euca-

liptocultura brasileira se limite apenas às indústrias de celulose e de painéis e às siderúrgicas movidas a carvão.

O Brasil possui a maior área de reflorestamento de eucalipto do mundo. A área total de plantio está estimada em 3 milhões de hectares – ou 0,35% do território nacional. Estima-se ainda que a produção anual de madeira serrada de eucalipto situe-se em torno de 200 mil m<sup>3</sup>, o que equivale a 1% da produção brasileira de madeira.

No exterior, o eucalipto já é importante na produção de madeira em países como Austrália, África do Sul, Chile, Nova Zelândia, Uruguai e Argentina. Com o esgotamento das florestas nativas e a pressão dos movimentos ambientalistas, a atual tendência mundial é a de produzir madeira a partir de florestas plantadas ou regeneradas. Embora venha sendo substituída, em muitos casos, pelo aço, pelo alumínio ou pelos plásticos, a madeira continua a ser um material de uso intenso, principalmente no Primeiro Mundo. A Organização das Nações

Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estima que o consumo anual *per capita* de madeira serrada seja de 0,54 m<sup>3</sup> nos EUA, de 0,69 m<sup>3</sup> no Canadá, de 0,49 m<sup>3</sup> na Suécia, de 0,29 m<sup>3</sup> no Japão e de 0,14 m<sup>3</sup> no Brasil. "Mesmo importando cerca de 55% de suas necessidades de toras para serraria, o consumo de madeira no Japão, por habitante, é o dobro do consumo brasileiro", ressalta Ponce.

A presença brasileira no mercado mundial de madeira serrada é muito pequena. O país participou desse mercado com 526 mil m<sup>3</sup>, o que representa 0,5% das trocas internacionais em 1987 (92 milhões de m<sup>3</sup>). "Uma indústria muito pouco competitiva", lamenta Ponce, que aponta algumas prováveis razões para esse quadro, entre elas as peculiaridades da floresta amazônica, hoje a principal fonte de matéria-prima florestal no Brasil. "A floresta é extremamente heterogênea, o clima é adverso à exploração florestal durante boa parte do ano e a infra-estrutura da região é precária, dificultan-



**Figura 7. A madeira de origem destes móveis (eucalipto) foi ocultada para mostrar a semelhança com madeiras nobres.**

do e encarecendo o transporte, a produção e os produtos finais”, enumera.

Seguindo a tendência de produzir madeira cultivando ou regenerando florestas, os diâmetros das toras têm diminuído, o que estimula o desenvolvimento de novos processos e equipamentos para beneficiar esse tipo de madeira. Os pesquisadores do setor advertem que o Brasil precisa adaptar-se a essa realidade, desenvolvendo uma nova indústria madeireira, com base em florestas de rápido crescimento e curtas rotações. Nesse caso, o eucalipto é uma excelente opção.

“O país possui a melhor eucaliptocultura do mundo. Em nenhuma outra região do planeta o eucalipto reage tão bem ao melhoramento genético e ao manejo”, argumenta Ponce. Para que a madeira serrada de eucalipto, ou de outras espécies plantadas, se torne definitivamente uma alternativa tanto para o mercado interno quanto para a exportação não falta muito, dizem cientistas e empresários do setor. Entretanto, é preciso

superar, acima de tudo, alguns problemas culturais ligados à falta de informações, responsáveis pela disseminação dos tabus sobre possíveis impropriedades dessa madeira (figura 7).

Apesar dos entraves, essa mudança de atitude pode ser acelerada a qualquer momento por motivações de natureza política ou de mercado: basta, por exemplo, que as pressões ambientalistas levem os principais países importadores a não mais comprar madeira de florestas tropicais nativas. Ou, em uma segunda hipótese, que se reduza repentinamente a disponibilidade dessas espécies nativas. O Brasil não precisa e não deve esperar por essas possibilidades, disse Reinaldo Ponce aos pesquisadores e empresários, no seminário do IPT. Ele está convicto de que a retomada do desenvolvimento econômico e social exigirá a construção de milhões de habitações, além de provocar um aumento da produção industrial e das importações e exportações. Processo que implicará o crescimento



**Figura 8. Maior coleção da América Latina, a xiloteca do IPT propicia classificação e conhecimento específico de madeiras brasileiras.**

**FLORESTA INDUSTRIAL NO BRASIL**

(produtividade estimada)

Área: 1.000 ha

Produtividade: 40 m<sup>3</sup>/ha/ano

Produção de toras para serraria: 60%

Toras para serraria: 24.000 m<sup>3</sup>/ano

Madeira para celulose: 16.000 m<sup>3</sup>/ano

Rendimento na serraria: 40%

Produção anual de madeira serrada: 9.600 m<sup>3</sup>/ano

Produção de cavacos para celulose na serraria: 8.400 m<sup>3</sup>/ano

Produção total de cavacos para celulose: 24.400 m<sup>3</sup>/ano ou 4.880t/celulose

Valor da madeira serrada: R\$ 150,00/m<sup>3</sup>

Empregos gerados na floresta: 50

Empregos gerados na serraria: 30

Empregos na indústria secundária: 100 a 400

FONTE: R. H. PONCE, IPT.

**Figura 9. Análise quantitativa de cultura de eucalipto destinada à produção de madeira serrada.**

da demanda de materiais e matérias-primas, inclusive a madeira.

Hoje, exportações e importações brasileiras de madeira serrada se equivalem. “Para atuar numa economia mais competitiva, porém, o Brasil terá de oferecer produtos de melhor qualidade e preços equivalentes ou inferiores aos do mercado internacional.” Estudos de diversos pesquisadores e instituições indicam que, sem grandes esforços nessa direção, o país será obrigado em breve a se tornar importador de madeira. Para que essa previsão não se confirme, algumas decisões políticas devem ser tomadas – e um dos fatores a serem considerados é o potencial do eucalipto.

Com seus privilégios ambientais e os conhecimentos que possui na área da silvicultura (figura 8), o Brasil poderá reverter o pessimismo e

assumir uma vantagem comparativa na produção de matéria-prima florestal. Nos trópicos brasileiros, a produção de madeira serrada de eucalipto, de alta qualidade – livre dos nós, rachaduras e imperfeições –, é possível em rotações bastante curtas, de seis a 12 anos. Nos países nórdicos, situados entre os maiores produtores mundiais de madeira, o ciclo médio das rotações é de 100 anos, lembra Ponce. A essas vantagens do eucalipto no Brasil podem ser associados outros fatores benéficos, como a oferta de terras para cobertura florestal e a disponibilidade de mão-de-obra. Além de reduzir os índices de evasão dos trabalhadores do campo, o incentivo ao eucalipto para madeira serrada, na opinião de Ponce, criaria um novo segmento econômico: as florestas industriais de pequeno porte (figura 9).

Em termos de mercado interno, lembra o especialista, boa parte da produção dessas florestas já poderia ser absorvida com a superação de um único problema político, originado provavelmente na desinformação: a Caixa Econômica Federal não financia a construção de casas de madeira, sob a alegação de que não teriam durabilidade. Isso é negado pelos pesquisadores e pelas experiências de construção já realizadas, principalmente pelo IPT. "Com a adoção de tecnologias de preservação adequadas, as casas de madeira podem ter uma durabilidade até maior do que as de alvenaria", assegura Ponce (figura 10). Ele aponta ainda outra vantagem de natureza sócioeconômica: as edificações de madeira são construídas em menos tempo, contribuindo para reduzir a dívida social na área da habitação popular.

Cálculos divulgados pela empresa Aracruz Celulose indicam que uma casa construída com eucalipto, com a tecnologia desenvolvida pelo IPT, tem um custo de US\$ 60 por m<sup>2</sup> – menos de um quinto do custo de uma construção convencional. As pesquisas revelam grandes vantagens nos aspectos de tempo e mão-de-obra: em apenas 15 dias, três operários podem montar uma moradia-padrão de dois dormitórios (figura 11). Com o objetivo de difundir essa tecnologia, e, também, buscando superar preconceitos e influenciar na definição de políticas de governo, a Divisão de Madeiras do IPT construirá dois edifícios de madei-

ra na Universidade de São Paulo, destinados às atividades discentes do Instituto de Energia e Eletrotécnica.

Autor do mais profundo estudo sobre efeitos ambientais das plantações de eucalipto no Brasil, o professor Walter de Paula Lima afirma que essa questão ainda parece tão indefinida quanto a origem das especulações. É significativo, no entanto, o fato de que as críticas a essa cultura venham tanto de leigos quanto de cientistas. Mesmo descartando-se posições apenas emocionais e preconceituosas, como a rejeição do eucalipto apenas por ser um gênero exótico, originário da Oceania, restam muitas dúvidas.

A maior parte das críticas concentra-se sobre a forma como, em geral, são realizados os plantios – em extensas áreas de monocultura. Sabe-se que nessas condições há uma baixa biodiversidade ecológica, e evidentemente isso se dá não apenas com o eucalipto. O resultado, confirma Lima, pode ser instabilidade ou vulnerabilidade a

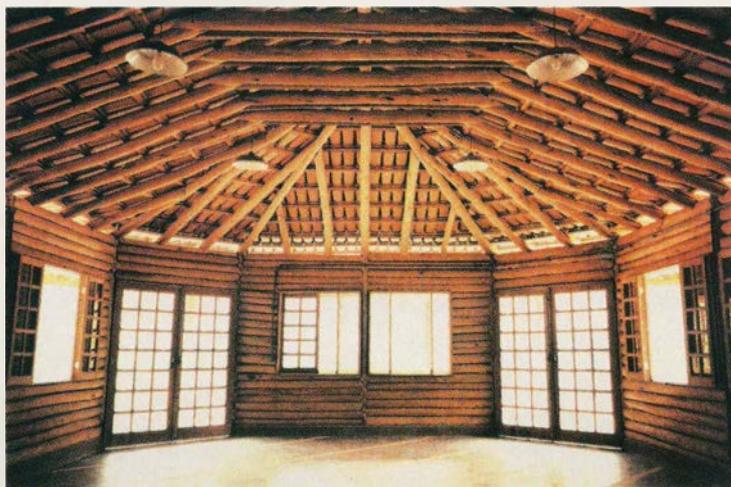
mudanças climáticas, assim como ao ataque de pragas e doenças.

As primeiras referências ao consumo excessivo de água pelo eucalipto vêm do século passado, na África do Sul: as plantações estariam tornando o clima do país mais seco, as nascentes estariam minguando e os cursos de água tornando-se intermitentes. Verificou-se depois que o autor dessas conclusões não tinha considerado a possibilidade de redução cíclica das chuvas nem o aumento da população, a intensidade de uso dos solos ou a compactação pelo pastoreio bovino. Todos esses fatores reduzem gradualmente a infiltração da água no solo. Nas condições tropicais, com a estação chuvosa concentrada em apenas alguns meses do ano, o funcionamento hidrológico das microbacias é normalmente mais vulnerável aos impactos das atividades de uso da terra, afirma o pesquisador.

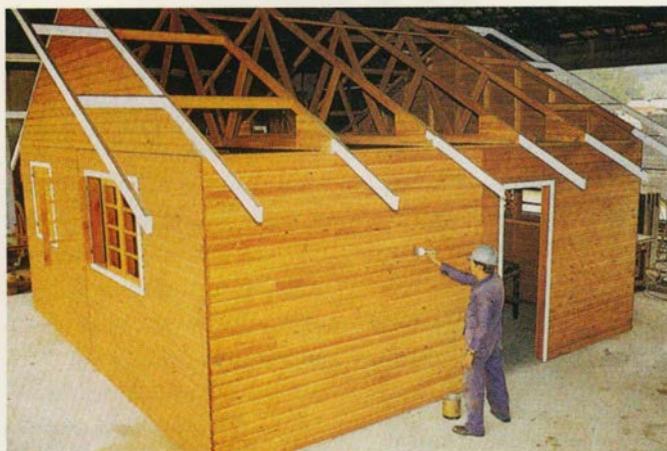
Ao realizar uma completa revisão sobre o assunto, Lima encontrou nos estudos disponíveis na literatura uma

conclusão clara: as espécies de eucalipto normalmente utilizadas em plantações intensivas de curta rotação para a produção de madeira industrial "não são nada diferentes de outras espécies, no que diz respeito ao controle estomacal da transpiração", ou seja, à perda de água para a atmosfera através das folhas. Medições cuidadosas, acrescenta o especialista, trazem também "a evidência de que as plantações, no tocante ao balanço hídrico de bacias hidrográficas, não diferem de outras espécies florestais".

Tais conclusões foram confirmadas por outros estudos citados no seminário do IPT. Eles indicam que a maior parte das espécies de eucalipto cultivadas no Brasil possui mecanismos fisiológicos de adaptação à oferta de água: consomem mais no período das chuvas, quando os mananciais estão supridos, e menos, além de reduzir a perda de água pela transpiração, quando o solo está mais seco. O processo foi comprovado também na Austrália, onde pesquisas indicaram que vá-



**Figura 10. Edificação em eucalipto: durabilidade garantida.**



**Figura 11. Protótipo de casa de eucalipto: cinco vezes mais barata que uma de alvenaria.**

rias espécies restringem seu consumo de água durante os meses secos do verão.

Depois da água, o solo é o recurso natural que mais concentra polêmicas quando se fala em plantações de eucalipto. A árvore já foi associada tanto a problemas de proteção do solo quanto de alteração de suas propriedades químicas e físicas. Segundo seus críticos, a cultura teria inclusive efeitos alelopáticos sobre a microflora. Mais que tudo, no entanto, o eucalipto teria relação direta com o esgotamento dos solos.

Nesse aspecto, as publicações também se dividem: já se escreveu que o eucalipto não devolve nada ao solo, levando-o, ao contrário, ao esgotamento, pelo consumo de grandes quantidades de nutrientes. No extremo oposto, já se afirmou que essas árvores melhoram a fertilidade do solo, ao extrair nutrientes das camadas mais profundas e devolvê-los às camadas superficiais com a queda das folhas. Lima esclarece que estudos mais recentes bus-

cam avaliar os efeitos sobre os solos medindo principalmente as alterações no capital de nutrientes disponíveis provocadas pelas sucessivas rotações. “Esse aspecto, que pode representar um perigo real em determinadas situações, merece maior preocupação”, diz.

Em síntese, o pesquisador da ESALQ alerta para a relatividade dos possíveis efeitos ambientais do eucalipto, no atual estágio de conhecimento. O gênero *Eucalyptus* tem mais de 600 espécies descritas, que ocorrem em variadas latitudes, explica o professor, e, portanto, deve-se esperar que as espécies tenham desenvolvido genótipos adaptados às mais variadas condições de solo e clima.

Embora mais atento aos aspectos tecnológicos do aproveitamento do eucalipto, Reinaldo Ponce encontrou espaço para apresentar no seminário argumentos ecológicos em defesa do uso da madeira dessa árvore. De acordo com Ponce, as flores-

tas de rápido crescimento para produção de madeira serrada são fundamentais para a diminuição das concentrações de CO<sup>2</sup> na atmosfera e, em consequência, para a minimização do efeito estufa. “O gás absorvido da atmosfera e contido na madeira fica imobilizado durante toda a existência desta”, revela. Isso significa que, enquanto a madeira permanecer na forma de móveis, objetos, construções e componentes para edificações, a atmosfera terrestre terá menor concentração de CO<sup>2</sup>.

Alguns aspectos ainda pouco esclarecidos da eucaliptocultura ainda geram mais desconfianças do que certezas, mas os trabalhos reunidos no IPT e em recentes publicações, no país e no exterior, atestam que a maioria dos possíveis efeitos ambientais negativos das plantações já pode ser mitigada. Mesmo existindo polêmicas ainda por superar, uma coisa parece certa: se o eucalipto não safou-se inteiramente da suspeita de ser inimigo da natureza, pelo menos já pôs por terra as críticas fundadas apenas no preconceito. Mas cientistas e empresários deixam claro que só com investimentos e pesquisas os obstáculos serão superados. É essa receita que faz do Brasil, hoje, um exportador de sementes selecionadas de eucalipto para a Austrália, país onde a árvore é nativa.

*Itamar Cavalcante*  
Colaborador de *Ciência Hoje*.



# Mestre Athaíde

## RESTAURADO

O fazendeiro José Marques sequer suspeitava que as seis telas em péssimo estado de conservação encontradas na capela de sua propriedade em São Domingos do Prata (Minas Gerais) pudessem ser do Mestre Athaíde (1762-1830), um dos mais importantes pintores do período colonial.

Os quadros apresentavam buracos, cores alteradas, ver-

niz oxidado e problemas na moldura. Descobertas pelo restaurador Jair Afonso Inácio e compradas pelo governo de Minas Gerais por cerca de US\$ 150 mil, as telas foram restauradas e podem ser vistas no Museu Mineiro em Belo Horizonte.

O trabalho de restauração foi feito por pesquisadores da Universidade Federal do

Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com a colaboração do Instituto Real do Patrimônio Artístico (IRPA), da Bélgica.

Os quadros foram submetidos a uma bateria de testes, o que levou os pesquisadores a concluir que não tinham passado anteriormente por qualquer processo de

restauração.

As fotografias com luz ultravioleta permitiram verificar os desenhos subjacentes e a inexistência de retoques antigos. Com isso, foi possível observar os primeiros esboços que o autor fez antes de começar a pintar. Em várias situações, o pintor mudou de idéia e optou por um caminho diferente do que tinha ima-



**Figuras 1 e 2.** As telas representando São Francisco de Paula (à esquerda) e São Camillo de Lellis Confeçor apresentam características diferentes das outras quatro obras, sugerindo que teriam sido feitas por outro pintor. Segundo os pesquisadores da UFRJ e da UFMG, a composição desses dois quadros é muito pobre. As linhas diretoras da composição são muito rígidas e sem variedades, com um número de elementos limitado. Somente a figura do primeiro plano é tratada com maior cuidado, mas de maneira plana e sem qualquer tentativa de criar volume através do claro/escuro. O esquema cromático é limitado, restringindo-se a um tom esverdeado uniforme no fundo e cores terrosas e neutras no primeiro plano. Só no quadro representando São Camillo de Lellis Confeçor aparece uma nota mais vibrante (vermelho das faces laterais do livro).

## QUEM É O ARTISTA

Manoel da Costa Athaíde, nascido em Mariana, em outubro de 1762, é o autor das imagens encontradas nos tetos da Igreja de São Francisco de Assis (Ouro Preto), da Igreja Matriz de Santo Antônio e da Ceia do Colégio Caraça (Santa Bárbara), da Sacristia da Igreja de São Francisco de Assis (Mariana). Colaborou com Aleijadinho na elaboração das figuras de cedro da Via Crucis para o Santuário do Senhor Bom Jesus dos Matosinhos (Congonhas do Campo).

Provavelmente por influência de seu pai, que era capitão, entrou para a carreira militar como cabo de esquadra, passando para sargento de ordenança, em 1797, e para alferes, em 1799.

Oficialmente solteiro, teve quatro filhos com Maria do Carmo Raimunda da Silva, mulata que pode ter sido a inspiração para o forro da Igreja de São Francisco de Assis.

Athaíde tinha atestado público de professor de Artes da Pintura e da Arquitetura, mas não há registros de formação sistemática. Alguns historiadores levantam a possibilidade do título ter sido dado a ele em homenagem a sua obra.

Faleceu em 2 de fevereiro de 1830, em Mariana, e foi sepultado na Capela da Ordem Terceira de São Francisco de Assis, a qual tinha pertencido.



**Figuras 3 e 4.** Nas telas que representam Santo Inácio de Loyola (à esquerda) e São Thomas de Villa Nova-Bispo, há características similares às encontradas em outras obras do Mestre Athaíde. A composição é complexa, com muitos elementos que enriquecem o conjunto. Há variedade nas direções das linhas do traçado regulador, dando dinamismo ao tema. Os fundos são trabalhados (nuvens, vegetação, elementos arquitetônicos ou peças de mobiliário). O esquema cromático se resolve sobre tons terrosos, destacando-se apenas algumas áreas brancas dos trajes dos santos ou das nuvens. Segundo a avaliação dos pesquisadores, a composição apresenta-se solidamente construída em função dos elementos arquitetônicos presentes na tela de Santo Inácio de Loyola e das estantes e demais peças de mobiliário da tela de São Thomas de Villa Nova-Bispo.

ginado inicialmente. Já a análise por raio X deixou o testemunho das pinceladas que definem a marca do artista.

Com as análises, foram identificadas as técnicas e as matérias-primas (tipo de tela, tinta etc.) usadas pelo Mestre Athaíde na época. “Além de ser um depoimento técnico-histórico, a avaliação contribuiu para uma restauração mais consciente”, explica Marilka Mendes, coordenadora do projeto e professora da Escola Nacional de Belas Artes da UFRJ.

No entanto, como acontece com quase todas as obras atribuídas ao Mestre Athaíde, as seis telas de São Domingos do Prata não são assinadas e não existem documentos que comprovem sua autoria.

Desde o início, os pesquisadores observaram que duas das seis telas tinham características diferentes das quatro restantes, sugerindo que poderiam ter sido feitas por outro pintor. “Duas eram extremamente simples, em contraste com a sofisticação das outras, que têm qualidade muito superior”, destaca Marilka.

A avaliação das características estilísticas (organização compositiva, esquema cromático, tratamento anatômico das figuras, solução dos demais elementos da composição etc.), juntamente com as outras análises, acabou por reforçar a dúvida.

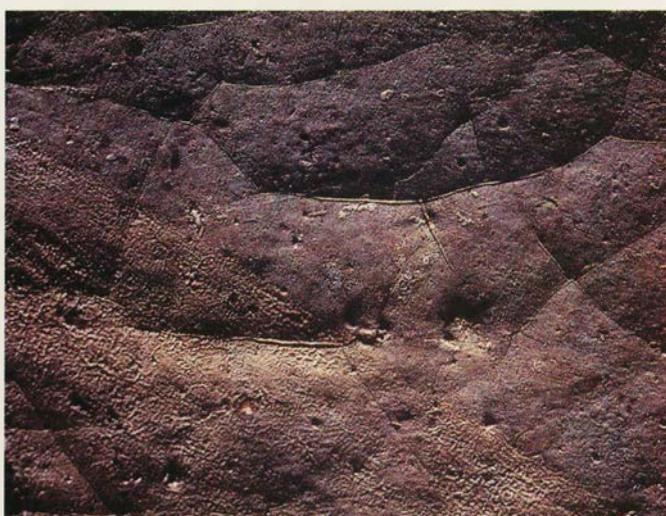
O trabalho dos pesquisadores da UFRJ e da UFMG permitiu definir um conjunto de elementos característicos do Mestre Athaíde, estabelecendo um código do pin-



**Figuras 5 e 6.** São Pedro Apostoli antes de ser restaurado, com iluminação inclinada para observar melhor as imperfeições. À direita, o mesmo quadro já restaurado.



**Figura 7.** Também com características do Mestre Athaide, as telas representando São Nicolau Tolentino (acima) e São Pedro Apostoli (ver nesta página) apresentam uma unidade de elementos. As duas obras mostram cores alegres (tons de azul, verde e vermelho) sobre um fundo com nuvens e um céu verde-azulado. O planejamento rico de dobras nas duas figuras também é um elemento de identidade entre os dois quadros. Em ambos, a figura do santo está sobre um eixo vertical, formando uma massa triangular apoiada por sua base no lado inferior do quadro e com o vértice situado na parte superior, quase sobre o eixo de simetria da tela.



**Figura 8.** Antes da restauração, os quadros apresentavam craquelê acentuado.

tor. “Isso vai facilitar a identificação, no futuro, de outras obras atribuídas ao Mestre Athaide”, explicou a coordenadora do projeto.

Marilka lamenta, no entanto, que “a ciência brasileira tenha entrado de uma maneira ainda muito tímida na área da restauração; eu es-

perava um interesse maior das instituições, especialmente da UFRJ”. E complementa: “no Brasil, essa área é apenas a própria experiência do restaurador”.

*Luisa Massarani  
Helena Londres  
Ciência Hoje/Rio de Janeiro.*

# INCUBADORAS:

## Infra-estrutura para microempresas

*Marianna Waltz*

Incubadora de Empresas da Coordenação de Programas de Pós-Graduação e Engenharia (COPPE-UFRJ).

**A**s incubadoras de empresas de base tecnológica começaram a ser criadas no Brasil na década de 80, como uma resposta à necessidade de criar empregos numa sociedade que a inovação tecnológica torna cada vez mais automatizada. Surgidas a princípio timidamente, seu número cresceu, sobretudo nos últimos dois anos. Hoje, mais de 200 empresas funcionam em incubadoras localizadas em capitais e cidades de médio porte, em estreito contato com as universidades que lhes dão apoio técnico-científico.

Através desse tipo de iniciativa, as universidades podem reverter em atividades econômicas os recursos públicos que recebem. Do ponto de vista social, é importante que a universidade e seus grupos de pesquisa sejam reconhecidos como geradores de empregos. Além disso, a disseminação de incubadoras fortalece o papel da pequena empresa, tanto por sua capacidade de inovação tecnológica quanto por sua importância na democratização da economia.

Instaladas em incubadoras, as microempresas de tecnologia de ponta reduzem problemas como despesas com aluguel, equipamentos e serviços de secretária. Desta forma, ganham condições de destinar mais recursos ao que realmente lhes interessa: a pesquisa. Elas podem se manter na incubadora por um prazo máximo de cinco anos, mas a partir do terceiro o desligamento é incentivado. Parte-se do princípio de que, após esse período, já estarão aptas a se tornar autônomas.

A incubadora de empresas da COPPE-UFRJ foi instalada em 1993 e conta com o apoio da Prefeitura do Rio de Janeiro, da agência regional do Serviço Brasileiro de Apoio à Pequena e Média Empresa (Sebrae-RJ), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Nas oito empresas ali instaladas trabalham 60 pessoas, desenvolvendo produtos e levando-os ao mercado. Além do uso compartilhado de instalações, equipamentos e infra-estrutura no *campus* da Ilha do Fundão, essa incubadora oferece assessoria na área de *marketing*. Segundo seu coordenador, o engenheiro Maurício Guedes Pereira, nesse curto espaço de tempo já ficou demonstrada a eficácia da incubadora como instrumento de proteção às empresas nascentes, assim como o enorme potencial de geração de empregos e renda existente na universidade.

Atualmente e em fase de expansão, o projeto está concluindo a construção de uma nova sede, também no *campus* do Fundão. O planejamento arquitetônico do novo prédio reflete o conceito de incubadora: um jardim interno estimula a sinergia na relação entre as empresas participantes, um dos princípios fundamentais da atividade. A nova sede terá condições de abrigar 15 empresas, já em processo de escolha. Os critérios de seleção das propostas, obrigatoriamente inovadora do ponto de vista tecnológico, levam em conta a possibilidade de interação com os grupos de pesquisa da UFRJ, além da viabilidade econômica do empreendimento.

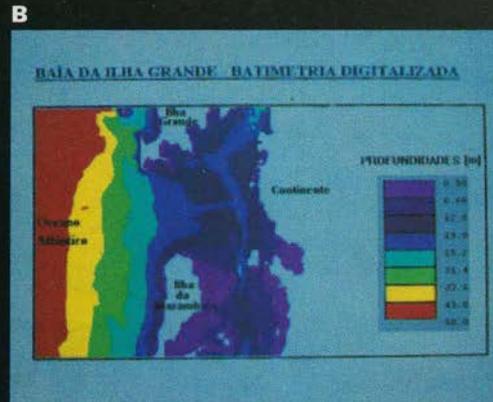
As empresas que entraram na fase inicial do projeto já participam de modo ativo do mercado, comercializando equipamentos e tecnologias e aperfeiçoando seus produtos. Elas desenvolvem produtos e serviços que abrangem vários setores da área tecnológica, desde mecânica de precisão a engenharia biomédica.

### Três incubadas

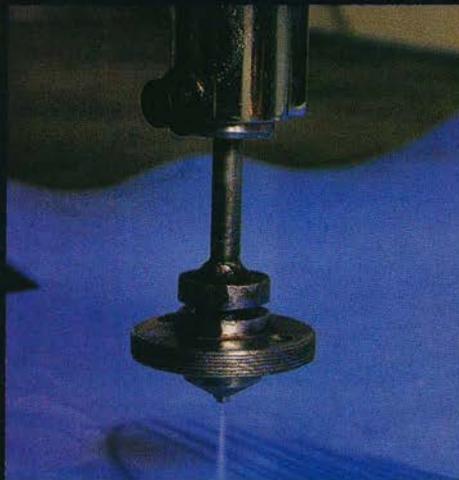
Uma das empresas associadas à incubadora da COPPE é a Jet Power, que desenvolveu no Brasil a técnica do hidro-corte (ver 'A água que corta', em Caderno de TeCHNOLOGIA, *Ciência Hoje* nº 110). Essa técnica permite, através de jatos de água de alta pressão, a perfuração e o corte de praticamente qualquer tipo de material. Outro exemplo de empresa *incubada* pela COPPE é a Aquamodelo Consultoria e Engenharia Ltda., especializada nas áreas de engenharia costeira, oceanografia, hidráulica fluvial e hidrologia.

A Aquamodelo analisa projetos de empreendimentos na região costeira e elabora diagnósticos sobre os sistemas naturais atuantes no local, a concepção e a dimensão da construção em si e seu impacto no meio ambiente. Ela atua em áreas variadas, desde a solução de problemas de erosão e assoreamento até a elaboração de projetos de marinas, *piers* e cais, realizando ainda estudos para engordamento artificial de praias e abertura de barras em rios e lagoas. A empresa simula as conseqüências e a viabilidade do projeto em questão, em diagnóstico fundamental para garantir a preservação do meio ambiente e também para o próprio sucesso do empreendimento.

O primeiro passo em um projeto de engenharia costeira é



**AQUAMODELO**  
A empresa desenvolveu modelos computacionais de análise de construções em áreas costeiras. **A)** Modelo de evolução de perfis de praia. **B)** Batimetria digitalizada (baía da Ilha Grande).

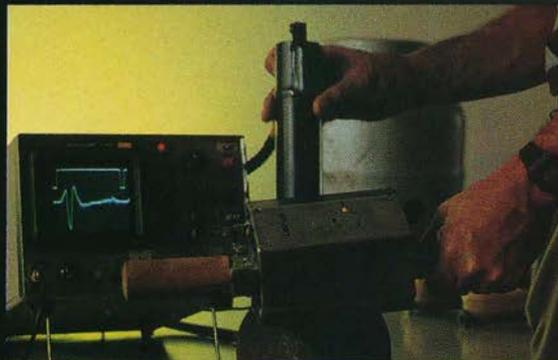


**JETPOWER**

A empresa criou a tecnologia e o equipamento de perfuração e corte de qualquer material com a utilização de jatos de água de alta pressão. Na foto, detalhe do bico do equipamento.



**SAFE METAL**  
A empresa projetou e fabrica um aparelho para inspeção em cilindros metálicos de gases, utilizando campos magnéticos para detectar falhas estruturais.



um minucioso levantamento de campo das condições da localidade (praias, rios, estuários). Para analisar os dados e as simulações, a empresa conta com modelos numéricos computacionais de diferentes finalidades, como os de Qualidade de Água, Circulação de Água, Propagação de Onda e – ainda inéditos no Brasil – Evolução de Praia em Planta e Evolução de Praia em Perfil. Esses modelos prevêm e avaliam as variações topográficas causadas pela arrebentação das ondas ao longo do tempo.

A Safe Metal, Tecnologia em Inspeção de Equipamentos, também uma empresa *incubada* pela COPPE, ganhou em 1994 o Prêmio Governador do Estado, da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico de São Paulo, por seu aparelho para inspeção de cilindros de gases. Ele utiliza campos eletromagnéticos para a detecção de

avarias internas e externas em tubos ou cilindros metálicos.

Para ser avaliado, o cilindro é colocado no equipamento, um verdadeiro poço de magnetismo de cerca de 40 cm de diâmetro. Se houver fissuras, oxidação ou qualquer outro tipo de irregularidade, os sinais magnéticos mostram distorções, detectadas pela máquina. Todo o processo não demora mais do que dois minutos.

Sem similar no país, o aparelho é um dos projetos desenvolvidos pela empresa para solucionar problemas de avaliação não atendidos pelo mercado tradicional. A Safe Metal estuda os casos em que há dificuldade na inspeção e elabora ensaios com base em princípios físicos. Os ensaios, que podem ser magnéticos, termográficos, radiográficos e por ultra-som, são utilizados para produzir equipamentos especiais para atender a cada uma das situações.

VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA

VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA

