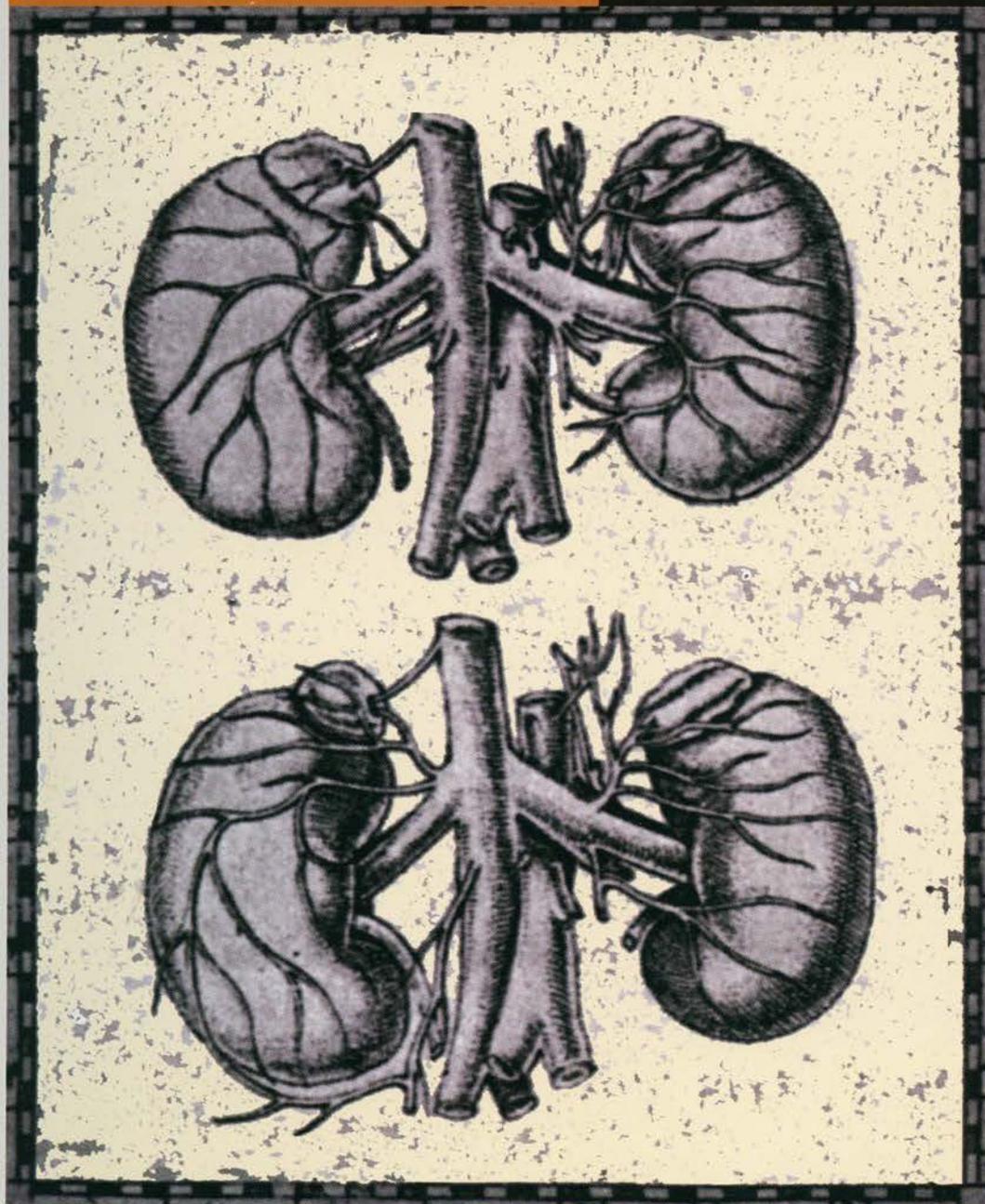
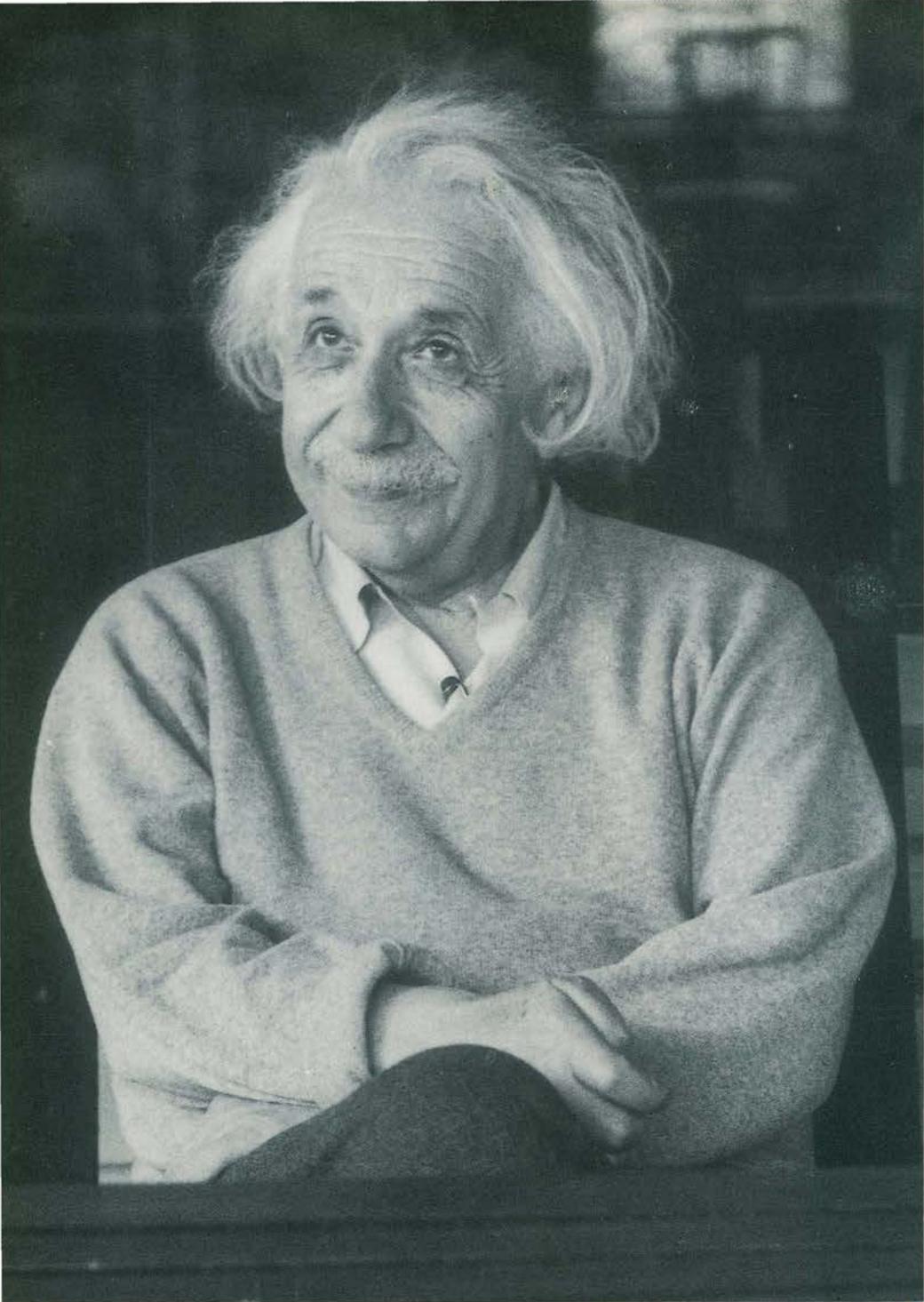


# CIÊNCIA HOJE



## **Insuficiência Renal** *Entre o transplante e a diálise*



**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.

# CORPO HUMANO: MERCADORIA OU VALOR?

Essa é a pergunta que faz o médico italiano Giovanni Berlinguer em artigo publicado na Revista do Instituto de Estudos Avançados da USP (\*), e do qual transcrevemos as principais idéias.

A constituição proíbe o comércio de órgãos humanos, mas é comum encontrar nas páginas de jornal ofertas de rins para transplante.

O mercado de órgãos existe, e também hospitais e médicos dispostos a executar a operação. Como evitar que o corpo humano seja transformado em mercadoria?

Haverá diferenças ou analogias entre o mercado de corpos humanos dos tempos da escravidão e o mercado atual, que abrange as seqüências de ADN, os gametas, os aparelhos reprodutores, os embriões para uso experimental, o sangue, a medula, os órgãos para transplante?

"Formulando um juízo moral eu responderia que não há diferença substancial", observa Berlinguer no artigo citado.

Editorial da revista *Nature*, de 2 de fevereiro de 1989, no entanto, defende que, sob determinadas condições, a compra de órgãos para transplante pode se justificar. Há circunstâncias – diz a revista – em que o doador pode precisar de dinheiro, mesmo sabendo que corre o risco de prejudicar a sua saúde futura.

Apesar do editorial, os cirurgiões ingleses que realizaram um transplante de rins comprados foram condenados e perderam os seus registros médicos. Os órgãos tinham sido adquiridos de fornecedores turcos, levados até a Inglaterra para realizar a operação.

No Brasil, multiplicam-se as denúncias de um intenso tráfico de órgãos comprados de adultos ou mesmo extraídos de crianças seqüestradas. Até quando ignorá-las?

Berlinguer observa ainda que, ao admitir que uma pessoa tenha o direito de vender uma parte de seu próprio corpo, confunde-se pessoa e propriedade, distinção que Kant já tinha esclarecido há mais de dois séculos, mas que importantes expoentes da Bioética norte-americana insistem em desconhecer.

H.T.Engelhardt Jr., no seu *Manual de Bioética*, afirma que existem interpretações possíveis do princípio de beneficência e certos riscos de exploração de indivíduos que poderiam levar a resultados moralmente indesejáveis. Mas alguns recursos particulares podem proteger tais práticas, mesmo que sejam conflitantes com os postulados gerais dos costumes ocidentais. Além disso, segundo ele, "se alguém se vender por preço justo e em condições adequadas, supõe-se que seja possível levar ao máximo o saldo ativo de benefícios em face dos prejuízos".

Tais 'postulados gerais', que desde Kant são patrimônio comum de nossa cultura, consideravam que "o homem não pode dispor de si mesmo, porque não é uma coisa nem é propriedade de si mesmo, pois seria contraditório. De fato, na medida em que ele é pessoa, ele é sujeito, ao qual pode caber a propriedade de outras coisas. Mas se fosse propriedade de si mesmo, seria uma coisa, cuja posse poderia reivindicar. Ora ele é pessoa, o que é diferente de propriedade, e portanto não é coisa cuja posse lhe caiba reivindicar..."

Mas não se pode esquecer que hoje existe uma demanda real de órgãos, que passaram a ter um valor de uso fora do indivíduo. Desde que foram aperfeiçoadas as técnicas de transplante, há uma

intensa procura por órgãos, muito superior a oferta solidária e espontânea. Paradoxalmente, no entanto, devemos reconhecer que não faltam cadáveres, cujos órgãos em boas condições poderiam ser transplantados e preservar a vida de pessoas doentes.

Deve-se combater o comércio de órgãos. E deve-se também atender a angustiada procura de pacientes que precisam substituir órgãos condenados.

A solução que pode e deve ser estimulada é a prática de autorizar a doação dos próprios órgãos, em bom estado, após a morte. Mas é preciso haver um severo controle dos atestados de óbito para evitar os abusos já registrados em numerosas oportunidades.

Porém, mesmo quando a doação voluntária foi estimulada, ela não se revelou suficiente para atender a demanda. Isso levou a legislação de alguns países, como a França, a determinar que órgãos de cadáveres podem ser retirados para transplantes sem a autorização de seus familiares. Exceto nos casos em que a pessoa tenha proibido, em vida, a utilização de seus órgãos após a morte.

Substitui-se assim o consentimento afirmado pelo consentimento presumido: calar-se é consentir. Se bem administrado esse sistema permite que o número de órgãos disponíveis cresça significativamente, e atenda plenamente a demanda.

Eticamente surge um conflito de valores entre o respeito pelo corpo humano e a possibilidade de restaurar a sanidade de outro corpo. Na escolha a preservação da vida prevalece.

Do ponto de vista jurídico já existe precedente, uma vez que os tribunais autorizam autópsias e intervenções nos corpos após a morte, mesmo contrariando a vontade dos parentes interessados na integridade do cadáver. A excepcionalidade desses casos estaria assim transformada em regra, o interesse público prevalecendo sobre o desejo familiar.

Berlinguer observa que também as fronteiras da pesquisa científica contribuem para encontrar soluções às questões postas. Tanto na busca de prevenção e terapia das doenças que afetam determinados órgãos, como na própria criação de órgãos artificiais e nos transplantes de órgãos de animais.

Já se produzem componentes do sangue através das técnicas do ADN recombinante. No entanto, o transplante de órgãos provenientes de outras espécies até agora não teve sucesso.

É possível porém, já imaginar essa operação utilizando animais transgênicos, cujos órgãos tenham sido previamente compatibilizados com o organismo humano.

Alternativas ao comércio existem.

Resta, no entanto, o dilema: o corpo humano tem valor intrínseco, próprio ou pode ser considerado, mesmo que em casos específicos uma mercadoria?

Voltando a Kant, a resposta não admite soluções intermediárias. Há um divisor moral que separa as duas opções, "pois é impossível ser ao mesmo tempo, coisa e pessoa, e fazer coincidir o proprietário e a propriedade... o homem não pode dispor de si mesmo. Não lhe é permitido vender um dente ou um pedaço de si mesmo".

\* *Revista do Instituto de Estudos Avançados* da USP, nº 7, 1993.

**EDITORIAL****UM MUNDO DE CIÊNCIA**

A nanotecnologia já consegue fabricar hoje dispositivos eletrônicos apenas 10 vezes maiores que um átomo. Novos processos, ainda em fase de pesquisa, prometem conseguir produzir estruturas ainda menores, com a ajuda da física atômica.  
Por Vanderlei Bagnato.

Parece confirmada a hipótese de que a formação de radicais livres é responsável pelo envelhecimento celular. Insetos tratados com enzimas envolvidas no metabolismo de radicais oxidativos tiveram a vida média prolongada em um terço.  
Por Eloi S. Garcia.

A descoberta de um crânio de *Homo sapiens sapiens* na China reforça a teoria multirregional da origem dos humanos modernos. Sua idade remota contradiz a concepção de que nossa espécie teve uma origem única na África.  
Por Diego Meyer e Walter Neves.

Especialistas brasileiros comentam as pesquisas e as principais realizações dos ganhadores do Prêmio Nobel de 1994.

**TOME CIÊNCIA**

A desordem vem sendo estudada em conexão com diversas teorias como a do caos e a dos fractais. Um exemplo de estrutura celular não-ordenada que tem despertado muito interesse é a das espumas que, por suas propriedades únicas, tem vasta possibilidade de aplicação.  
Por Marcelo A. F. Gomes.

O estudo das macroalgas marinhas tem contribuído para avaliar o grau de poluição nas regiões costeiras, principalmente a causada pelos metais pesados.  
Por Gilberto M. Amado,  
Cláudia S. Karez e Wolfgang C. Pfeiffer

**1 ENTREVISTA****26**

- 3 Jorge Kalil fala das dificuldades na captação de órgãos para transplante, dos avanços registrados na área de imunologia de transplantes e defende a perspectiva do uso de órgãos animais para salvar vidas humanas.  
Entrevista concedida a Marise Muniz.

**DOCUMENTO****30**

- 20 Há 200 anos Antoine Laurent Lavoisier, um dos maiores cientistas de todos os tempos, morria na guilhotina. Juntando-se às várias homenagens prestadas a Lavoisier, *Ciência Hoje* publica boa parte do discurso proferido por ele, em 1789, para apresentar seu "Tratado de Química Elementar", uma obra clássica da história da ciência.

**20**

**Insuficiência Renal Crônica**

*Paulo Cesar Koch Nogueira e João Tomás de Abreu Carvalbaes*

O aparelho renal é responsável pelo equilíbrio do organismo. De seu funcionamento dependem a pressão arterial e a síntese de diversos hormônios e vitaminas. A insuficiência renal pode levar a inúmeras patologias.

**Os Processos Dialíticos**

*Sérgio Draibe; Miguel Cendoroglo; Maria Eugênia Fernandes Canziani; Aluizio Barbosa de Carvalho e Horácio Ajzen*

Quando as unidades filtrantes dos rins sofrem lesões irreversíveis, os rins param de excretar solutos tóxicos, que passam a ser retidos no organismo. Os métodos dialíticos foram desenvolvidos para eliminar esses resíduos e restabelecer o equilíbrio do organismo.

**Transplantes renais no Brasil**

*Ricardo Sesso; Meide S. Anção; Daniel Sigulem; Sérgio Draibe e Oswaldo L. Ramos*

No Brasil, apenas cerca de 20% dos pacientes portadores de insuficiência renal crônica terminal vivem com o rim transplantado. O custo de uma diálise é extremamente alto e torna-se urgente planejar melhor o tratamento desses pacientes, aumentando o número de transplantes.

**Por que a indústria de plásticos não precisa ter medo do caos**

*José Carlos Pinto*

*Programa de Engenharia Química/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

Os plásticos pertencem a uma categoria de materiais chamados polímeros que, por suas múltiplas possibilidades e diversidade de reações, têm sido muito estudados.

A teoria do caos pode trazer uma contribuição importante para a compreensão desses fenômenos.

**32 : É B O M S A B E R**

Para que o paraíso dos golfinhos rotadores em Fernando de Noronha seja preservado, é fundamental a cooperação dos ilhéus, dos visitantes e das agências de turismo em torno de programas com base educativa. Por Liliane Lodi.

**36**

Em muitos países, inclusive no Brasil, verdadeiros batalhões de cupins infestam prédios inteiros, destruindo batentes, rodapés e móveis. Para combatê-los, cada vez mais, buscam-se alternativas aos inseticidas tradicionais. Por Ana Maria Costa Leonardo e Barbara L. Thorne.

**42**

A observação do modo pelo qual o mexilhão adere a substratos sob a água levou a pesquisas extremamente sofisticadas, com implicações positivas para a indústria e para a medicina. Por João Tadeu Ribeiro-Paes e Vanderlei Rodrigues.

**52**

## Nobel 94

Pesquisadores de diversas áreas comentam a premiação da Academia Sueca de Ciências no ano de 1994 e o Prêmio da Paz, concedido pelo comitê norueguês do Nobel.

Grande destaque deste ano, o Prêmio Nobel da Paz gerou muita controvérsia dentro do júri e até pedidos de renúncia entre os árbitros. Dois israelenses – o 'águia' Yitzhak Rabin e o 'pomba' Shimon Peres – dividem o prêmio com o arquiinimigo palestino Yasser Arafat.

A curiosidade, novamente, ficou com a literatura. Desta vez, o Nobel atrai a atenção do mundo para um desconhecido autor japonês.

## O reconhecimento custou mas chegou

O **PRÊMIO NOBEL DE FÍSICA DE 1994** foi concedido a Bertram Brockhouse, da Universidade de Mac Master, em Ontário, no Canadá, e Clifford Shull, do Instituto Massachusetts de Tecnologia (MIT), em Cambridge (EUA), pelo desenvolvimento de técnicas de espalhamento de nêutrons para o estudo de materiais.

O primeiro trabalho de Shull com a estrutura magnética do ímã natural, a magnetita, foi feito no reator de nêutrons do Laboratório Nacional de Oak Ridge, no Tennessee (EUA), em 1951. Já Brockhouse foi o pioneiro na técnica de espalhamento inelástico de nêutrons por materiais, com estudos feitos no Laboratório de Chalk River, em Ontário, a partir de 1955.

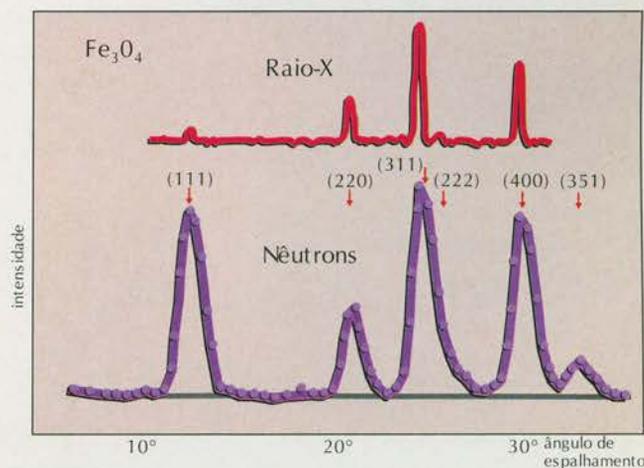
Desde então, o espalhamento de nêutrons tornou-se uma técnica fundamental na área de Física da Matéria Condensada. Mas foram necessários 40 anos para que as contribuições de Brockhouse e Shull fossem reconhecidas pela comissão do Prêmio Nobel. Normalmente o Prêmio Nobel é concedido entre 10 e 20 anos após uma descoberta ou contribuição fundamental, embora haja casos de intervalo de dois anos, como foi o de Muller e Bednorz (supercondutividade em alta temperatura). O merecido prêmio de Brockhouse e Shull demorou, mas chegou.

Antes dos trabalhos de Brockhouse e Shull, os reatores de nêutrons, partículas que integram o núcleo atômico, eram de interesse exclusivo dos físicos nucleares e de partículas elementares. A técnica de espalhamento de nêutrons para o estudo dos materiais baseia-se no fato de que, assim como o elétron ou qualquer outra partícula, um feixe dessas partículas comporta-se como uma onda com energia e *momentum* bem definidos (dentro de uma pequena incerteza de natureza quântica).

Quando um feixe de nêutrons incide num material cristalino, ele sofre o efeito de difração devido ao ordenamento regular dos íons, analogamente ao que ocorre quando um feixe de luz monocromática incide sobre uma grade de difração. O efeito resultante é uma in-

terferência construtiva que ocorre para certos valores do ângulo de incidência. Esses valores dependem da razão entre o comprimento de onda da radiação e a distância entre as ranhuras na grade de difração. O fato importante é que a difração só é significativa se esses dois comprimentos forem da mesma ordem de grandeza.

No caso dos nêutrons, o comprimento de onda pode ser ajustado, através da velocidade do feixe, para ter valor comparável com a distância entre os átomos nos materiais, que é da ordem de alguns Angstroms ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ). Nessa situação, o feixe de nêutrons sofre difração pela rede cristalina do material, o que pode ser observado pelos picos na intensidade do espalhamento, ou difração, correspondentes aos vários planos cristalinos.



Comparação entre os espectros de difração de raios-X e de nêutrons, feita por Shull e colaboradores na magnetita à temperatura ambiente. No espectro de nêutrons verifica-se uma maior contribuição do espalhamento magnético.

Até aí o uso de nêutrons não tem vantagens sobre o de raios-X, que é uma radiação eletromagnética de alta frequência, cujo comprimento de onda em certa faixa também é da ordem de alguns Å. A utilidade dos raios-X para estudar a estrutura dos materiais foi descoberta pelos dois William Bragg, pai e filho, o que lhes valeu o Prêmio Nobel de Física em 1915.

Os aparelhos de raios-X são muito menores, mais baratos e mais fáceis de usar que os reatores de nêutrons. O que torna a difração de nêutrons particu-

larmente importante é o fato dessas partículas terem *spin*, e portanto, com comportamento que lembra o de minúsculas agulhas magnéticas. Quando um feixe de nêutrons incide num material magnético, os picos de difração dão informação sobre o ordenamento dos íons magnéticos, o que não ocorre com os raios-X. A figura 1 mostra a comparação entre os diagramas de difração de raios-X e de nêutrons observada na magnetita.

A análise detalhada das intensidades, da forma e da

largura dos picos de difração permite obter certas informações sobre as propriedades magnéticas dos materiais, que não são obtidas por qualquer outra técnica.

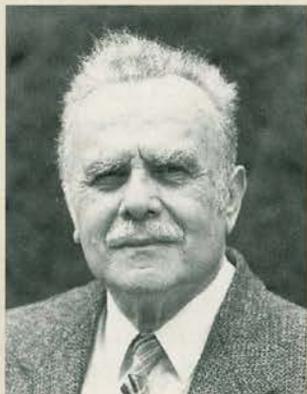
No fenômeno que acabamos de descrever, os nêutrons difratados têm a mesma energia do feixe incidente. Esse tipo de espalhamento é chamado de 'elástico'. Se a rede cristalina, ou os *spins* dos íons magnéticos estiverem vibrando com certa frequência, uma parte dos nêutrons é espalhada com energia diferente daquela do

feixe incidente. Isso é análogo ao efeito Doppler, pelo qual uma onda refletida por um objeto em movimento tem sua frequência deslocada de um certo valor proporcional à velocidade do objeto. Esse é o fenômeno no qual se baseia a operação dos radares usados para medir a velocidade dos automóveis nas estradas.

Os nêutrons espalhados têm energia cuja diferença para o valor incidente é exatamente a energia de vibração da rede, ou dos *spins*. As ondas de vibração da rede cristalina, cujos *quanta*

**Bertram Neville Brockhouse**

*nasceu em Lethbridge, Alberta (Canadá) e obteve seu bacharelado em física na Universidade da Columbia Britânica, e o PhD na Universidade de Toronto em 1950. Nesse ano, ingressou nos Laboratórios Nucleares de Chalk River de Energia Atômica do Canadá, onde começou a estudar as propriedades dos sólidos usando os feixes de nêutrons de reatores nucleares.*



*Em 1962, no auge de sua produtividade científica, passou a integrar o corpo de professores do departamento de física da Universidade Mac Master. Desde 1984, ele é Professor Emérito de Física nessa universidade e recebeu o título de Doutor Honoris Causa.*

*Seus trabalhos já foram muito premiados. Recebeu, entre outros, o prêmio "Buckley" da Sociedade Americana de Física, a "Medalha Dudell", a "Medalha Tory" da Sociedade Real do Canadá, da qual é membro, assim como a da Sociedade Real de Londres. Ele também foi agraciado com a Ordem do Canadá.*

*Brockhouse declarou que, se ele fosse usar a influência do Prêmio Nobel, chamaria a atenção sobre os problemas do meio ambiente principalmente os relativos aos de conservação de energia. Embora ele não seja da escola alarmista, ele vê problemas que são preocupantes e que devem ser encarados a longo prazo (não muito longo).*

*Atualmente aposentado, ele aprecia música e teatro e se mantém sempre em contato com a física através dos seminários e colóquios na universidade.*

**Clifford Glenwood Shull**

*nasceu em Pittsburgh (EUA) em 1915, onde fez seus estudos secundários, entrou na atual Universidade Carnegie Mellon, para estudar engenharia aeronáutica, mas no fim de seis meses já estava fazendo física e graduou-se em 1937. De 1937 a 1941 ele foi auxiliar de ensino na Universidade de Nova Iorque*



*onde cursou o doutorado obtendo o PhD em 1941. Foi pesquisador da Texas Co. em Beacon, (Estado de Nova Iorque) até 1946 e no Laboratório Nacional de Oak Ridge (EUA) até 1955, quando ingressou no MIT, aposentando-se em 1986.*

*Durante cerca de 50 anos fez pesquisas pioneiras, investigando os princípios fundamentais do espalhamento elástico de neutrons. Professor Emérito de Física do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) nos Estados Unidos, Schull é descrito pelos seus colegas como uma pessoa de respostas rápidas e grande senso de humor, dono de uma infinita paciência e um educador excepcional.*

*Recebeu o prêmio "Buckley", da Sociedade Americana de Física, e é membro da Academia Americana de Artes e Ciências e da Academia Nacional de Ciências dos EUA.*

são chamados fônons, e as ondas de *spin*, cujas *quantas* são os magnons, são importantes excitações coletivas dos materiais. O espalhamento inelástico de nêutrons é a única técnica que permite investigar todos os fônons e magnons dos materiais, assim como outras excitações coletivas.

Brockhouse foi pioneiro no desenvolvimento dessa técnica e no seu uso em Matéria Condensada. O espectrômetro de três eixos que ele construiu em Chalk River serviu de modelo para muitos outros no mundo, sendo conhecido como espectrômetro de Brockhouse.

O espalhamento de nêutrons é uma técnica muito dispendiosa pois requer um reator de nêutrons para gerar o feixe incidente. Por essa razão, há poucos centros no mundo que dispõem dessa técnica. Em geral são laboratórios nacionais utilizados por pesquisadores de inúmeras instituições, até mesmo de diversos países. O único laboratório da América do Sul que dispõe de um reator e de equipamentos para difração de nêutrons está no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo. O reator do IPEN tem um uso relativamente restrito, mas com algum investimento associado a uma política de laboratório nacional, poderia tornar-se de grande utilidade para a comunidade de Física dos Materiais no país.

#### Sergio M. Rezende

Departamento de Física,  
Universidade Federal  
de Pernambuco.

## Carbocátions e superácidos no caminho do Prêmio Nobel

### O PRÊMIO NOBEL DE QUÍMICA DE 1994

foi concedido a George Andrews Olah, húngaro naturalizado norte-americano, professor da Universidade da Califórnia do Sul, pelos seus trabalhos sobre a química dos carbocátions (hidrocarbonetos carregados positivamente) e dos superácidos (ácidos bilhões de vezes mais fortes que o sulfúrico). Mas qual a trajetória até o Nobel e a importância de seus trabalhos para a química e a sociedade?

Nascido na Hungria, George Olah iniciou suas atividades de pesquisa no Instituto Central de Pesquisas Químicas da Academia de Ciências da Hungria em Budapeste. Suas primeiras publicações internacionais datam de meados da década de 50 e versam sobre um novo método de preparação de compostos nitroaromáticos, importantes intermediários na produção de fármacos.

Em 1956, quando da invasão das tropas soviéticas à Hungria, ele emigrou para o Canadá, trabalhando na Dow Química. Neste período, pesquisou novos sistemas ácidos para a produção de alquilbenzenos, produtos utilizados em petroquímica e na fabricação de detergentes. Esses sistemas ácidos iriam, mais tarde, ser a base da química desenvolvida por George Olah.

Em 1962, ainda na Dow Química, publicou os primeiros trabalhos relatando a observação direta de um carbocátion. Essas espécies são importantes intermediários reacionais em vários processos químicos como a produção de gasolina automotiva, plásticos, detergentes, fármacos, corantes etc., mas difíceis de serem observadas diretamente, devido ao seu curto tempo de vida. Esses trabalhos permitiram comprovar a existência de tais espécies, até então tidas apenas como uma conceituação teórica, e propiciaram o estudo detalhado de suas propriedades e estrutura química, de forma a se desenvolver melhores processos químicos.

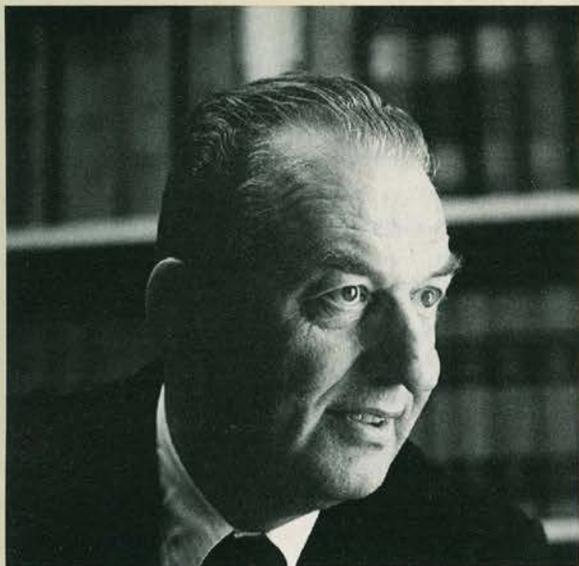
A observação direta dos carbocátions só foi possível graças ao emprego de sistemas superácidos, que, devido a sua enorme acidez e baixa nucleofilicidade (baixa capacidade de doar um par de elétrons e assim formar uma ligação nova), proporcionam uma vida mais longa aos carbocátions, permitindo o seu estudo por técnicas espectroscópicas como a ressonância magnética nuclear.

De 1962 até 1965, ainda na Dow Química, Olah fez as primeiras observações diretas dos carbocátions em sistemas superácidos. Nessa época ele publicou cerca de 50 traba-

lhos científicos em revistas especializadas. Em 1965, mudou-se para a Universidade Case Western Reserve, em Cleveland, Ohio (EUA), onde permaneceu até 1977, realizando os principais estudos sobre a química dos carbocátions e dos sistemas superácidos. Foram publicados cerca de 300 trabalhos científicos que, até hoje, constituem a principal bibliografia sobre o assunto.

A partir de 1968, Olah começou a estudar a ativação de hidrocarbonetos parafínicos em meios superácidos. Esses estudos mostraram que tal classe de hidrocarbonetos – principais constituintes do petróleo e do gás natural e cuja baixa reatividade a agentes químicos dificulta seu aproveitamento – pode ser convertida em produtos mais nobres, de maior interesse industrial, nos meios superácidos.

Em 1977, foi convidado para dirigir o Instituto de Pesquisas de Hidrocarbonetos Loker, da Universidade da Califórnia do Sul em Los Angeles (EUA), onde permanece até hoje. Desde então Olah tem trabalhado no desenvolvimento de novos sistemas superácidos para conversão de gás natural em produtos mais comercialmente rentáveis. Esse é, sem dúvida, um dos maiores desafios tecnológicos



**George Olah** nasceu em 1927 na cidade de Budapeste, Hungria. Na escola, a matéria preferida era história e, só no fim do curso secundário optou pela carreira científica, influenciado por alguns de seus professores.

Estudou química na Universidade Técnica de Budapeste e, em 1949, obteve seu PhD, tornando-se professor assistente. Ao mesmo tempo, era pesquisador do Instituto de Pesquisas da Academia de Ciências da Hungria. Com a invasão soviética, mudou-se para o Canadá em 1956, onde passou a trabalhar na Dow Química. Em 1964, ainda pela mesma companhia, transferiu-se para o estado de Massachusetts (EUA), perto da Universidade de Harvard e do MIT, vizinhança que ele apreciou amplamente. Em 1965, tornou-se professor e chefe dos departamentos de química da Universidade Western Reserve e do Instituto de Tecnologia Case de Cleveland, Ohio.

Em 1977, Olah foi para a Universidade da Califórnia do Sul com o desafio de fundar um centro de pesquisas sobre hidrocarbonetos, o Instituto Loker de Pesquisa sobre Hidrocarbonetos, inaugurado em 1978. Atualmente, é professor de Química Orgânica na Universidade da Califórnia do Sul em Los Angeles e diretor do Instituto Loker.

Membro da Academia Nacional de Ciências dos EUA, Olah foi premiado pelo Instituto Americano de Pioneiros em Química e recebeu os prêmios "Richard C. Tolman" e "Alexander von Humboldt Stiftung".

Olah é uma pessoa que vive química sete dias por semana. Segundo suas próprias palavras, a química não é trabalho, é um lazer que ele ama, e que, ainda por cima, é pago para fazer.

a ser enfrentado nos próximos anos, e seus trabalhos têm dado importante contribuição para que a humanidade possa, em um curto espaço de tempo, aproveitar as enormes reservas de gás natural do planeta.

Olah é autor de diversos livros e centenas de trabalhos científicos, além de um grande número de patentes, algumas em plena utilização industrial. Tem sido um dos autores mais citados na literatura química, e seu trabalho pioneiro o levou a reformular a nomenclatura da química orgânica.

Apesar do grande interesse industrial pelos sistemas superácidos líquidos, a sua utilização em grande escala é ainda limitada, não só por seu difícil manuseio, mas também pelo risco de trazerem novos problemas de despejos industriais, uma vez que se desativam durante as reações.

Os crescentes problemas de poluição ambiental dos nossos dias provocam uma grande corrida pelo desenvolvimento de sistemas superácidos sólidos, que apresentariam menores problemas de despejos industriais. A possibilidade de serem regenerados e plenamente reaproveitados no processo diminui a poluição pelos dejetos ácidos, e os custos de processamento. Um dos materiais mais promissores são os zeólitos, moléculas formadas por átomos de silício, oxigênio, alumínio, metais alcalinos e hidrogênio, e que possuem uma estrutura tridimensional organizada.

Atualmente empregados na produção de gasolina automotiva, os zeólitos são fabricados em grande escala também no Brasil. Uma das questões mais importantes, hoje em dia, é saber se os zeólitos podem agir como sólidos superácidos, propiciando uma química similar àquela estudada por Olah nos superácidos líquidos.

Estudos desenvolvidos no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobrás (Cenpes) indicam uma certa similaridade entre a química de ativação de hidrocarbonetos nos zeólitos e nos superácidos líquidos, abrindo um novo horizonte de pesquisas para o aproveitamento, em larga escala, dos hidrocarbonetos parafínicos. Esse aspecto deverá ser melhor investigado em um projeto conjunto entre o Cenpes e a Universidade Louis Pasteur em Estrasburgo, na França, onde atualmente se encontra Jean Sommers, dos primeiros e, desde então, mais constantes colaboradores de George Olah no estudo da química dos carbocátions e dos sistemas superácidos.

#### **Claudio J. A. Mota**

*Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobrás - Cenpes.*

#### **Warner Bruce Kover**

*Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.*

## Teoria dos jogos

Existe um modelo básico no comportamento do ser humano que tem servido à **ECONOMIA**. Trata-se do princípio da racionalidade individual, segundo o qual, frente a vários cursos de ação possíveis, o indivíduo escolhe aquele que lhe dá maior satisfação.

Desse modelo fundamental decorrem inúmeros resultados bem conhecidos da teoria econômica. Por exemplo, em competição perfeita, isto é, quando as decisões de consumo e produção não implicam alterações de preços, as escolhas de consumidores e produtores podem ser modeladas diretamente a partir da racionalidade individual.

Contudo, se há muitos indivíduos escolhendo simultaneamente, pode ocorrer que a melhor alternativa para um deles dependa da alternativa escolhida pelos outros. Nesse caso, o princípio da racionalidade individual não está bem-definido.

Em um jogo de par-ou-ímpar, por exemplo, suponha-se que a jogadora ganhe se o resultado for par. Já seu adversário ganha se for ímpar. Se ela escolhe um número par, só ganhará o jogo se seu oponente também apresentar um número par. Se, por outro lado, ele jogar ímpar, a soma dos números será ímpar, e ela perderá. Esse jogo extremamente simples ilustra bem o proble-

ma. Qual é a 'escolha racional' da jogadora para ganhar? Em linguagem de teoria dos jogos, qual é a solução do jogo?

Problemas em que há vários indivíduos escolhendo são chamados de jogos.

Desde 1913, com o trabalho do matemático alemão Ernst Zermelo, que trata da solução do jogo de xadrez, passando pelas obras de Emile Borel e John von Neumann, até a publicação em 1944 do influente livro *Teoria dos jogos e comportamento econômico*, de John von Neumann e Oskar Morgenstern, foram simultaneamente estudados os jogos de par-ou-ímpar, xadrez, ou jogo-da-velha, que são considerados de antagonismo total: o que um jogador ganha o outro perde. Esses jogos são conhecidos como de soma zero.

Porém, a maior parte dos fenômenos econômicos não é de antagonismo total. A existência de mercados pressupõe pelo menos um comprador e um vendedor, que realizam a transação de livre e espontânea vontade. Portanto, ao fim da negociação ambos estão mais satisfeitos que antes da mesma. Isso porque, se um dos participantes achasse que estava sendo lesado, a transação não se realizaria. Dessa forma, mesmo o mais simples dos mercados não poderia ser resolvido pelas técnicas desenvolvidas até então, que tratavam apenas da

solução de jogos entre duas pessoas e de soma zero.

Em dois artigos, publicados em 1950 e 51, John Nash definiu uma solução para jogos de várias pessoas e soma não-zero. Essa solução é conhecida como equilíbrio de Nash.

Para exemplificá-la, imaginemos uma situação em que exista uma lista com uma alternativa (ou estratégia) para cada jogador. Se cada um deles,

individualmente, não sente interesse em desviar-se da alternativa que lhe foi designada, ou seja, dadas as possibilidades dos outros nenhum indivíduo encontra uma que lhe dê satisfação maior do que aquela que lhe foi indicada, diz-se que essa lista de alternativas é um equilíbrio de Nash.

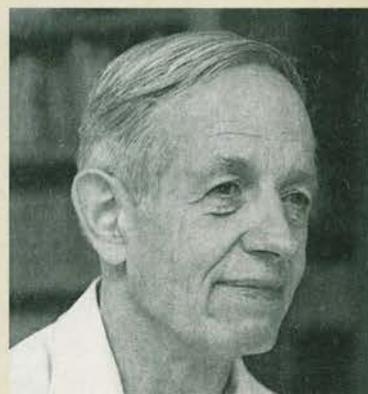
De imediato essa 'noção de equilíbrio', ou solução de um jogo, mostrou-se muito profi-

**John Nash** nasceu em Bluefield (Estado de West Virginia, EUA), em 1928. Começou estudando engenharia química, mas no fim de um ano mudou para matemática. Fez a graduação e o mestrado em três anos, de 1945 a 1948, na Universidade Carnegie Mellon em Pittsburgh. Dois anos mais tarde, então com 22

anos de idade, obteve o PhD na Universidade de Princeton, defendendo a tese sobre 'jogos não-cooperativos', na qual desenvolve a idéia do 'equilíbrio de Nash'. Uma pequena versão de sua tese apareceu nos Proceedings da Academia Nacional de Ciências da América em 1950.

Foi pesquisador assistente e instrutor em Princeton, de 1950 a 1951, quando ingressou no MIT, onde foi professor associado em 1957 e pesquisador associado em matemática nos anos de 1966 e 1967. Por três vezes, foi membro visitante do Instituto de Pesquisas Avançadas de Princeton.

Recentemente John Nash recebeu o prêmio von Neumann de teoria, da Sociedade Americana de Pesquisa de Operações, e foi eleito Fellow da Econometric Society. Atualmente Nash é Pesquisador Visitante no departamento de matemática da Universidade de Princeton.



cua na explicação de inúmeros problemas econômicos, sobretudo o dos oligopólios. Infelizmente, havia vários impedimentos práticos para a aplicação direta desse conceito em modelos econômicos.

Uma das grandes dificuldades para se chegar a um equilíbrio de Nash é a exigência de que cada um dos jogadores conheça as preferências de todos os outros, bem como os impactos da sua escolha sobre eles. Essa é uma hipótese pouco plausível. Em geral, uma empresa não tem acesso à estrutura de custos de um concorrente, e portanto não pode conhecê-la. Da mesma

forma, um consumidor não sabe quais os gostos dos outros consumidores. Tecnicamente, diz-se que um jogo onde algum jogador não conheça com precisão as preferências dos adversários é um jogo de informação incompleta.

Somente por volta de 1967, John Harsanyi, em uma série de três artigos mostrou como era possível achar a solução de jogos de informação incompleta. A idéia de Harsanyi era muito elaborada. Seria possível representar matematicamente todas as incertezas de cada jogador como um conjunto de tipos.

Cada jogador poderia ser

de vários tipos e cada tipo diferente teria uma determinada preferência e uma determinada probabilidade de ocorrência. Com esse artifício foi possível estender a aplicabilidade do conceito de equilíbrio de Nash a muitas situações.

Voltando ao exemplo de uma empresa que desconhece o custo das concorrentes, como costuma ocorrer nas situações de oligopólio, agora é possível modelar a informação incompleta. Para isso basta que cada uma delas suponha que as outras possuam diversos tipos de função-custo, cada um desses tipos ocorrendo com probabilidades conhecidas e, pos-

sivelmente, distintas.

Mas ainda restava um obstáculo grande à vasta aplicabilidade do conceito de equilíbrio de Nash: a credibilidade das ameaças.

Isso porque, em um jogo repetido, há sempre a possibilidade de existência de equilíbrios de Nash quando ameaças em que não se acredita são utilizadas. Um exemplo disso pode ser dado por uma mãe que, ao sair de casa, proíbe seu filho de fazer algo durante sua ausência, ameaçando-o com um castigo severo. Se a criança acreditasse piamente na mãe, nunca a desobedeceria, configurando-se nessa situação um equilíbrio de Nash.

**John C. Harsanyi** nasceu em Budapeste, na Hungria, em 1920. Com o advento do comunismo ele deixou o seu país natal em 1950. Depois de viver um tempo na Austrália, estabeleceu-se nos EUA, indo para a Universidade de Stanford na Califórnia, onde obteve o PhD em 59. Em 1964, ingressou na Universidade da Califórnia, em Berkeley, como Professor Visitante da Escola de Administração, tornando-se Professor Titular em 1965.



Em 1966 passou a fazer parte também da Faculdade de Economia, acumulando esses cargos até 1990, quando aposentou-se e foi agraciado com a Berkeley Citation, a maior distinção que a universidade atribui a um membro de seu corpo docente. Atualmente ele é Professor Emérito em economia e administração e, desde 1992, é membro da Academia Nacional de Ciências dos EUA.

Com a fama de ser um árduo trabalhador e um professor exigente, além de excelente pesquisador, Harsanyi é considerado o arquiteto de um modelo analítico para jogos de informação incompleta.

**Reinhard Selten** nasceu na Alemanha na cidade de Breslau, em 1930, é, desde 1984, professor titular de teoria econômica da Universidade Friedrich-Wilhelm em Bonn.



Formado em matemática em 1957, pela Universidade de Frankfurt sobre o Main, onde também se doutorou, foi professor da Universidade Livre de Berlim e da Universidade de Bielefeld. Seu maior interesse é a pesquisa econômica experimental além da Teoria de Jogos, que ele julga particularmente útil para compreender as atitudes de agentes econômicos. Publicou vários livros sobre política de preços e teoria de jogos.

Fellow da Econometric Society, desde 1988, é membro da Academia de Ciências da Renânia-Wesfália; membro honorário estrangeiro da Academia Americana de Artes e Ciências e membro associado da Academia de Ciências de Berlim-Brandenburgo. Recebeu o título de Doutor Honoris Causa de Ciências Econômicas da Universidade de Bielefeld em 1989 e da Universidade de Frankfurt em 1991.

## A premiação de um escritor japonês, hoje

Mas todos sabem que o resultado provável é a criança não acreditar num castigo severo. Dessa maneira, do ponto-de-vista da criança, é racional desobedecer à mãe. Ao chegar em casa e ver que foi desobedecida, a mãe está frente a um dilema: será que vale a pena castigar severamente o filho? Ela poderá achar desnecessário punir com severidade. Essa nova situação em que a criança desobedece, e a mãe não a castiga é também um equilíbrio de Nash. Já que a mãe não vai castigar, o filho prefere desobedecê-la. Por outro lado, mesmo ele tendo desobedecido, a mãe prefere não puni-lo.

Em 1965 e posteriormente em 1975, num artigo de maior impacto, Reinhard Selten definiu uma noção de equilíbrio de Nash na qual só há ameaças acreditáveis. Diz-se que um equilíbrio de Nash, onde só ocorrem ameaças acreditáveis, é um equilíbrio de Nash perfeito em subjogos.

Esses desdobramentos de Nash, Harsanyi e Selten deram um enorme impulso à teoria dos jogos não-cooperativos, que hoje é metodologia de análise básica da grande maioria dos modelos econômicos.

### Sérgio Ribeiro da Costa Werlang

Escola de Pós-graduação em Economia,

Fundação Getúlio Vargas

(EPGE-FGV),

Diretor de Pesquisa do Banco da Babia Investimentos.

Kenzaburo ôe, 59 anos, **PRÊMIO NOBEL DE LITERATURA DE 1994**, faz parte da geração de escritores que se projetou no cenário literário japonês, no pós-guerra. Ainda estudante recebeu um prêmio pelo conto *Kimyôna shigoto* (Estranho trabalho), publicado no periódico da sua Faculdade. A partir de então, os prêmios literários tornaram-se uma constante na vida do escritor.

Em 1958 recebe o "Akutagawashô" pelo conto *Shitoku* (O cativo), no qual aborda o drama causado pela presença do soldado negro americano, feito prisioneiro em uma pequena aldeia, onde saltou de pára-quedas de um avião acidentado.

Em 1964, a editora Shinchôsha concede um prêmio à sua obra *Kojintekina taiken* (Uma experiência particular). Nesse livro, Kenzaburo ôe relata o processo experimentado por ele desde a rejeição total até a aceitação plena e responsabilização pela vida de seu primogênito, que nascera com deficiência mental. Na cerimônia de premiação, o autor confessou: "O livro retrata toda uma trajetória do homem, no seu processo de amadurecimento".

Em 1973, é contemplado com o prêmio literário "Noma Hiroshi" pelo trabalho *Kôzuitua waga tamashiini oyobu* (A

enchente atinge minh'alma), e em 1983, com o prêmio Osaragi Girô pelos contos *Dôjidai game* (Jogos da geração) e *Atarashiibitoyo mezameyo* (Alerte! gente nova), em que projeta sonhos de renovação da humanidade, em confronto com o cosmos.

A única obra do autor traduzida para o português é *Man'en gannenno futoboru* (Futebol do ano um da era Man'en), lançada no Brasil em 1983 pela editora Francisco Alves, com o título de *O grito silencioso*.

Romance de grande porte, premiado no Japão em 1967, fala do retorno dos dois irmãos à aldeia natal na busca de sua historicidade e identidade. Incrustada no vale onde se sente a opressão de uma floresta que se estende na sua entrada, essa aldeia tornou-se, no ano um da era Man'en – por volta de 1860 – palco de um levante de lavradores, cujo líder, um antepassado dos dois irmãos, fora fantoche dos senhores das terras, acarretando trágico desfecho à revolta, segundo constava dos registros locais.

Ao término da Segunda Guerra Mundial, um descendente dessa mesma família lidera um ataque contra os trabalhadores coreanos que estavam confinados nas cercanias da aldeia. Esse confronto também termina em tragédia. Novos embates acontecem

entre os coreanos envolvidos no empreendimento de um supermercado e os pequenos comerciantes japoneses que se acham à beira da falência, liderados por um membro daquela família.

Tendo como fio condutor a saga de gerações, a obra revela o processo de modernização do Japão, tomando-se como pano-de-fundo a história do povo, onde a violência, o suicídio, o incesto, o adultério e o racismo estão presentes, com indelévels críticas ao sistema imperial japonês.

A produção literária de Kenzaburo ôe apresenta uma estrutura marcada por sedimentações de vários tempos e estabelece entrelaçamentos do imaginário e do real. Faz análises detalhadas da psicologia humana com o questionamento do ego frente ao alter ego, muitas vezes projetados no fechado sistema comunitário de seu país.

A preocupação com a análise da mentalidade coletiva, que se sobrepõe à individual, denota influência dos estudos do erudito Orikuchi Shinobu. De outro lado, a sua obstinada procura da identidade do ego, a disciplina rígida, quase estoica, a que se sujeita no ato da criação de sua obra, e a postura de engajamento social, de certo modo, vêm do pensamento existencialista de Jean-Paul Sartre, com quem esteve nos anos 60,

**Kenzaburo ôe** nasceu em 1935, na cidade de Orse na ilha de Shikoku, sudeste do país.

Graduado em Literatura Francesa pela Universidade de Tóquio em 1957, Kenzaburo ôe tem uma produção literária muito vasta, uma obra por ano, e revela uma

pluralidade de interesses. Além da obra ficcional, é autor de uma tese sobre o filósofo existencialista francês Jean-Paul Sartre.

Sua ficção é profundamente marcada pelo fim da Segunda Guerra Mundial e pela queda do Japão tradicional, mas Kenzaburo também se preocupa com a sociedade atual e, na Europa, participa ativamente do movimento contra as armas nucleares.



depois de participar, em Pequim, de uma manifestação de protesto do Tratado de Segurança Mútua dos Estados Unidos-Japão, como representante dos jovens escritores japoneses. Em seguida, estendeu sua viagem à União Soviética e à Europa, quando encontrou-se com Sartre e também com Norman Mailer.

Pode-se afirmar que Kenzaburo ôe é um escritor que sempre manifestou publicamente suas idéias contra o uso das armas nucleares, a partir de suas preocupações com Hiroshima, e também contra as bases militares americanas das ilhas de Okinawa, relacionando-as à causa da paz mundial. Preocupado também com o problema da juventude, sua temática se desenvolve no confronto dos jovens com a guerra, a morte, as frustrações, os atentados à dignidade hu-

mana e o racismo.

Kenzaburo ôe reflete nas suas obras os problemas genuinamente japoneses, que, no entanto, já podem ser considerados problemas universais.

Esse prêmio chega quase quatro décadas após a premiação de um outro escritor japonês, Yasunari Kawabata, que transmitiu através de suas obras toda um ambiente de sensibilidade sutil, refinada e sensual, cultuado pela tradição japonesa, cujo chamativo seria o seu tom peculiaríssimo, quase-exótico. Hoje, o escritor japonês é premiado não pelo seu exotismo, mas pela conscientização e cooperação que oferece às questões que afligem o homem da atualidade.

#### **Geny Wakisaka**

Departamento de Línguas Orientais/FFLCH - USP,  
Centro de Estudos Japoneses - USP.

## Um reencontro necessário

Pela primeira vez, o **PRÊMIO NOBEL DA PAZ** foi conferido a três pessoas: o Primeiro-Ministro Yitzhak Rabin e o Chanceler Shimon Peres, de Israel, e a Yasser Arafat, presidente do governo autônomo palestino. Com justiça salomônica, premiou-se os três artífices de um processo de paz dos mais árduos no planeta.

Processo que se julgava ainda muito distante, tarefa talvez para décadas, mas que nos últimos dois anos acelerou-se de forma antes impensável. Basta lembrarmos as iniciativas malogradas anteriores, de dezembro de 1973 em Genebra, ou de outubro de 1991 em Madri. Duas conferências de paz que apenas ensaiaram alguns passos, sem qualquer desdobramento.

Comandante do Exército israelense durante a Guerra dos Seis Dias, em junho de 1967, o Premier Yitzhak Rabin, 72 anos, é o mesmo homem que em 1987, durante a Intifada (rebelião palestina nos territórios ocupados), determinou às suas tropas que "triturassem os ossos dos palestinos". Membro do Partido Trabalhista, o mesmo que fez todas as guerras de Israel contra os árabes, Rabin não foi propriamente uma 'pomba', ao longo de sua vida.

Mas Rabin teve a sabedoria de compreender, a partir de determinado momento, que

sua geração – aquela que acreditou e lutou pelo sonho de uma nova existência para os judeus do mundo, através da criação do Estado de Israel em 1948 – não deixaria nenhum outro legado, após quase cinco décadas de conflitos, além da própria guerra. E a guerra exaure qualquer povo. Ela significa, para um jovem que começa a vida, a impossibilidade de construir, de imaginar o futuro.

"Vamos dar à paz uma chance", Rabin declarou em seu discurso na assinatura do acordo com a Organização para a Libertação da Palestina (OLP), dia 13 de setembro de 1993, em Washington. E o que, há apenas cinco anos, seria completamente inimaginável, aconteceu: Rabin e Arafat, dois arquiinimigos, apertaram-se as mãos.

Quanto a Shimon Peres, 71 anos, foi o grande articulador das negociações de Oslo, Noruega, que culminaram com a assinatura do Acordo de Paz. A imprensa registrou que, a princípio, o Comitê Nobel havia decidido premiar apenas Rabin e Arafat, os dois Chefes de Estado, numa escolha mais burocrática que justa. A decepção de Peres teria levado o comitê a rever sua decisão. Ainda bem. Nada seria mais injusto do que deixar de fora esse batalhador pela paz – ele, sim, uma autêntica 'pomba'.

Otenso (no melhor sentido) equilíbrio entre Rabin e Peres tem permitido que cada passo de Israel, no atual processo de paz, seja efetivamente um passo. Rabin tem uma audiência que alcança também os mais conservadores, enquanto Peres estende sua influência até os chamados mais progressistas. Isso, claro, no contexto da política israelense, onde a questão da guerra e da paz é um divisor de águas autônomo e muito mais radical que qualquer outro. Divisor que nem sempre tem a ver com ser mais ou menos progressista ou conservador em outros campos.

Finalmente, o terceiro premiado foi o engenheiro Yasser Arafat, nascido em Jerusalém em 1929 e refugiado na faixa de Gaza após a Guerra de

1948. Líder da Al Fatah, maior grupo da Organização para OLP, da qual é dirigente máximo desde 1969, no passado apontado como 'perigoso terrorista', revelou-se um político habilíssimo, resistindo às piores adversidades. Superou os ultra-radicais palestinos como Georges Habashe, da Frente Popular (FPLP), e Nauef Hawatmeh, da Frente Democrática (FDPLP); resistiu ao Setembro Negro na Jordânia (1970), ao massacre no Líbano (1982), à pressão dos sírios e aos equívocos da posição assumida da Guerra do Golfo (1991). Sobreviveu, também, a diversos atentados e até a um acidente de avião no deserto. Se fosse brasileiro, dir-se-ia que tem o 'corpo fechado'.

Caminhando em terreno sempre minado, driblando o

imponderável, Arafat conseguiu dar à OLP sob sua liderança uma autonomia extremamente difícil, na mira do fogo cruzado de todos os países Árabes. A 13 de dezembro de 1974, discursou pela primeira vez na Assembléia Geral das Nações Unidas, com honras de Chefe de Estado, declarando: "Vim trazendo um ramo de oliveira e o fuzil de um lutador pela liberdade. Não deixem que o ramo de oliveira caia de minha mão." Foi seu primeiro grande gesto em direção à paz, seu primeiro sinal de que a guerra poderia ceder lugar à negociação.

Dezenove anos depois, também num dia 13 (de setembro), o fuzil foi guardado e o ramo de oliveira passou a imperar. Os inimigos selaram o Acordo de Paz com um aperto de

mãos. Certamente, foi apenas o início de um processo muito delicado, ainda frágil. Mas não podemos esquecer de que é a paz o dado novo, e não as dificuldades – estas existem há pelo menos cem anos, desde que se iniciaram os primeiros choques entre árabes e judeus na Palestina.

Os três dirigentes conseguiram finalmente olhar à frente, após meio século e cinco guerras com milhares de mortos. Por isso, o Prêmio Nobel da Paz de 1994 foi uma escolha especialmente feliz. Uma escolha que aponta para o futuro, que pode representar uma esperança para outras zonas igualmente conflituadas, como os Balcãs e a África.

"Sob um ponto de vista sionista, 1993 talvez possa ser considerado no futuro como o

**Yasser Arafat**, um dos sete filhos de um bem-sucedido comerciante, nasceu em 1929 na Palestina. Sua mãe era parente de Amin al-Husayni, um conhecido anti-sionista.

Educado por um tio em Jerusalém, Arafat se formou em engenharia civil na Universidade do Cairo. No Egito, ele aderiu à União Palestina dos Estudantes, que presidiu de 1952 a 1956. Serviu no exército egípcio e fez parte da campanha do canal de Suez. No Kuwait ele trabalhou como engenheiro e foi um dos fundadores e líder da Al Fatah, grupo da OLP.

Após a proclamação do Estado da Palestina, em 1988, Arafat foi eleito presidente pelo Conselho Nacional da Palestina, a partir de 1989.

**Yitzhak Rabin** nasceu em 1922 em Jerusalém. Após sua graduação na Escola de Agricultura Kadourie, em Kfar Tabor, ele se associou à unidade de comando das Forças de Defesa Judaica, em 1941, participando de ações contra os franceses de Vichy na Síria e no Líbano.

Durante a guerra de independência de Israel, em 1948, Rabin chefiou a defesa de Jerusalém e combateu os egípcios no Negev.

Em 1964, tornou-se chefe do Estado Maior do Exército de

Israel e definiu estratégias de mobilização rápida dos reservistas e de destruição de aviões inimigos a partir do solo. Isso mostrou ser decisivo para a vitória de Israel na guerra dos Seis Dias.

Depois que deixou o exército, em 1968, foi para os EUA como embaixador de seu país. Em 1973, elegeu-se para o parlamento (Knesset), pelo Partido Trabalhista. Durante o

governo de Golda Meir, foi Ministro do Trabalho e com a renúncia da Primeira-Ministra, assumiu o seu lugar. Desde 1992, é pela segunda vez o Primeiro-Ministro do Estado de Israel.

**Shimon Peres** nasceu em 1923 na Polônia. Em 1934, ele imigrou com sua família para a Palestina, onde foi trabalhar num *kibbutz* e passou a se interessar pela política. Em 1947, associou-se ao movimento Haganah, uma organização militar sionista dirigida por Ben-Gurion que logo se tornou seu mentor político.



fim dos 100 anos de solidão sobre a terra de Israel. Talvez o fim de um prólogo e o início da verdadeira história de Israel: a de um lar seguro, estável e legítimo para o povo judeu e seus cidadãos árabes, uma fonte de energia criadora e de benefícios para os vizinhos de Israel – inclusive os palestinos.” O texto, do escritor israelense Amos Oz, define bem a grandiosidade do gesto de Rabin e Peres para os judeus.

Tanto quanto as observações do cineasta egípcio Youssef Chaine sintetizam o desafio que o atual processo significa, para os árabes, israelenses e toda a humanidade: “Só podemos esperar, ou torcer, para que a cooperação dos democratas dos dois lados seja um sucesso palpável e

flagrante. (...) Mas é necessário também prever a violenta reação daqueles que, através desse acordo, ficarão desprovidos de sua razão de ser. (...) Uma experiência fracassada a mais?... Ou antes um edificante reencontro histórico? O mundo inteiro está precisando, eu juro.”

**Helena Salem**

*Jornalista e escritora.*

*Foi correspondente do Jornal do Brasil (nos países árabes) na Guerra do Yom Kippur, de 1973. É autora dos livros Palestinos, os novos judeus; O que é a questão palestina; Entre árabes e judeus.*



Com a independência de Israel, em 1948, o Primeiro-Ministro Ben-Gurion nomeou Peres, então com 25 anos, Chefe da Marinha israelense. De 52 a 65 participou do Ministério da Defesa, no qual desenvolveu a produção de armas, iniciou um programa de pesquisa nuclear e fez alianças militares no exterior, especialmente com a França.

Em 67 começou negociações para a junção de dois partidos que terminaram na fundação do Partido Trabalhista, do qual ele foi vice-secretário geral. Em 74 foi de novo Ministro da Defesa no gabinete de Rabin.

Após ser derrotado duas vezes por Menachem Begin, foi eleito Primeiro-Ministro em 1984. Em 92, na eleição primária do Partido Trabalhista, Peres perdeu a liderança do partido para Rabin que elegeu-se Primeiro-Ministro e o manteve como Ministro do Exterior.

## A proteína G e seus mecanismos de atuação

Todo organismo multicelular apresenta mecanismos variados de comunicação entre suas células para se adaptar às mudanças do meio interno e permitir o funcionamento integrado de órgãos e tecidos. Isso pode ser realizado através de moléculas-sinal como hormônios, neurotransmissores e fatores de crescimento.

Desde os anos 50 se descreve a ação dessas moléculas-sinal sobre as células. Na sua maioria elas se ligam à porção externa de receptores protéicos que atravessam transversalmente o plano da membrana celular, provocando modificações no interior da célula como a modulação da atividade de enzimas. Desconhecia-se, no entanto, a forma pela qual a informação carregada pelo sinal extracelular era convertida em modificações dentro da célula.

Os trabalhos de Martin Rodbell e Alfred Gilman vieram preencher essa lacuna, promovendo um salto qualitativo nos nossos conhecimentos a respeito da comunicação intracelular. Nas décadas de 70 e 80, eles desenvolveram, independentemente, trabalhos científicos que levaram à descoberta da proteína G, o intermediário que ‘transduz’ (conduz e transforma, ao mesmo tempo) a informação de sinais externos em mudanças intracelulares.

A denominação proteína ‘G’ vem de sua propriedade em utilizar energia liberada com a quebra da ligação fosfato da guanosina trifosfato (GTP), um carreador energético dentro da célula.

Os primeiros indícios da existência desse intermediário surgiram no laboratório de Martin Rodbell, dos Institutos Nacionais de Saúde, na Carolina do Norte (EUA). Estudando *in vitro* a ativação da enzima adenilato ciclase por hormônios, Rodbell e seus colaboradores perceberam que a ativação do receptor pelo seu hormônio não era suficiente para ativar a enzima adenilato ciclase. Era necessária a presença de GTP no processo de reação. Isso o levou, em 1971, à hipótese de que existiria um elemento regulatório interposto entre os receptores hormonais que controlam a enzima adenilato ciclase e sua atividade. Foram necessários 10 anos de pesquisa para que esse elemento viesse a ser isolado.

Entre 1977 e 1978, Gilman, então na Universidade de Virgínia (EUA), a partir de experimentos de reconstituição de proteínas em membranas biológicas, indicava a natureza protéica do intermediário entre receptores hormonais e a ativação da adenilato ciclase. Entre 1980 e 1981, Gilman e colaboradores realizaram a purificação e a caracterização da

proteína G.

Na mesma década, surgiram os primeiros indícios de que os mecanismos envolvendo a transdução de sinais pela proteína G são muito mais abrangentes. Um grupo independente descrevia a ação da proteína G, utilizando como modelo de estudo células da retina. Nessas células a ação da luz provoca um aumento da atividade da enzima adenilato ciclase. Também aqui a ativação enzimática é realizada na dependência de GTP. Sabemos hoje que a proteína G é funda-

mental para a conversão da informação luminosa em informação química no interior da célula, e portanto essencial para o envio dessa informação até o cérebro.

Em seguimento a esses trabalhos, encontra-se uma extensa lista de publicações, onde diferentes grupos descrevem proteínas G em uma variedade de tipos celulares, regulando a atividade de outras enzimas além da adenilato ciclase. Na realidade, as proteínas G compreendem uma família de proteínas relacionadas. O

acoplamento dessas proteínas com diferentes combinações de receptor/efetor (uma enzima, por exemplo) vai determinar os efeitos intracelulares provocados por diferentes sinais externos sobre a célula.

Pode-se ainda avaliar a importância das proteínas G quando se analisa o efeito de duas toxinas bacterianas: a toxina colérica (de *Vibrio cholera*) e a toxina pertússica (de *Bordetella pertussis*). Ambas têm seus efeitos deletérios sobre o organismo através de sua

ação sobre proteínas G. No caso da toxina colérica, ela atua impedindo a quebra do GTP pela proteína G, o que causa a sua ativação persistente. Já a toxina pertússica bloqueia a interação da proteína G com receptores. Sob o efeito de qualquer dessas toxinas existe a transdução errônea de informação.

Os trabalhos de Rodbell e Gilman abriram um novo campo de estudo que se estende além das proteínas G. Várias vias de regulação da ação hormonal e de neuro-

**Alfred G. Gilman** conta que seu interesse pela carreira de cientista foi despertado, desde a infância, por seu pai, farmacologista e professor, que freqüentemente o levava para as salas de aula e laboratórios.

Sua graduação em bioquímica foi na Universidade de Yale (EUA). Formado em medicina, obteve o doutorado na Universidade Case Western Reserve no estado de Ohio (EUA).

Em 1969, foi para o Laboratório de Genética Biomédica do Instituto Nacional de Coração e Pulmão em Bethesda (EUA) e em 71 ingressou como docente na Escola de Medicina da Universidade de Virgínia. Em 1981, mudou-se para Dallas onde, desde então, chefia o Departamento de Farmacologia do Centro Médico da Universidade do Sudoeste do Texas. Alfred Gilman também é titular da Cadeira Raymond Willie de neurofarmacologia molecular.

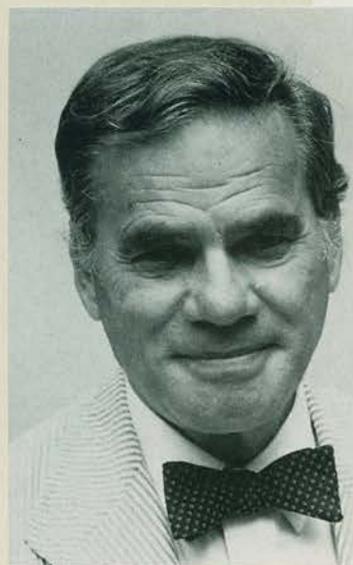
Entre outros prêmios e citações, Gilman recebeu o prêmio "Waterford", o "Steven C. Beering" e o da "Pesquisa Básica da Associação Americana para o Coração". É Doutor Honoris Causa em Ciência da Universidade de Chicago (EUA).



**Martin Rodbell** nasceu em Baltimore no Estado de Maryland (EUA) em 1925. Na Universidade Johns Hopkins, graduou-se em biologia, em 1949, e fez estudos de pós-graduação em química. Em 1954, obteve o PhD em bioquímica na Universidade de Washington, em St. Louis (EUA). Desde 1956, Rodbell é pesquisador dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH).

Atualmente é associado ao departamento de bioquímica da Universidade da Carolina do Norte, em Chapel Hill; ao departamento de farmacologia da Escola de Medicina da Virgínia, em Richmond e ao departamento de biologia celular na Universidade Duke. É também o chefe da Seção de Transdução de Sinal do Instituto Nacional de Ciências Ambientais e da Saúde, na Carolina do Norte.

Entre os prêmios já recebidos por Rodbell, conta-se o "Jacobeaus", da Noruega em 1973, o "Internacional Gairdner", do Canadá em 1984, o de "Mérito Científico" dos NIH em 1984, o "Richard Lounsbery", da Academia Nacional de Ciências (EUA), em 1987. É Doutor Honoris Causa pela Universidade de Montpellier (França) e membro da Academia Nacional de Ciências (EUA), entre outras sociedades.



transmissores foram descobertas e uma infinidade de enzimas e proteínas que fazem parte dessas vias foram descritas. O conhecimento dos mecanismos que regem a transdução de sinais hormonais e sinais externos em geral abre novas perspectivas para a intervenção medicamentosa, com possíveis reflexos sobre a medicina e a indústria farmacêutica. Muitos grupos trabalham nessa área, analisando as vias de transdução de sinal utilizadas por patógenos com o objetivo de bloquear a sua ação. Ou ainda tentando compreender através de que vias os sinais para o desenvolvimento de diversos organismos são transduzidos.

Martin Rodbell e Alfred Gilman continuam as suas pesquisas sobre proteínas G, mostrando que o grande volume de informação gerado com seus trabalhos iniciais ainda pode ser ampliado.

#### Helena Marcolla Araujo

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho - IBCCF, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## Radicais livres e envelhecimento

Muito se tem discutido sobre a bioquímica dos radicais livres nos seres vivos. A hipótese mais recente sobre o assunto envolve a formação desses radicais na célula. De acordo com essa hipótese, a presença de radicais livres derivados do metabolismo do oxigênio hidroperóxido (conhecido como 'oxigênio reativo') seria a causa

do envelhecimento celular. O oxigênio reativo é produzido pela redução do oxigênio, que libera radical ânion superóxido e água oxigenada (peróxido de hidrogênio,  $H_2O_2$ ). A água oxigenada, se não for eliminada da célula, forma radical livre hidroxila altamente reativo.

Considera-se o radical livre hidroxila como o principal agente agressor oxidativo da célula. Aparentemente, o sistema antioxidante celular não é suficiente para detoxificar totalmente o agente oxidante liberado pelo metabolismo celular, e o acúmulo desses radicais livres poderia causar 'lesões' irreversíveis em moléculas (proteínas, lipídios, ADN etc). O aumento na quantidade de moléculas 'lesadas' provocaria alterações metabólicas, levando ao envelhecimento celular. Essa é uma das razões para o uso freqüente de antioxidantes,



como as vitaminas C e E, que inibiriam a formação de radicais livres, diminuindo as 'lesões' moleculares.

Embora essa idéia tenha encontrado grande aplicação na área médica, nenhuma prova biológica direta tinha sido demonstrada em apoio àquela hipótese. Recentemente, os biólogos William C. Orr e Rajindar S. Sohal, da Universidade Metodista de Dallas (EUA), publicaram o primeiro artigo que relaciona de modo concreto a formação de radicais oxidativos livres e a longevidade.

Eles mostraram que uma série de enzimas participa do metabolismo de formação de radicais oxidativos livres em células de mamíferos: (i) a dismutase superóxido converte radical ânion superóxido em  $H_2O_2$ ; e (ii) a catalase, agindo na água oxigenada, forma  $H_2O$

e oxigênio, eliminando a possibilidade de produção de radical livre hidroxila.

Sabedores de que a glutathione peroxidase, enzima que também está envolvida na detoxificação de água oxigenada, não existe nos insetos, Orr e Sohal usaram como estratégia a inserção dos genes das duas primeiras enzimas em

um inseto, a *Drosophila melanogaster*. Após a inserção desses dois genes através do elemento P (elemento genético móvel da *Drosophila*), foram selecionados os grupos de insetos que exibiam alta atividade enzimática de dismutase superóxido e catalase. Esses insetos transgênicos apresentaram três cópias de cada um desses genes quando comparados com insetos controles diplóides. É conveniente salientar que a inserção de somente um dos dois genes não alterava a longevidade dos insetos.

Os experimentos sobre mortalidade mostraram que as moscas 'engenheiradas' apresentavam longevidade mediana de até 72,5 dias enquanto os insetos-controle tinham vida média de 54,5 dias. Isso representa uma extensão de 1/3 na vida das moscas transgê-

nicas, ou seja, as moscas que possuíam as duas enzimas viviam significativamente mais tempo.

Para estudar os efeitos dos dois genes 'engenheirados' sobre a agressão oxidativa foi medido o nível das proteínas carboniladas. Esses níveis foram significativamente menores nos insetos transgênicos do que nos insetos-controle, durante os primeiros 40 dias de vida de ambos os grupos (variaram de 3 a 3,2 nmol de carbonila/mg de proteínas nos insetos transgênicos a 3,9 a 5,5 nmol de carbonila/mg de proteínas nos controles).

O resultado mostrou que as enzimas inseridas na *Drosophila* diminuíam significativamente o grau de agressão molecular pelos radicais livres. A atividade física foi significativamente superior nos insetos transgênicos. O consumo de oxigênio (medido pelo consumo de ul de oxigênio por hora por miligrama de inseto) foi drasticamente menor (58% a 65%) nos insetos-controle do que nos transgênicos. Em outras palavras, os insetos transgênicos apresentaram menor quantidade de 'lesões' moleculares (medida pelas proteínas carboniladas), embora tivessem consumido uma quantidade maior de oxigênio.

A medida da longevidade *per se* é um critério fragmentado e criticável. Por exemplo, a temperatura da criação das moscas, o tipo de alimentação, e outros fatores podem influenciar a longevidade do inseto. No entanto, Orr e Sohal adicionaram a essa sobrevida

fatores importantes como o consumo diferente de oxigênio e o menor nível de proteínas carboniladas nos insetos transgênicos. Assim, eles comprovaram que a expressão dos dois genes antioxidantes na *Drosophila* incrementava de modo expressivo o potencial metabólico, diminuía drasticamente as 'lesões' oxidativas moleculares, melhorava significativamente a atividade física e aumentava a longevidade desses insetos.

Ainda não sabemos, infelizmente, em que medida é possível extrapolar os dados obtidos com *Drosophila* para outros animais. Entretanto, sem nenhuma dúvida, os dados de Orr e Sohal publicados no mês de fevereiro pela revista *Science* mostraram, claramente, que a formação dos radicais livres pelo metabolismo celular é uma das hipóteses importantes a ser considerada para futuras pesquisas sobre a longevidade dos seres vivos.

\* *Science*, vol. 263, p. 1.128 (1994).

**Eloi S. Garcia**

Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

## Novas datações reanimam o debate sobre as origens humanas

Crânio encontrado no sítio de Jinniushan, China.



Há muitas décadas os paleoantropólogos vêm debatendo a questão da origem de seres idênticos a nós, os chamados humanos modernos (ou *Homo sapiens sapiens*). A polêmica sobre o surgimento da nossa espécie abrange diversos aspectos: o local e a data, além do parentesco do *Homo sapiens sapiens* com os hominídeos fósseis que o precederam ou que foram seus contemporâneos.

A controvérsia finalmente polarizou-se em torno de dois modelos alternativos: o modelo *multirregional* e o modelo da *monogênese africana*. Em ambos os casos, o suposto ancestral dos humanos modernos é o *Homo erectus*, porém as interpretações diferem sobre como esse hominídeo se transformou em um humano moderno.

O *Homo erectus* foi o primeiro membro de nosso gênero

biológico a se distribuir por vários continentes: há registros de sua presença na Ásia e na África desde aproximadamente dois milhões de anos atrás e, talvez, na Europa, a partir de 500 mil anos. Para os adeptos do modelo *multirregional*, em cada uma das localidades a que chegou, o *Homo erectus* teria dado origem a formas intermediárias, as chamadas *formas de transição* ou *arcaicas*. A partir delas, teriam se originado os humanos modernos. O aparecimento do *Homo sapiens sapiens*, portanto, teria acontecido várias vezes, em locais distintos do planeta, a partir dos *H. erectus* que haviam chegado àquelas regiões específicas.

O modelo alternativo, a *monogênese africana*, sugere que a transformação de *H. erectus* em humanos modernos teria acontecido apenas uma vez, na África. Todos os

*H. erectus* de outras regiões seriam precursores de linhagens evolutivas que não deixaram descendentes nos dias de hoje. Os humanos modernos originados na África teriam de lá migrado para o restante do mundo, gradualmente substituindo as populações com as quais se deparavam.

Os dois modelos formulam previsões sobre a natureza do registro fóssil. No caso do modelo *multirregional*, a expectativa é de que venham a se encontrar transições de *H. erectus* a formas modernas peculiares de cada região. Essa expectativa decorre da premissa de que as transformações para *sapiens* teriam ocorrido de maneira independente nas diferentes regiões – em cada região, portanto, espera-se encontrar elos de parentesco entre os *erectus* e os humanos modernos.

Já o modelo da monogênese africana prevê como ancestrais de todas as populações humanas os *Homo erectus* africanos, que teriam originado os humanos modernos que vieram a ocupar outras regiões do planeta. Sob a perspectiva desse modelo, surgem duas expectativas: 1) encontrar os exemplares mais antigos de humanos modernos na África, uma vez que foi desse continente que eles migraram para ocupar outras regiões, e 2) detectar parentesco entre os humanos modernos de todas as regiões da terra com os hominídeos africanos, dos quais seriam descendentes.

Um trabalho publicado em março deste ano\*, estimando a idade do crânio fóssil de um

humano moderno encontrado na China, contribuiu ainda mais para o acirramento do debate. Os autores empregaram diferentes técnicas de datação para obter maior confiabilidade em seu resultado final. A data estimada para o material foi de cerca de 200 mil anos.

A relevância do achado se deve a dois fatores. Primeiro, a grande antiguidade do material é uma novidade. O fóssil chinês é mais antigo do que os exemplares existentes de homens modernos africanos, dando assim apoio ao modelo *multirregional*. Uma análise da morfologia do crânio revelou características que o distinguem de formas européias e africanas de humanos arcaicos, aproximando-o da morfologia asiática local. Estes fatores levaram os autores a sugerir que a transição para formas humanas se deu localmente, sendo os *Homo erectus* asiáticos os ancestrais dos humanos modernos asiáticos, conforme prevê o modelo *multirregional*.

\* *Nature*, vol. 368, p. 55 (1994).

**Diogo Meyer e  
Walter Neves**

*Instituto de Biociências,  
Universidade de São Paulo.*

## Dispositivos eletrônicos do tamanho do átomo

A moderna eletrônica tem demandado dispositivos cada vez menores, com o intuito de produzir uma eletrônica mais rápida e eficiente. Assim, presenciemos hoje o desenvolvimento da chamada *nanotecnologia* (nano = anão), que procura desenvolver estruturas e dispositivos com dimensões apenas dezenas de vezes maiores que um átomo, ou seja,  $10^{-9}$  metro (1 nanômetro).

A técnica normalmente utilizada para obtenção de nanoestruturas é a litografia óptica. Neste caso, a estrutura a ser fabricada é microprojetada sobre uma resina fotossensível que sofre posterior tratamento químico para imprimir permanentemente no material a estrutura desejada.

Essa técnica apresenta várias limitações importantes em virtude dos efeitos de difração da luz que ocorrem quando tentamos iluminar sistemas com dimensões da ordem do comprimento de onda da luz (5.000 Å ou 500 nm). Por isso, essa grandeza passa a ser o tamanho, o limite das nanoestruturas. Talvez essa limitação possa ser resolvida com o uso de luz com comprimentos de onda menores (caso do raio X).

Recentemente foi proposto um método alternativo\*, que consiste em usar a força que a radiação pode fazer sobre os átomos para preparar um feixe atômico. Depois, esse feixe é

depositado num substrato, deixando aí impresso a estrutura que fora preparada nele.

A força exercida pela radiação sobre o átomo tem sua origem no momentum (ou quantidade de movimento) transferido quando o sistema atômico é iluminado. Cada átomo existente na natureza absorve luz em determinadas frequências (ou cores). Quando o sistema atômico é iluminado nessas cores específicas (caso de absorção ressonante), a energia contida na radiação é transferida ao átomo e, junto com a energia, o átomo também recebe um recuo que lhe transfere velocidade. O processo todo pode ser visto como uma força agindo sobre o átomo.

Quando dois feixes de luz contrapropagantes interagem com um átomo, é possível mostrar que o feixe contrário ao movimento dele é o que exerce a maior força. Como resultado desta força que se opõe ao movimento atômico, os átomos dessa configuração perdem seu movimento, passando a mover-se lentamente, como uma partícula sólida num líquido viscoso.

Os dois feixes de luz contrapropagantes criam uma força capaz de remover quase por completo a energia do átomo. Se esses feixes de luz formarem uma onda estacionária, esses átomos com baixa energia

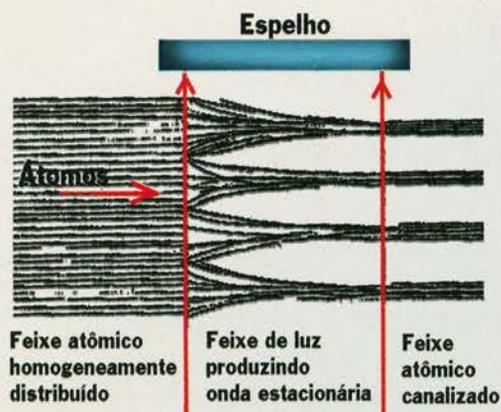


Figura 1. Esquema da experiência.

ficarão aprisionados nas regiões de pouca intensidade (nodos de onda estacionária).

A situação é semelhante à da água escorrendo sobre uma telha tipo brasileira: se a água flui lentamente, ela é canalizada pelas depressões da telha, como os átomos na onda estacionária. Um feixe atômico cortado transversalmente por essa onda estacionária perde quase por completo sua velocidade transversal, sendo canalizado pelas regiões de baixa intensidade de luz.

O resultado disso é que um feixe atômico, de início distri-

buído homogêneo, ao passar pela interação da luz é canalizado, produzindo linhas paralelas bem colimadas (figura 1). Através de alterações no feixe de luz é possível variar a distância entre os canais variando a periodicidade do arranjo formado.

Pesquisadores do National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, EUA, desenvolveram essa técnica e a utilizaram com um feixe atômico de cromo. Um feixe de átomos de cromo é produzido a partir da evaporação do metal e da saída do

vapor através de um pequeno orifício. Tudo é feito em alto-vácuo, para impedir a oxidação ou outras reações do vapor de cromo. Depois que o jato de átomos percorre certa distância, ocorre a interação com dois feixes de luz (como vimos anteriormente), canalizando átomos.

Depois de produzida a canalização dos átomos, estes caminham mais uma distância e então colidem com um substrato sólido, sobre o qual produzem deposição preferencial, reproduzindo o padrão de distribuição atômica presente no

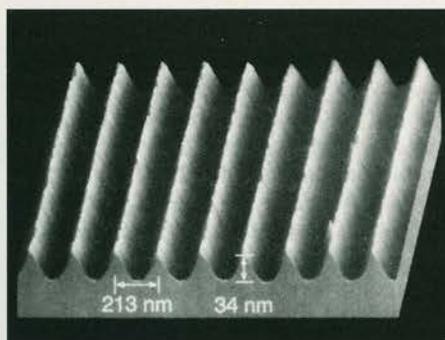


Figura 2. Típica imagem obtida por microscopia de força atômica, mostrando as linhas de cromo criadas pela deposição atômica. A imagem apresenta uma região de  $2 \times 2 \mu\text{m}$ . Para esse caso específico a colimação dos átomos foi realizada utilizando um laser de potência 20 mW.

feixe. Obteve-se um depósito de cromo (figura 2), cujas linhas de átomos depositados têm espaçamento de 213 nm e altura de 34 nm. O que impressiona mais é a resolução e a qualidade do depósito.

A estrutura de linhas paralelas formadas já constitui uma rede de difração metálica com número de linhas/comprimento que seria impossível obter por meio de outras técnicas convencionais. Essa nanoestrutura resultante demonstra a potencialidade da utilização da força exercida pela radiação na produção de nanoestruturas que deverão no futuro encontrar aplicações na microeletrônica e em outras áreas. As sementes dessa nova técnica estão lançadas e seu desenvolvimento deverá determinar sua aplicabilidade.

\**Science*, vol. 262, p. 877 (1993)

**Vanderlei Bagnato**

*Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo.*

ASSINE

CIÊNCIA HOJE

Envie seu pedido para CIÊNCIA HOJE: Av. Venceslau Brás 71, casa 27 • Botafogo • Rio de Janeiro • CEP 22290-140. Anexe cheque/vale postal no valor de R\$ 50,00 (por 11 números) ou autorize o débito no seu cartão pelo telefone (021) 295-6198 ou 270-0548 • Fax: (021) 521-5342.

# A HISTÓRIA DA



É uma história que precisaria de milhões de folhas para ser contada. A Companhia Vale do Rio Doce é a maior produtora e exportadora de minério de ferro do mundo. Mas não é só isso. É uma empresa diversificada com atuação nas áreas de ouro, manganês, bauxita, alumina, alumínio, ferro-ligas, celulose, papel, caulim, cloreto de potássio, transporte ferroviário e transporte transoceânico.

Além disso, a Vale possui 560.000 hectares de florestas comerciais,



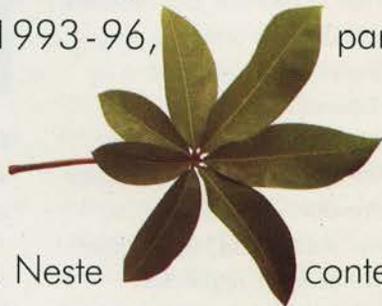
# COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

49.000 hectares de reservas florestais e é responsável pela manutenção e vigilância de 1.200.000 hectares de florestas tropicais. Consciente de que suas atividades podem causar impactos ao meio ambiente, a Vale procura equilibrar o seu trabalho com a preservação da natureza. Após ter aplicado mais de US\$ 500 milhões em várias ações produtivas e corretivas ao longo dos últimos anos, a Vale está implementando o Programa Ambiental 1993-96, para 65 pro-

# NÃO



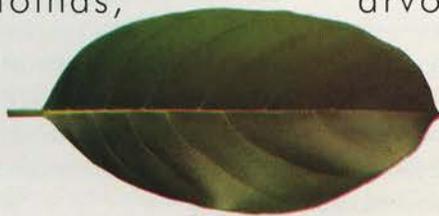
# CABE



# EM

jetos diferentes, totalizando cerca de US\$ 100 milhões. Neste contexto a atuação da Vale está plantada em quatro linhas de ação: controle ambiental, recursos naturais, pesquisa e tecnologia ambiental, e desenvolvimento sócio-ambiental. Uma história escrita diariamente com carinho e competência. Uma história de quem ama e preserva a natureza. Uma história de milhões de folhas, árvores, rios, pássaros animais.

# UMA



# FOLHA



# SÓ.

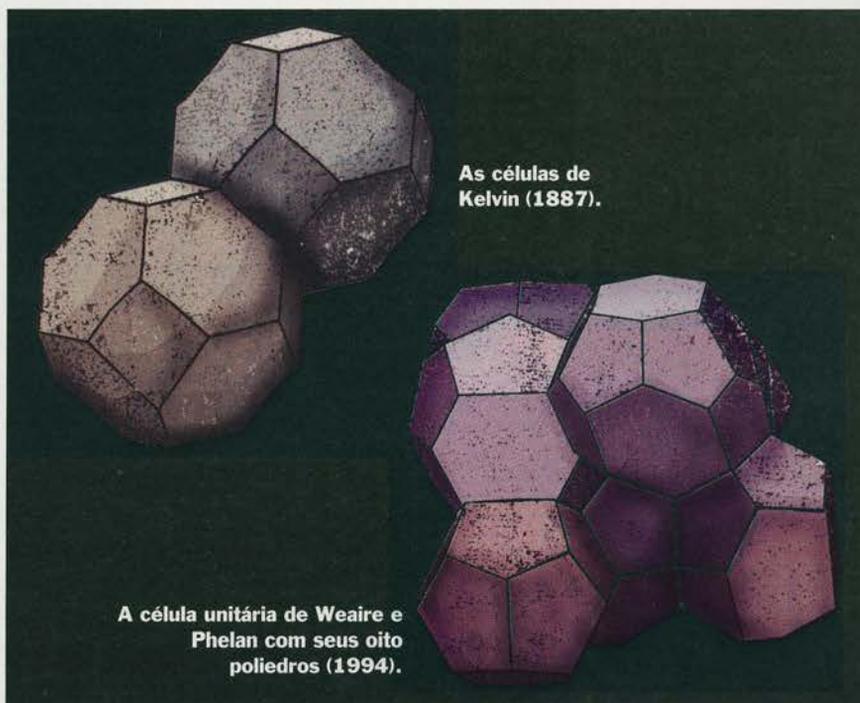
# POLIEDROS PARCIMONIOSOS

*Todas as estruturas naturais e artificiais representam algum compromisso entre ordem e acaso. Nas duas últimas décadas, tem havido grande interesse pelo estudo da desordem em conexão com as teorias da percolação, do caos e dos fractais.*

*No estado sólido, quando a ordem prevalece temos os cristais. Se a desordem prevalece, temos muitas estruturas interessantes como os vidros e sólidos amorfos, nos quais o empacotamento dos átomos define partições do espaço por estruturas celulares irregulares, não-periódicas.*

*Outro exemplo de estruturas celulares não-ordenadas de grande interesse são as espumas, que consistem de uma dispersão de bolhas de gás em uma pequena fração volumétrica de líquido. Espumas encontram vasta aplicação por causa de suas baixas densidades e capacidade de aprisionar sólidos, líquidos e vapores. Tais estruturas celulares têm propriedades únicas; por exemplo, respondem elasticamente como um sólido a esforços de cisalhamento pequenos, e como um líquido a esforços de cisalhamento maiores.*

Em 1887, William Thomson – lorde Kelvin – (1824-1907), aos 63 anos de idade, publicou um trabalho na *Philosophical Magazine* que tentava dar uma resposta a esta velha pergunta: qual é o arranjo de células de igual volume, capaz de preencher o espaço tridimensional euclidiano sem deixar lacunas, com a menor área possível? Esse problema, que aparece naturalmente na teoria das espumas, tem uma solução muito simples quando trabalhamos em duas dimensões: é o arranjo



de células hexagonais, conhecido das abelhas e dos homens pelo menos desde os antigos gregos (figura 1).

Em três dimensões, todavia, a solução está muito longe de ser simples. Pode-se afirmar, com segurança, que ainda não se conhece bem a estrutura do velho espaço físico tridimensional. Naturalmente, a superfície isolada que limita um certo volume com a menor área possível é a esfera. Só que esferas não podem ser empacotadas juntas sem deixar espaços vazios.

O botânico Stephen Hales, contemporâneo de Isaac Newton, teve a brilhante idéia de espremer ervilhas numa caixa para observar quais seriam as conformações das leguminosas após a compressão. Ele observou que as ervilhas apresentavam superfícies poliédricas com 13 ou 14 faces. Hales não pôde ir além disso. Quase 200 anos após, Kelvin propôs a sua solução

para o problema dessas superfícies mínimas.

Ele partiu de octaedros dos quais se descartavam seis pirâmides de bases quadradas associadas a cada um dos seis vértices desses poliedros. As superfícies obtidas possuem agora 14 faces: seis quadradas e oito hexagonais. Kelvin mostrou que através de uma pequena distorção dessas últimas era possível obter células unitárias capazes de preencher todo o espaço e que, paralelamente, estas apresentavam uma área muito reduzida. O parâmetro mais comum para medir a relação volume (V)-área (A) é o chamado coeficiente isoperimétrico,  $C = 36\pi V^2/A^3$ . Este se reduz à unidade no caso da esfera. Para as células unitárias de Kelvin,  $C = 0,757$ .

Preencher o espaço de forma econômica é um dos problemas matemáticos para o qual não existe ainda nenhuma teoria

capaz de fornecer métodos sistemáticos. O problema de superfícies mínimas discutido aqui foi reexaminado ao longo do tempo por muitos físicos e matemáticos ilustres, mas parecia difícil melhorar a construção sugerida por Kelvin há mais de 100 anos. Recentemente muitos físicos ficaram surpresos quando D. Weaire e R. Phelan do Trinity College de Dublin (Irlanda) anunciaram, na *Philosophical Magazine Letters* (vol. 69, nº 2, pp. 107-110, 1994), a descoberta de uma nova estrutura com superfície menor do que aquela sugerida por Kelvin (figura 2).

Weaire vem estudando há muitos anos espumas e estruturas celulares em geral. A partir de estudos sobre espumas úmidas, Weaire e Phelan encontraram um tipo de célula unitária complexa, capaz de preencher o espaço e que ao mesmo tempo tem uma área quase 0,3% menor que a de Kelvin — uma diferença notavelmente grande no contexto. A nova estrutura é formada por células unitárias que consistem de seis poliedros de 14 faces e dois de 12 faces, com um coeficiente isoperimétrico de 0,764. É interessante observar que as faces desses poliedros são irregulares e apenas as hexagonais são planares.

A célula de Weaire e Phelan é derivada da estrutura do  $\text{Na}_8\text{Si}_{14}$  descrita em 1965 e otimizada através do programa Surface Evolver. Esse programa é capaz de minimizar áreas sujeitas a certos vínculos de volume. Outra importante característica do programa é que ele roda em estações de trabalho ao invés de supercomputadores.

Não se pode prever por quanto tempo a nova estrutura celular de Weaire e Phelan permanecerá com o recorde de menor superfície, mesmo porque os dois pesquisadores já possuem outra célula unitária, que parece ser uma candidata muito forte a ultrapassar a barreira recentemente transposta.

**Marcelo A. F. Gomes**

Departamento de Física,  
Universidade Federal de Pernambuco.

## ALGAS E POLUIÇÃO POR METAIS

*A estrutura das comunidades de macroalgas é determinada pela interação de variáveis físico-químicas e biológicas, onde a luz, temperatura, movimento da água, nutrientes e interações bióticas como, competição, herbivoria e predação são as mais importantes. Esses vegetais representam uma parte considerável da produção primária e da base da cadeia alimentar em regiões costeiras. Essas regiões estão sujeitas a diversas ações antrópicas que vem alterando a estrutura das comunidades de algas. Vários pesquisadores tem observado que um dos principais efeitos da poluição é a redução do número de espécies, como aconteceu nos últimos 30 anos na Baía de Guanabara (RJ) e na de Santos (SP).*

As macroalgas marinhas são organismos bentônicos (fixos ao substrato do fundo), que se repartem em três grupos principais de acordo com seus pigmentos preponderantes: clorofíceas, as algas verdes, feofíceas, as pardas, e rodofíceas, as vermelhas (figura 1). São encontradas, geralmente, em substratos rochosos desde o limite superior da zona das marés, o supralitoral, até as zonas submersas onde a luz penetra.



**Figura 1. Algas verdes, pardas e vermelhas, no ambiente natural, não-contaminado.**

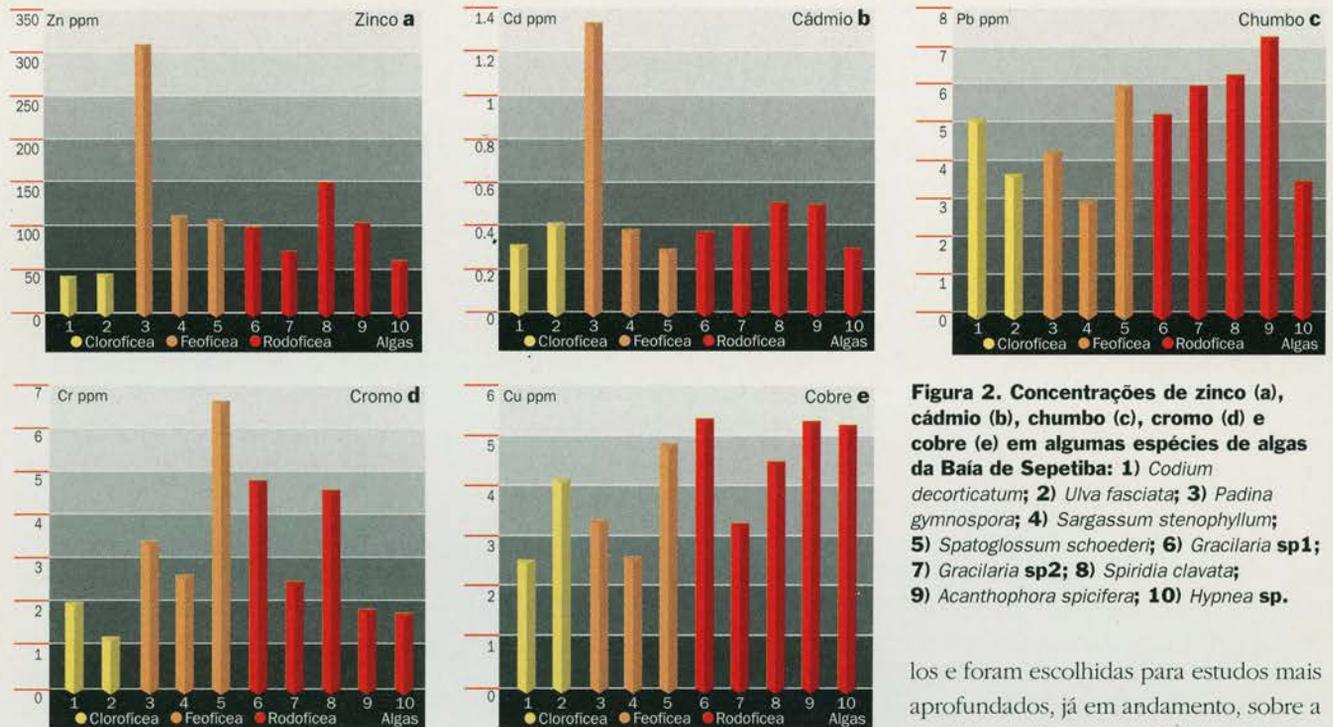
As espécies presentes no supralitoral são as que têm maior tolerância a mudanças bruscas na salinidade e temperatura. Na faixa do infralitoral, as comunidades são influenciadas principalmente pela intensidade luminosa e interações bióticas.

Assim como as baías da Guanabara e a de Santos, a maioria dos ambientes costeiros tem sido afetada por diferentes tipos de poluentes orgânicos e inorgânicos. Portanto, a avaliação dos efeitos potenciais de cada contaminante e de sua interação com as algas constitui importante abordagem ecotoxicológica.

Vários estudos foram realizados recentemente sobre os metais que contaminam o ambiente marinho. Trata-se de metais provenientes de fontes antropogênicas, como despejos industriais, lixo doméstico e emissões atmosféricas. Entre eles, destacam-se como principais contaminantes o zinco, o cádmio, o chumbo, o mercúrio, o cobre e o cromo.

### ACUMULAÇÃO DE METAIS

O processo de absorção das substâncias por um organismo a partir do seu meio ambiente é conhecido como bioacumulação. No ambiente marinho, os metais se distribuem na água, nos sedimentos e nos organismos por meio de vários pro-



**Figura 2. Concentrações de zinco (a), cádmio (b), chumbo (c), cromo (d) e cobre (e) em algumas espécies de algas da Baía de Sepetiba: 1) *Codium decorticans*; 2) *Ulva fasciata*; 3) *Padina gymnospora*; 4) *Sargassum stenophyllum*; 5) *Spatoglossum schoederi*; 6) *Gracilaria sp1*; 7) *Gracilaria sp2*; 8) *Spiridia clavata*; 9) *Acanthophora spicifera*; 10) *Hypnea sp.***

cessos físico-químicos e biológicos. A importância relativa desses processos depende de fatores ambientais como pH, o potencial de oxirredução (Eh), a forma iônica do metal, a matéria orgânica e inorgânica em suspensão.

Os sedimentos e o material constituído por partículas em suspensão representam reservatórios que regulam a concentração dos elementos na fração dissolvida e a transferência destes para os organismos. As algas acumulam os metais principalmente da fração dissolvida e podem refletir as concentrações encontradas na água.

Diversos autores têm sugerido a aplicação dessa capacidade de bioacumulação das algas em programas de monitoramento ambiental de metais. No entanto, o uso desses organismos como biomonitores de contaminantes ambientais só poderá se efetivar através de avaliações prévias que determinem quais as espécies de um mesmo grupo taxonômico são mais ou menos sensíveis ao poluente. Para isso é preciso conhecer bem os processos relacionados à bioacumulação das espécies escolhidas.

As algas necessitam de metais como cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) para seu metabolismo e cresci-

mento. Outros, como zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), boro (B), molibdênio (Mo), cobalto (Co) e selênio (Se), conhecidos como metais-traço, também são necessários, porém em quantidades menores. Na água não-contaminada, as concentrações desses metais são inferiores ao micrograma por litro.

A deficiência de elementos essenciais abaixo de uma determinada concentração ótima para o crescimento pode constituir-se em um fator limitante. De um modo geral, todos os metais podem ser acumulados, inclusive os não-essenciais, como mercúrio (Hg), cádmio (Cd) e chumbo (Pb). São considerados não-essenciais por não possuírem função biológica conhecida. Todos, porém, produzem efeitos tóxicos a partir de determinado limite de concentração, que em geral é mais baixo para os metais não-essenciais.

Em locais contaminados, as concentrações de metais nas algas podem atingir valores elevados. O fato é observado, por exemplo, em diferentes espécies coletadas na Baía de Sepetiba (RJ), onde os principais contaminantes são zinco, cádmio e cromo. Algumas espécies de algas pardas mostraram maior capacidade para acumulá-

los e foram escolhidas para estudos mais aprofundados, já em andamento, sobre a localização ultra-estrutural dos metais nas suas células. Outros metais, como chumbo e cobre, considerados não poluentes na baía, apresentaram concentrações semelhantes entre as espécies (figura 2).

A acumulação de um metal no organismo é resultado da interação de vários fatores, como adsorção, absorção ou penetração, interação com sítios metabólicos, estocagem e eliminação do metal. A importância de cada um desses mecanismos na resposta do organismo depende não só das características biológicas mas também das condições ambientais.

A passagem dos metais através da membrana plasmática das células das algas pode ser reduzida por meio de dois mecanismos extracelulares importantes: 1) formação de complexo dos cátions de metais na água com metabólitos produzidos e excretados pela alga, e 2) absorção e fixação nas paredes celulares. Esses mecanismos são referidos por alguns autores como mecanismos de tolerância. A formação de complexos de íons metálicos em formas menos tóxicas pode também diminuir a disponibilidade dos metais nos organismos.

**ABSORÇÃO DE METAIS**

A absorção de metais nas superfícies

externas das algas envolve a formação de complexos que pode ser acompanhada por uma troca de íons presentes nos sítios de ligação da parede da célula por íons metálicos. Pode haver também a adsorção física através de interações íon-dipolo ou de ligações por pontes de hidrogênio.

As substâncias com grande afinidade por metais nas algas são hidrocolóides – ou seja, solúveis em água, e seu tamanho varia entre 0,01 e 0,45  $\mu\text{m}$  por diâmetro. Pertencem aos grupos principais de substâncias químicas que formam as paredes celulares: as alginas, as agaranas e as carragenanas (*Ciência Hoje* nº 81, p. 73).

As alginas compreendem o ácido algínico contendo grupos carboxila que podem formar sais com os metais – os alginatos –, e são um dos maiores constituintes das algas pardas. A afinidade entre os ácidos algínicos e os metais vai depender da composição química do alginato. As agaranas, ou agar, são polímeros de galactose com baixo grau de enxofre. As carragenanas têm estrutura semelhante à das agaranas mas, ao contrário delas, são altamente sulfatadas e fortemente aniônicas. Assim como o agar, ocorrem nas algas vermelhas, podendo representar uma grande porcentagem do peso seco das algas.

Os grupos funcionais presentes nesses compostos que apresentam uma afinidade maior por metais são o sulfato ( $-\text{CSO}_4$ ) e a carboxila ( $-\text{COOH}$ ). A seletividade por metais depende do conteúdo desses grupos.

### EFEITOS TÓXICOS DOS METAIS

Os metais, seja na forma iônica ou na forma de complexos, podem penetrar nas células por diferentes sistemas de transporte existentes nas membranas e se distribuir entre os vários compartimentos intracelulares.

Há basicamente três possibilidades de interação dentro das células: conversão dos metais em compostos específicos organometálicos, que são formas não tóxicas (metaloenzimas e metalotioneínas);

formação de precipitados de sais inorgânicos no interior de vacúolos; ligação dos metais, de maneira não específica, em macromoléculas (proteínas e ácidos nucléicos), alterando o metabolismo celular.

Os principais elementos de ligação dos metais nos compostos orgânicos são enxofre, nitrogênio e oxigênio. A afinidade dos cátions varia segundo as suas valências e os elementos de ligação. Os íons entram assim em competição entre si pelo mesmo grupo de ligação. Pode ocorrer também uma ligação por troca iônica entre os metais e os grupos hidroxila, amino e sulfidril.

Os movimentos que os íons livres ou na forma de complexos fazem para entrar e sair dos compartimentos subcelulares são regulados pela atividade metabólica. Variáveis como a disponibilidade de sítios de ligação, a atividade metabólica e o gradiente intermembranar do pH, do Eh e da concentração de íons influenciam o transporte e a distribuição e, portanto, a toxicidade dos metais nas células.

Entre os efeitos tóxicos subletais observados distinguem-se a inibição de várias enzimas e substratos (como Ca-ATPase, tripeptídeo glutation-GSH); a perturbação do transporte celular de íons essenciais; e a redução de funções como respiração e fotossíntese.

Os efeitos no metabolismo celular decorrentes dos metais resultam em alterações no crescimento do organismo, após um determinado tempo de exposição. O crescimento constitui um parâmetro importante para uma estimativa da toxicidade do elemento, feita através de testes de laboratório em condições controladas.

### TESTES DE TOXICIDADE DE METAIS COM MACROALGAS

Os testes de toxicidade são usados para definir as concentrações que não causam danos aos organismos e poder controlar as substâncias presentes no ambiente. Para objetivos mais específicos, como o estudo do impacto da contaminação num determinado local, torna-se indispensável

uma avaliação das variáveis ambientais.

Nas algas, os testes de toxicidade são realizados em laboratório sob condições controladas de luz (intensidade, qualidade e fotoperíodo), de temperatura e meios de cultura de composição química conhecida. De preferência, são feitos no início de desenvolvimento da planta, estágio mais sensível no ciclo de vida das algas e portanto mais indicado para o estudo dos efeitos de poluentes.

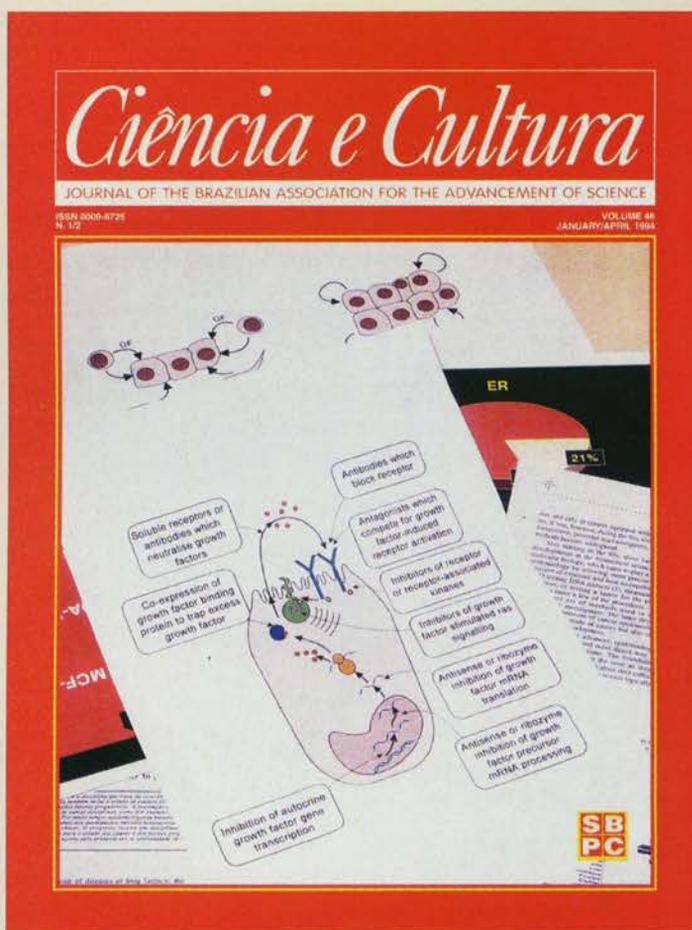
A manutenção de culturas unialgais e livre de contaminantes das espécies em laboratório permite obter quantidades suficientes de inóculos apropriados para a realização dos testes. Vários grupos ou lotes de indivíduos de um mesmo estágio de desenvolvimento, adaptados às condições dos testes, são expostos a pelo menos três concentrações de um metal em progressão logarítmica, cobrindo uma ampla faixa de concentração.

Durante o tempo de exposição, o crescimento e a morfologia dos indivíduos de cada grupo são acompanhados semanalmente e comparados com o grupo de controle (não-contaminado). De um modo geral, à medida que as concentrações de metais na água aumentam a partir de um determinado limite, há uma diminuição gradual no crescimento até sua completa inibição.

A taxa de crescimento específico (porcentagem de incremento de área por dia) vem sendo adotada por diversos autores como parâmetro para avaliação dos efeitos tóxicos de contaminantes em macroalgas. Os resultados de testes de toxicidade de zinco e cádmio com macroalgas mostraram que a partir de concentrações da ordem do micrograma por litro há efeitos tóxicos no crescimento e na morfologia em duas espécies presentes na Baía de Sepetiba, *Sargassum filipendula* e *Acetabularia acetabulum*.

Após 30 dias de contaminação por 10  $\mu\text{g.l}^{-1}$  de zinco, o crescimento de *Sargassum filipendula* é reduzido em 50% em relação às algas não contaminadas. Em 1.000  $\mu\text{g.l}^{-1}$  não houve qualquer cresci-

# Publique seu artigo de pesquisa em



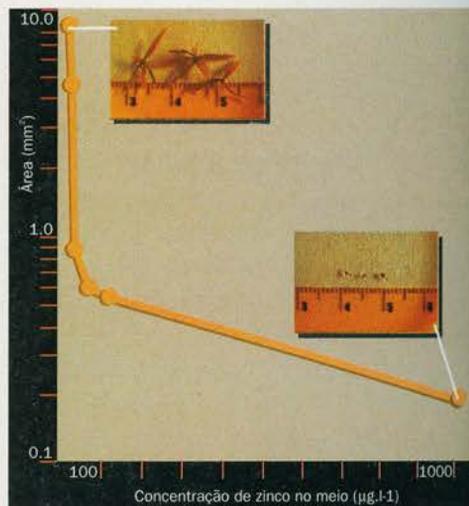
**Assinaturas (6 números): R\$ 33,00 ou**

**R\$ 25,00 para sócios da SBPC.**

**Rua Maria Antônia, 294 • 4º andar**

**São Paulo • SP • CEP 01222-010**

**TEL: (011) 255-8175 • FAX: (011) 361002**



**Figura 3. Efeito do zinco sobre o crescimento de *Sargassum filipendula*, em 30 dias.**

mento (figura 3). A taxa de crescimento específico de *S. filipendula* diminuiu a partir de  $10 \mu\text{g.l}^{-1}$  de zinco. Na espécie *Acetabularia acetabulum*, a partir de concentração de  $0,45 \mu\text{g.l}^{-1}$  de cádmio observaram-se várias anomalias morfológicas.

Ao compararmos esses resultados com outros citados na literatura, observamos que as concentrações mínimas desencadeadoras de efeitos tóxicos no crescimento de outras espécies são em geral mais altas. Em diferentes espécies do grupo de algas pardas, estas concentrações situaram-se entre  $100$  e  $1400 \mu\text{g.l}^{-1}$  para o zinco e entre  $450$  e  $1040 \mu\text{g.l}^{-1}$  para o cádmio. Às vezes é difícil comparar os resultados de diferentes autores porque eles se restringem à espécie-teste e à sua origem, às condições do teste, ao período de adaptação das espécies nas condições em questão e aos critérios de avaliação adotados. Uma definição melhor desses e de outros fatores que podem modificar a toxicidade é indispensável para a ampla aplicação de testes com macroalgas marinhas.

#### **Gilberto M. Amado**

Jardim Botânico do Rio de Janeiro, IBAMA  
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

#### **Cláudia S. Karez**

#### **Wolfgang C. Pfeiffer**

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

RENDE O MAIOR PERCENTUAL QUE VOCÊ JÁ VIU.

CADERNETA  
DE POUPANÇA  
**OURO**  
A poupança do Brasil

Rende mais  
segurança,  
rende grandes  
investimentos  
na agricultura,  
rende uma  
enormidade  
para você e  
para o seu País

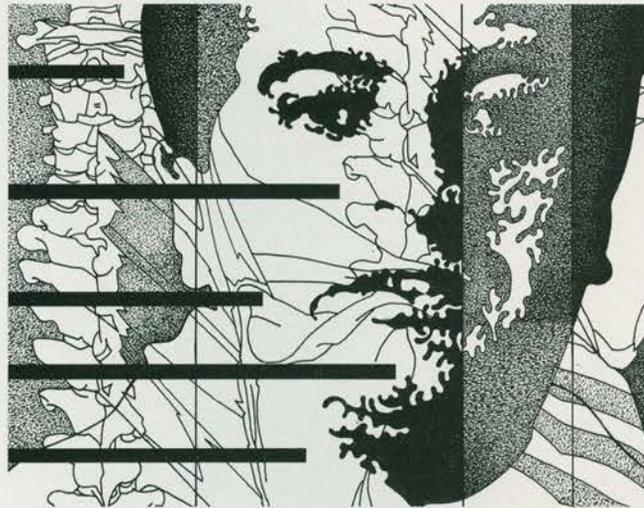


**BANCO DO BRASIL**

Bom para você.  
Bom para o Brasil.

# Jorge Kalil

*Transplantes no Brasil:  
entre a rejeição e a  
falta de órgãos*



**envolvimento do imunologista Jorge Kalil com a atividade de transplantes começou em 1978, quando iniciou seu doutoramento em Paris, no laboratório de Imunogenética de Transplante Humano, chefiado pelo pesquisador francês Jean Dausset, Nobel de Medicina e Fisiologia de 1980 pela descoberta dos antígenos leucocitários humanos, alvo principal da rejeição de órgãos transplantados. Kalil trabalhou com Dausset durante cinco anos, período em que coordenou os estudos das moléculas de superfície das células, através da produção e utilização de anticorpos monoclonais. Em meados de 85, quando o Instituto do Coração (InCor), de São Paulo, recomeçou seu programa de transplantes, Kalil foi chamado para organizar o serviço de imunologia, onde está há quase uma década. Nesta entrevista, concedida a Marise Muniz (Ciência Hoje / Belo Horizonte) durante a IX Reunião da Fesbe, realizada em Caxambu (MG) de 24 a 27 de agosto, ele fala das dificuldades encontradas na captação de órgãos, dos avanços registrados na área de imunologia de transplantes e defende a perspectiva futura do uso de órgãos animais para salvar vidas humanas.**

— *Quando é que os transplantes começaram a ser feitos no Brasil?*

— Tudo começou em 1965, no Hospital das Clínicas de São Paulo, com um transplante de rim feito pelos médicos Campos Freire e Emil Sabbaga envolvendo um doador vivo e seu irmão. Dois anos depois, seria feito o primeiro transplante renal a partir de um órgão retirado de um indivíduo morto, no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. De lá para cá, houve expressivo desenvolvimento na área de transplante renal, que deixou de ser, já em meados dos anos 70, um procedimento experimental para ser uma efetiva terapêutica em pacientes com insuficiência renal grave. Os transplantes cardíacos tiveram início em 1968, com a atividade pioneira do Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, mas logo depois foram interrompidos em função de inúmeros problemas de rejeição, insolúveis à época. Só na década de 80, com a introdução de uma importante droga imunossupressora, a ciclosporina, esses procedimentos cirúrgicos seriam retomados. A partir daí, registrou-se um crescimento considerável de trans-

plantes de coração em todo o mundo. No Brasil, eles foram reiniciados em 1984.

— *Qual o problema crucial no desenvolvimento de transplantes no país?*

— O maior problema ainda é a disponibilidade de órgãos. Até recentemente, as iniciativas de transplantes eram feitas quase que individualmente. Mas não se trata de um problema meramente de oferta. Diz respeito sobretudo à organização da sociedade civil, para que sejam coletados os possíveis órgãos que sabemos existirem para transplantes. As tentativas sempre esbarrraram na escassez de recursos para essa captação. A partir de 1986, entretanto, estimulados pela visita do professor Jean Dausset ao Brasil, criamos a Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos (ABTO), da qual fui o primeiro diretor-executivo, com o objetivo de organizar sistemas de coleta e distribuição de órgãos. Hoje, apesar de estarmos longe de uma boa organização, o quadro é bem mais animador: já são realizados no Brasil

transplantes de coração, de rim, de fígado, de pulmão e de pâncreas, além dos transplantes de medula óssea, iniciados pioneiramente em 1981 pelos médicos Ferreira e Pasquini, no Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Paraná.

— *Os transplantes são acessíveis à população de baixa renda?*  
 — Pensa-se que a atividade de transplante de órgãos é cara e elitista. Mas não é nada disso. O transplante de rim, por exemplo, é bem mais econômico do que manter os pacientes renais em hemodiálise para tratamento de insuficiência renal crônica. Na verdade, o que se gasta com o transplante de rim é menos do que se gastaria com a manutenção de um paciente em hemodiálise durante um ano. Sem falar que, após o segundo ano, o transplantado renal tem uma vida normal, praticamente sem gastos, enquanto o paciente em hemodiálise continua arcando com custos bastante elevados. No caso dos doentes pobres, o Sistema Unificado de Saúde da Previdência banca todas as despesas dos diferentes tipos de transplante. O InCor, por exemplo, realiza transplantes cardíacos fundamentalmente em pacientes de baixa renda. Além de salvar vidas e melhorar em muito a qualidade de vida das pessoas, o transplante é mais econômico para o Estado.

Transplante de rim é bem mais econômico do que manter os pacientes renais em hemodiálise para tratamento de insuficiência renal

— *Qual o transplante de órgão mais comum no Brasil?*  
 — O mais comum é o de rim, considerado o de mais fácil execução do ponto de vista técnico, pois permite que o paciente em lista de espera seja mantido no rim artificial, através da hemodiálise. Nos outros casos, uma vez indicado o transplante, o paciente tem que submeter-se à intervenção cirúrgica rapidamente para não morrer. Estima-se em dois mil o número de transplantes renais realizados anualmente no país e em 12 mil o número de pessoas que aguardam essa oportunidade em lista de espera. Só no Hospital das Clínicas de São Paulo, há cerca de três mil pacientes à espera de um rim. Com o sucesso dos transplantes no Brasil, as listas de espera de todos os tipos de órgão têm crescido significativamente. No caso dos pacientes indicados para transplante cardíaco, são grandes os riscos de morte se essa espera ultrapassar o período de um ano.

— *E qual é o órgão mais difícil de ser transplantado?*  
 — Há alguns órgãos cujo transplante dá piores resultados que outros, como o pâncreas, indicado em caso de pacientes com diabetes severas e de difícil controle. É uma intervenção delicada, pois em geral os pacientes apresentam insuficiência renal além do problema do diabetes, necessitando do transplante de

pâncreas simultaneamente ao renal. Poucos grupos usam esse procedimento no Brasil, tendo em vista as dificuldades da intervenção e os máus resultados até então obtidos. Do ponto de vista cirúrgico, o transplante que requer maior habilidade e infra-estrutura hospitalar é sem dúvida o de fígado. Felizmente, há hoje no país grande número de grupos especializados nesse transplante, seis deles concentrados em São Paulo.

— *Em relação ao doador, quais são as dificuldades enfrentadas?*  
 — Essa é mais uma questão de organização da sociedade civil e da comunidade médica. Sabemos que é grande a oferta de órgãos numa cidade como São Paulo, onde ocorrem muitas mortes violentas, na maioria dos casos provocadas por traumatismos cranianos, provenientes sobretudo de acidentes com veículos, quedas e aneurisma cerebral, além dos ferimentos por armas de fogo. Mas é necessário que os grupos de busca de órgãos sejam avisados quando o indivíduo se encontra em estado de morte encefálica mas o seu coração ainda não parou de bater. É nesse espaço de tempo, antes da morte celular, que os órgãos devem ser retirados. O problema é que

nem sempre os grupos de captação de órgãos são avisados a tempo. Enfrentamos também alguns problemas de recusa familiar em relação às doações, na maioria das vezes causada por informações imprecisas. Recentemente, por exemplo, em uma história contada no programa 'Você decide', da TV Globo, formou-se uma situação absolutamente irreal que induziu a população a negar durante algum tempo as doações, por medo de viver algo semelhante. Na história fictícia, a família do receptor, levada pelo desespero, engana a família do doador para a obtenção do órgão necessário ao transplante. A sociedade médica e científica envolvida em transplantes tem procurado manter a população sempre informada, de forma honesta e clara, sobre o real procedimento do transplante, mostrando que a doação de órgãos não é feita de um doador para um receptor específico e sim de maneira geral para os bancos de órgãos, que escolhem qual o melhor par doador-receptor. É preciso que se esclareça que a doação é feita à humanidade. É um ato nobre, que deve ser incentivado em nossa cultura.

— *Além das dificuldades relativas à doação, quais são os outros problemas envolvidos na execução dos transplantes?*  
 — No caso do transplante de rim, há dificuldades técnicas de suporte laboratorial para conservação dos órgãos, além de problemas relativos à manutenção de medicamentos, sobretudo a

ciclosporina, que não pode faltar um só dia no tratamento do paciente transplantado, para evitar a rejeição. Como isso é mantido pelo sistema de saúde, às vezes falta dinheiro para comprar medicamento. Quando falamos em transplante de medula óssea, a situação é ainda mais complicada, pois os pacientes transplantados estão sujeitos a infecções sérias, sobretudo quando não se dispõe de uma estrutura de suporte hospitalar adequada. O transplante de fígado apresenta dificuldades na parte perfusional, tendo em vista que a maioria dos pacientes precisa de várias transfusões sanguíneas. Há ainda dificuldades no tratamento de indivíduos com rejeição refratária, que não respondem a nenhum tipo de tratamento. Esses pacientes, estimados em 10%, precisam ser tratados com anticorpos específicos, que eliminam os linfócitos T, efetores no processo de rejeição. Como antes esses anticorpos eram importados, o custo de um tratamento, calculado em 10 mil dólares, inviabilizava o uso da droga no Brasil, causando grande perda de órgãos.

— *Já se pode falar em avanços registrados no país na imunologia de transplantes?*

— Há cinco anos, comecei a coordenar um projeto de pesquisa conjunto com o Instituto Butantan para a produção da globulina antitimocitária, feita a partir da injeção de células tímicas humanas em cavalos. O soro daí resultante, altamente purificado e submetido a vários testes laboratoriais, é utilizado no tratamento das rejeições e está disponível para os grupos de transplante de todo o Brasil. Só no ano passado, foram distribuídas cinco mil ampolas desse medicamento. Além disso, já prevendo o avanço tecnológico, iniciamos recentemente a produção maciça de anticorpos monoclonais, que possibilitam a produção de grande quantidade de anticorpos a partir de uma célula híbrida que se multiplica *in vitro*. Ao lado de Cuba, o Brasil tem atualmente um dos dois únicos centros de produção maciça de monoclonais existentes na América Latina, onde são produzidos anticorpos específicos contra linfócitos T. Atualmente, estamos ensaiando novas moléculas que acreditamos possam ter um papel relevante na indução da tolerância ao órgão, com repercussões positivas no transplante. Conseguimos também muitos avanços nos exames que indicam a melhor seleção doador-receptor, com menores chances de erro. Através de previções feitas com sofisticados métodos de prova cruzada para transplante, podemos saber quais são os indivíduos pré-sensibilizados, que rejeitariam rapidamente o órgão. Para obter maior precisão na tipagem celular, temos também utilizado, em meu laboratório, técnicas avançadas de biologia molecular.

As taxas de sobrevivência com transplantes no Brasil estão muito próximas das obtidas internacionalmente.

— *Após o transplante, quais os principais problemas enfrentados?*

— Os maiores problemas estão vinculados a um dilema que se coloca para o médico: se ele faz uma imunossupressão muito eficiente, consegue manter o órgão enxertado, mas pode matar o paciente de infecção. Se reduz a imunossupressão, o paciente não corre o risco de infecção mas o órgão pode se perder. Exige-se muito da habilidade do médico para manter o indivíduo num estado imunossupressor tal, que não permita a rejeição do órgão nem sujeite o paciente a infecções. As maiores perdas de pacientes ocorrem por infecção, e os órgãos são perdidos por rejeição. Quando temos um transplante de coração ou de fígado, a perda do órgão transplantado significa também a morte do paciente. Já no caso do rim, pode-se perder o órgão transplantado e o paciente voltar à hemodiálise. Há casos de pessoas que se submetem a cinco transplantes renais. Outra complicação tardia causada pela imunossupressão é que o risco de desenvolvimento de processos cancerígenos aumenta em até quatro vezes.

— *No Brasil, a taxa de sobrevivência obtida com os transplantes pode ser*

*considerada satisfatória?*

— As nossas taxas de sobrevivência estão muito próximas da média obtida internacionalmente. Tanto para coração, fígado e rim, a sobrevivência do enxerto gira em torno de 80% no primeiro ano após a intervenção. A sobrevivência do paciente com transplante renal é um pouco superior, em média 85%. Mas, como somos um país de contrastes sociais, se considerarmos os pacientes transplantados de maior poder aquisitivo, essa taxa é igual ou melhor que a registrada no Primeiro Mundo, pois eles procuram hospitais de primeira linha e se cuidam de forma adequada. Infelizmente, nosso maior contingente de pacientes transplantados é do segmento mais pobre, desprovido de condições adequadas de habitação, de alimentação, de higiene. Isso fatalmente eleva o número de pacientes com problemas infecciosos. Entre a população de baixa renda, a mortalidade é considerada alta.

— *Qual o futuro dos transplantes? Já se fala no uso de órgãos de animais em substituição aos humanos...*

— O transplantador sonha basicamente com duas coisas: em primeiro lugar, a tolerância ao enxerto e em segundo uma fonte de órgãos mais fácil. Busca-se a cada dia, através dos avanços da imunologia, entender melhor como funcionam os processos que levam à tolerância de um órgão estranho. Hoje, usamos

métodos de imunossupressão que são inespecíficos, sujeitando os pacientes transplantados a riscos de infecções e até mesmo de desenvolvimento de tumores. Isso quer dizer que ainda não somos seletivos em nossa imunossupressão. O sonho do transplantador é a imunossupressão específica para determinado órgão e para determinado paciente. Há muitos experimentos feitos mundialmente nesse sentido, mostrando que essa tolerância talvez possa ser alcançada quando for possível fazer com que células do sistema imunológico e hematopoiético do doador convivam com as do receptor, mantendo um estado de tolerância mútua. Outra perspectiva futura é o xenotransplante, feito entre indivíduos de espécies distintas. Há muitas investigações feitas em todo o mundo em busca do doador ideal. O macaco tem sido ensaiado em experimentos pioneiros nos EUA, principalmente na Universidade de Pittsburg, numa atitude quase desesperada diante da morte inevitável do paciente. Por ser relativamente semelhante ao homem, o macaco poderia ser interessante como doador, mas é um animal de manutenção cara, não existe em grande número e, por ser próximo ao homem, pode transmitir doenças semelhantes às humanas. Atualmente, estão sendo feitos experimentos no sentido de trans-

formar o porco no doador ideal de órgãos para o homem. Isso se tornaria possível através de técnicas de biologia molecular e engenharia genética, que seriam usadas para transformar algumas características das células suínas. Apesar de ainda estarmos longe disso, já se pode afirmar que o porco é um doador possível no futuro, pois tem órgãos relativamente compatíveis com os do homem. Além disso, já sabemos como criar porcos há muito tempo, o que aumenta as vantagens de sua utilização.

— *Há implicações éticas no transplante de órgãos de animais para seres humanos?*

— Não vejo qual seria o problema ético nesse caso. Provavelmente a nossa sociedade, em sua riqueza de idéias e criatividade, levantará questões a esse respeito. Para mim, é um procedimento absolutamente correto utilizar o órgão de um animal para manter a vida de um ser humano. Se comemos a carne de porco para satisfazer necessidades alimentares, por que não usar os órgãos desse animal para salvar vidas humanas? Não nego que o fato de indivíduos sobreviverem com partes de animais em seu interior possa gerar implicações filosóficas. Mas vamos deixar essa questão para que o futuro resolva.

## INFORMAÇÕES DO IBGE NO SEU MICROCOMPUTADOR



O IBGE está lançando o mais novo serviço de consulta on line ao seu banco de dados, o **SIDRA II**. O *Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados - SIDRA II*, oferece ao público em geral, por intermédio de terminais de vídeo e teleimpressores, informações estatísticas e geocientíficas em nível municipal, estadual, regional e nacional.

O público-alvo do **SIDRA II** é: *empresas industriais, comerciais e de serviços*, sabidamente carentes de informações estruturais para subsidiar seus processos de tomada de decisão. Neste caso, também se encaixam *prefeituras, instituições de pesquisas, associações de classe e profissionais liberais*, entre outros clientes.

Com o lançamento do **SIDRA II**, estarão ao alcance dos usuários, no menor tempo possível, dados do Censo Demográfico de 1991, além de diversas informações sobre posição, extensão e divisão territorial, recursos

naturais e meio ambiente. E mais: vão estar disponíveis, também, estatísticas conjunturais como as séries históricas de taxas de desemprego, índices de preços ao consumidor (IPCA, INPC, IPCA-E, INPC-E, quadrissemanal), índices de custos e preços da construção civil, produção industrial, Produto Interno Bruto, etc. Para isso, o usuário só terá que selecionar o assunto ou a unidade territorial desejada, entre opções de fácil atendimento.

Para credenciamento no **SIDRA II**, a preço bastante acessível, os interessados devem procurar o Centro de Documentação e Disseminação de Informações do IBGE, na Rua General Canabarro, 666, telefone (021)284-0402, fax (021)234-6189.

A partir de fevereiro, segundo o presidente do IBGE, Sílvio Augusto Minciotti, os usuários já credenciados poderão usar sua senha para acessar todas as milhares de informações que o IBGE tem sobre o Brasil.

Neste ano, o IBGE vai lançar mais três produtos: Regiões de Influência das Cidades, Informações Censitárias por bairro/setor censitário e Informações Básicas Municipais. Outros produtos estão sendo preparados para comercialização, a partir do segundo trimestre.



# O legado de Lavoisier

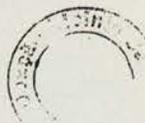


TRAITÉ  
ÉLÉMENTAIRE  
DE CHIMIE,  
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU  
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

Avec Figures :

*Par M. LAVOISIER, de l'Académie des Sciences, de la Société Royale de Médecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de celles de Philadelphie, Harlem, Manchester, Padoue, &c.*

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXIX.

*Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la Société Royale de Médecine.*

CASAL LAVOISIER EM PINTURA DE LOUIS DAVID / LA RECHERCHE, Nº265



**O** ano de 1994 lembra uma data trágica e marcante para a ciência moderna: o bicentenário da morte de Antoine Laurent Lavoisier. No dia 8 de maio de 1794, Lavoisier, nascido em 1743 e um dos maiores cientistas de todos os tempos, foi guilhotinado juntamente com outros 28 *fermiers généraux* (coletores de impostos). No turbilhão da Revolução francesa, desaparecia um dos principais responsáveis por outra revolução: a criação da química moderna.

Seu *Tratado de Química Elementar* (1789), uma das obras clássicas da história da ciência, foi escrito com a preocupação de difundir para um público mais amplo as novas idéias e métodos experimentais. Visava também estabelecer e consolidar a nova nomenclatura química. O livro foi apresentado à Academia de Ciências num importante discurso preliminar no qual são retrçados os objetivos principais de seu programa. Juntando-se a várias homenagens a Lavoisier, realizadas em todas as partes do mundo, *Ciência Hoje* transcreve aqui, em boa parte, o conteúdo dessa apresentação do Tratado.

**Apresentação do *Tratado Elementar de Química*,  
na Academia Francesa de Ciências,  
por Antoine Laurent Lavoisier, em 1789.**

Meu único objetivo, ao iniciar esta obra, era dar maior desenvolvimento à monografia que li na seção pública da Academia de Ciências, em abril de 1787, sobre a necessidade de reformar e aperfeiçoar a Nomenclatura da Química.

Foi ao me ocupar desse trabalho que realmente senti, mais do que nunca, a evidência dos princípios propostos pelo abade de Condillac na sua *Lógica* e em algumas outras de suas obras. Ele estabelece que “nós só pensamos com o auxílio das palavras; que as línguas são verdadeiros métodos analíticos; que a álgebra – entre todas as maneiras de enunciar, a mais simples, mais exata e mais adaptada a seu objeto – é ao mesmo tempo uma linguagem e um método analítico; enfim, que a arte de raciocinar se reduz a uma linguagem bem feita”.

Com efeito, enquanto eu acreditava me ocupar somente de nomenclatura, enquanto só tinha como objetivo aperfeiçoar a linguagem da Química, meu trabalho transformou-se de modo imperceptível, sem que me fosse possível evitar, em um *Tratado Elementar de Química*.

A impossibilidade de separar a Nomenclatura da Ciência, e esta daquela, decorre de que toda ciência física é necessariamente formada por três vertentes: a seqüência de fatos que constituem a ciência; as idéias que evocam esses fatos; as palavras que os



**Lavoisier pesquisou também novos métodos e instrumentos agrícolas. A partir de 1785 publica suas 'Instructions' sobre estes temas.**

expressim. A palavra deve expressar a idéia. A idéia deve representar o fato. São três impressões de um mesmo carimbo. Como são as palavras que conservam e transmitem as idéias, não se pode aperfeiçoar a palavra sem aperfeiçoar a ciência, nem a ciência sem a linguagem. Por mais certos que fossem os fatos, por mais justas que fossem as idéias geradas por esses fatos, eles só transmitiriam impressões falsas se não tivéssemos as expressões exatas para descrevê-los.

A primeira parte deste *Tratado* fornecerá, àqueles que desejam refletir sobre ele, provas freqüentes dessas verdades. Mas, como me vi forçado a seguir uma ordem que difere essencialmente da adotada até agora em todos os livros de Química, devo explicar os motivos que me levaram a isso. (...)

Quando nos dedicamos pela primeira vez ao estudo de uma ciência, estamos em relação a ela num estado análogo àquele das crianças, e o caminho que temos a percorrer é precisamente o que a natureza segue na formação das idéias durante a infância. Assim, como no caso da criança em que a idéia é uma conseqüência da sensação e esta gera a idéia, também para aquele que se inicia no estudo das ciências físicas, as idéias devem ser apenas uma conseqüência, uma decorrência imediata de uma experiência ou de uma observação.

Permitam-me acrescentar que aquele que entra na carreira das ciências encontra-se em situação menos vantajosa que a própria criança ao adquirir suas primeiras idéias. Se a criança se enganar sobre os efeitos benéficos ou nocivos dos objetos que a cercam, a natureza lhe dá múltiplos meios de se corrigir. A cada instante, o julgamento que ela fez é corrigido pela experiência. A privação ou a dor vêm como decorrência de um julgamento errado. A satisfação e o prazer, de um julgamento acertado. Com esses mestres, não há demora em nos tornarmos conseqüentes e logo raciocinarmos corretamente por não ser possível fazê-lo de outra maneira, sob pena de privação e sofrimento.

Não acontece o mesmo no estudo e na prática das ciências. Os julgamentos falsos que fazemos não se aplicam nem à nossa



existência, nem ao nosso bem-estar. Nenhum interesse físico nos obriga a nos corrigirmos: ao contrário, é a imaginação, que tende a nos levar continuamente para além da verdade. O amor-próprio e a autoconfiança que este nos insufla nos levam a conseqüências que não decorrem imediatamente dos fatos. Assim, de certo modo, ficamos interessados em seduzir a nós mesmos. Portanto, não surpreende que, nas ciências físicas em geral, sejamos com freqüência levados a supor, ao invés de concluir; que as suposições transmitidas de geração em geração tenham se imposto cada vez mais pelo peso da autoridade que adquiriram e que, finalmente, tenham sido adotadas e encaradas como verdades fundamentais mesmo por mentes privilegiadas.

O único meio de evitar esses desvios é suprimir, ou pelo menos simplificar, tanto quanto possível, o raciocínio que nos é próprio e que é capaz de nos desorientar, submetendo-o continuamente à prova da experiência. Devemos conservar apenas os fatos que a natureza nos fornece, que não nos enganam, e procurar a verdade somente no encadeamento natural das experiências e das observações, como fazem os matemáticos que chegam à solução de um problema pelo simples arranjo dos dados, reduzindo o raciocínio a operações tão simples, a julgamentos tão sucintos, que nunca perdem de vista a evidência que lhes serve de guia.

Convencido dessas verdades, eu me impus a lei de só proceder a partir do conhecido para o desconhecido, de não deduzir qualquer conseqüência que não decorresse imediatamente das experiências e das observações, de encadear os fatos e as verdades químicas na ordem mais adequada para facilitar a compreensão pelos principiantes. Era impossível que, ao me sujeitar a esse plano, eu não me afastasse dos caminhos habituais. Um defeito comum a todos os cursos e a todos os tratados de Química era pressupor, desde os primeiros passos, conhecimentos que o aluno ou o leitor só iriam adquirir em lições subseqüentes. (...)

Essa lei rigorosa, da qual não devia me afastar, de nada concluir além do que as experiências apresentam e de nunca suprir com a imaginação o silêncio dos fatos, não me permitiu incluir nesse trabalho a parte da Química talvez mais suscetível de se tornar, um dia, uma ciência exata: a que trata das afinidades químicas ou atrações eletivas. (...)

Certamente causará surpresa que não seja encontrado em um tratado elementar de Química um capítulo sobre as partes constituintes e elementares dos corpos. Deixarei assinalado aqui que essa tendência que temos de querer que todos os corpos da natureza sejam compostos

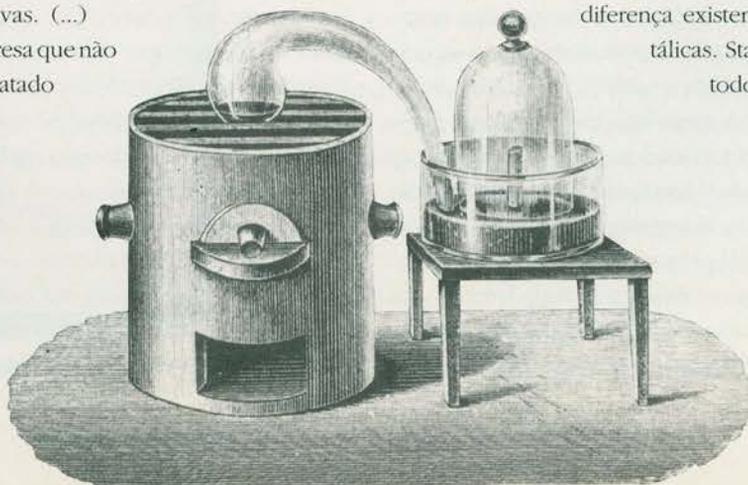


Propriedade de Lavoisier em Freschines.

apenas por três ou quatro elementos se deve em parte a uma idéia preconcebida que nos vem originalmente dos filósofos gregos. É uma pura hipótese supor a existência de quatro elementos que, pela variedade de suas proporções, compõem todos os corpos conhecidos. Ela foi imaginada muito antes das primeiras noções da Física experimental e da Química. Não se tinha ainda fatos, tratava-se de formar sistemas. Hoje, que já recolhemos fatos, parece que nos esforçamos em repudiá-los, quando eles não coincidem com os nossos preconceitos. Tanto isso é verdade, que o peso da autoridade daqueles pais da filosofia humana ainda se faz sentir, e ela sem dúvida ainda pesará sobre as gerações futuras.

Uma coisa muito notável é que não existe um químico que, enquanto ensina a doutrina dos quatro elementos, não seja levado pela força dos fatos a admitir que eles sejam mais numerosos. Os primeiros químicos que escreveram depois do movimento de renovação das Letras, das Artes e das Ciências, consideravam o enxofre e o sal como substâncias elementares que entravam na combinação de um grande número de corpos. Eles reconheciam, portanto, a existência de seis elementos, em lugar de quatro. Beccher admitia três terras, e era da combinação delas e da diferença entre as suas proporções que resultava, segundo ele, a diferença existente entre as substâncias metálicas. Stahl modificou esse sistema e

todos os químicos que o sucederam tomaram a liberdade de introduzir-lhe modificações, e até mesmo de imaginar outros. Entretanto, se deixaram levar pelo espírito de seu século, que se contentava com afirmações sem provas ou que,



freqüentemente, considerava como tais, evidências de probabilidade muito pequena.

Tudo que se pode dizer sobre o número e a natureza dos elementos se limita, na minha opinião, a discussões puramente metafísicas: procura-se resolver problemas indeterminados, que são suscetíveis de ter uma infinidade de soluções, mas é muito provável que nenhuma delas esteja de acordo com a natureza. Contentar-me-ei, portanto, em dizer que, se pelo nome

de elementos pretendemos designar moléculas simples e indivisíveis que compõem os corpos, é provável que nós não os conheçamos. Se, ao contrário, ligamos o nome de elementos ou de princípios dos corpos à idéia do termo final a que chega a análise, todas as substâncias que ainda não conseguimos decompor, através do uso de qualquer processo, são para nós elementos. Na realidade não podemos garantir que esses corpos, que encaramos como simples, não sejam eles mesmos compostos por dois ou até por um número maior de princípios, mas uma vez que esses nunca se separam, ou melhor, já que não temos nenhum meio de separá-los, eles funcionam para nós do mesmo modo que os corpos simples, e não devemos supor que sejam compostos senão quando a experiência e a observação tiverem fornecido a prova.

Essas reflexões sobre a evolução das idéias se aplicam naturalmente à escolha das palavras que devem exprimi-las. Guiado pelo trabalho que fizemos juntos em 1787, de Morveau, Berthollet, Fourcroy e eu, sobre a Nomenclatura da Química, designei tanto quanto foi possível as substâncias simples por palavras simples, e são essas que fui obrigado a nomear em primeiro lugar. Cabe lembrar que nós nos esforçamos por conservar para todas essas substâncias os nomes que lhes eram dados na Sociedade. Não nos permitimos mudá-los, a não ser em dois casos: o primeiro, com relação a substâncias recentemente descobertas, e que ainda não haviam recebido nomes, ou pelo menos para aquelas que foram nomeadas há pouco tempo, e portanto cujos nomes ainda novos não haviam sido sancionados por uma adoção generalizada; o segundo, quando os nomes adotados, seja pelos antigos, seja pelos modernos, nos pareceram portadores de idéias evidentemente falsas porque poderiam levar a uma confusão entre a substância que designavam e outras, dotadas de propriedades diferentes ou opostas. Não tivemos



**Gabinete de trabalho de Lavoisier, reconstituído no Museu das Técnicas de Paris.**

então qualquer dificuldade em substituí-los por outros, que buscamos principalmente na língua grega. Procuramos fazer com que eles exprimissem a propriedade mais geral, mais característica da substância. Descobrimos a vantagem de aliviar a memória dos principiantes, que dificilmente retém uma palavra nova quando ela é absolutamente destituída de sentido, e de acostumá-los cedo a não admitir qualquer palavra sem ligá-la a uma idéia.

Em relação aos corpos que são formados pela reunião de várias substâncias simples, nós os designamos com nomes compostos, formados pelos nomes das próprias substâncias. Mas como o número de combinações binárias é bastante elevado, teríamos caído na desordem e na confusão se não nos tivéssemos empenhado em estabelecer classes. O nome de classes e de gêneros é, na ordem natural das idéias, aquele que lembra a propriedade comum a um grande número de indivíduos; o das espécies, ao contrário, é aquele que dirige a idéia para as propriedades particulares de alguns indivíduos. (...)

Os ácidos, por exemplo, são compostos de duas substâncias do tipo que consideramos simples. Da substância que constitui a acidez, e que é comum a todos eles, deve ser tirado o nome de classe ou de gênero; da outra, que é particular a cada ácido, e diferencia-os uns dos outros, é que deve vir o nome específico.

Mas na maioria dos ácidos, os dois princípios constituintes, o acidificante e o acidificado, podem existir em proporções diferentes, que constituem os pontos de equilíbrio ou de saturação. É o que se observa no ácido sulfúrico e no ácido sulfuroso. Expressimos esses dois estados do mesmo ácido variando a terminação do nome específico.

As substâncias metálicas que foram expostas à ação conjunta do ar e do fogo perdem seu brilho metálico, aumentam de peso e tomam uma aparência terrosa. Nesse estado, elas são compostas, como os ácidos, por um princípio que é comum a todas e por um princípio particular próprio a cada uma. Da mesma forma, tivemos de classificá-las sob um nome genérico derivado do princípio comum, e o nome que adotamos foi o de óxido; em seguida, nós as diferenciamos umas das outras pelo nome particular do metal ao qual elas pertencem. (...)

Um sal, embora composto de três princípios, pode estar em estados muito diferentes, unicamente pela variação na proporção

## A vida de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794)

Ano	Atividade	Atualidade Científica e Política
1743	Nascimento em Paris	
1754	Cursa o Colégio Mazarin .....	Enciclopédia de Diderot
1763	Diploma de advogado	
1765	Primeira monografia sobre a gipsita .....	Descoberta do ácido prússico por Scheele
1766	Prêmio no concurso sobre ..... iluminação de Paris	Cavendish descobre o hidrogênio. Nascimento de John Dalton
1768	Eleito para a Academia de Ciências. Admissão na <i>Ferme Générale</i>	
1771	Casamento com Marie Anne Paulze	
1772	Experiências com calcinação de estanho ..... .....	Priestley publica o Primeiro volume das <i>Observations on different kinds of air</i>
1774	<i>Opuscules Physiques et Chimiques</i> .....	Luís XIV torna-se rei. Priestley descobre o oxigênio
1776	Monografia sobre o ácido nitroso .....	Independência dos EUA
1777	Monografia 'sobre a respiração dos ..... animais' e 'sobre a combustão em geral'	Trabalhos de Scheele sobre ácidos
1780	Experiências sobre ácidos	
1781	Trabalhos sobre calor, com Laplace	
1782	Monografia sobre a dissolução dos metais e a fermentação	
1783	Monografias: "Sobre a composição da água"; "Reflexões sobre flogística". Teoria calórica dos gases. Entrada na Sociedade Real de Agricultura	
1784	Participa da Comissão sobre dirigíveis .....	Kirwan publica <i>Essay on Phlogiston</i>
1785	Experiência sobre síntese e ..... análise da água .....	Berthollet inventa a água de Javel ou água sanitária. Bergman publica o "Tratado das afinidades químicas ou atrações eletivas"
1787	Método de nomenclatura química	
1789	Publicação do <i>Tratado Elemental de Química</i> . Fundação dos <i>Annales de Chimie</i> e Monografia sobre a respiração .....	Tomada da Bastilha
1791	Comissão de Pesos e Medidas. .... Tesoureiro da Academia	Fuga de Luís XVI para Varenne
1792	Trabalhos sobre o quilograma padrão .....	Proclamação da República
1793	Dissolução da Academia .....	Execução de Luís XVI. O Terror. Adoção do metro provisório
1794	Execução de Lavoisier em 8 de maio	

Baseado em *La Recherche*, nº 265/maio, p. 541 (1994).

Administrador de méritos reconhecidos, banqueiro, agrônomo, Lavoisier, além de excepcional cientista, era um aristocrata esclarecido, que buscava reformas administrativas em vários setores da sociedade francesa. Contribuiu com o regime revolucionário em diversas comissões (como, por exemplo, para o estabelecimento do novo sistema métrico de pesos e medidas), mas isto não foi suficiente para apagar, na época do Terror, os laços fortes que mantivera com o antigo regime. As atividades impopulares de coletor de impostos, além de outros fatores como atitudes vingativas de inimigos e o papel importante que desempenhara dentro da antiga Academia de Ciência, virulentamente atacada por Marat, levaram à sua condenação.

São inúmeras as contribuições científicas de Lavoisier. Seus estudos e experiências cuidadosas sobre a combustão levaram à superação da teoria do flogístico (teoria criada pelo médico e químico Georg Stahl (1660-1734) em que o *flogístico*, matéria muito sutil e volátil, estaria contida nas substâncias combustíveis e produziria o calor, a luz e a fumaça

na combustão. Fez experiências decisivas sobre a composição do ar, a decomposição e a síntese da água a partir do oxigênio e do hidrogênio, e a ação do oxigênio na respiração (ver 'A revolução de Lavoisier, *Ciência Hoje*, vol. 10, nº 60, p. 60).

Com uma nova abordagem da química, escorada em experimentos quantitativos cuidadosos e não mais em propriedades qualitativas, demoliu a teoria de constituição da matéria a partir de quatro elementos (terra, água, fogo e ar), uma das bases da química antiga. Tomou como princípio básico de seus experimentos a conservação da massa nas reações químicas, apresentada em muitos livros como uma lei que foi 'comprovada' experimentalmente por ele mesmo, com a afirmação: *Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma.*

Estudos mais recentes realizados pelos historiadores das ciências têm contribuído para a construção de um quadro mais realista sobre o papel de Lavoisier e de outros cientistas nesse período. A idéia, originária da França, no século passado, de Lavoisier como o único mentor e responsável pela criação da química moderna tem sido questionada. Existia, naquele período,

uma verdadeira comunidade de cientistas, reunindo químicos, físicos, engenheiros, médicos, etc., que giravam em torno de Lavoisier e que iriam produzir profundas transformações na química, no período que antecede imediatamente a Revolução Francesa.

Entre seus colegas de trabalho, cuja contribuição coletiva é reconhecida explicitamente por Lavoisier, citemos Berthollet (1748-1822), Monge (1746-1818), Laplace (1749-1827), Fourcroy (1755-1809), Guyton de Morveau (1737-1816) e Mesmier de la Place (1754-1793). Além da realização cuidadosa de experimentos quantitativos (a balança de precisão surge como instrumento essencial e símbolo da nova postura) uma outra característica se destaca no programa capitaneado por Lavoisier, a partir de 1773: a preocupação permanente com a criação de uma nova linguagem (nomenclatura) para a ciência emergente.

#### **Ildeu de Castro Moreira**

*Instituto de Física,*

*Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

desses princípios. A nomenclatura que adotamos seria defeituosa se não exprimisse esses diferentes estados, e chegamos a ela principalmente por mudanças de terminação, que uniformizamos para um mesmo estado dos diferentes sais. (...)

Compreende-se que não tenha sido possível satisfazer esses diferentes aspectos sem, algumas vezes, ferir o uso tradicional e sem adotar denominações que pareceram estranhas e difíceis num primeiro momento. Mas observamos que o ouvido se acostumava imediatamente às novas palavras, sobretudo quando essas se encontravam ligadas a um sistema geral e lógico. Além disso, os nomes que se empregavam antes, tais como *pó de algarote, sal alembrote, pompholix, água fagedênica, turbitto mineral, colcotar* e muitos outros, não são nem menos difíceis nem menos estranhos. É preciso muito uso e muita memória para lembrar das substâncias que eles designam, e principalmente

para reconhecer o gênero de combinação a que eles pertencem.

Os nomes *óleo de tártaro por deliquio, óleo de vitriolo, manteiga de arsênico e de antimônio, flores de zinco* etc. são ainda mais impróprios porque dão origem a idéias falsas. Isso porque não existe no reino mineral, propriamente falando, nem manteiga, nem óleos e nem flores; enfim, porque as substâncias que designamos com esses nomes enganadores são venenos violentos. (...)

Talvez haja mais fundamento em me censurar por não ter oferecido, no trabalho que apresento ao público, nenhum histórico da opinião daqueles que me precederam; por só ter apresentado a minha, sem discutir a dos outros. Conseqüentemente, nem sempre fiz justiça a meus colegas, ainda menos aos químicos estrangeiros, como era minha intenção. Mas peço que meus leitores considerem que, se acumulássemos citações num

trabalho elementar, se nos entregássemos a longas discussões sobre a história da ciência e sobre aqueles que nela trabalharam, nos afastaríamos do verdadeiro objetivo que nos propusemos, e o resultado seria uma obra de leitura muito cansativa para iniciantes. Não é nem a história da ciência nem a do espírito humano que se deve apresentar num tratado elementar. Nele só se deve buscar a facilidade e a clareza, evitando-se cuidadosamente tudo o que poderia levar a um desvio da atenção. É um caminho que deve ser continuamente aplainado, no qual não se deve deixar subsistir qualquer obstáculo que possa ocasionar o menor atraso.

As ciências apresentam por si só dificuldades suficientes para que não se precise recorrer a outras que lhes sejam alheias. Os químicos perceberão facilmente que, na primeira parte, quase só usei experiências de minha autoria. Se às vezes me ocorreu usar, sem citar, experiências ou opiniões de Berthollet, Fourcroy, de la Place, Monge, e daqueles que em geral adotaram os mesmos princípios que eu, é que o hábito da convivência, da comunicação das nossas idéias, observações e maneira de ver, estabeleceu entre nós uma espécie de confraria de opiniões, na qual às vezes é difícil distinguirmos o que pertence mais particularmente a cada um de nós. (...)

Uma obra desse gênero parecia desejada há muito tempo, e creio que será de alguma utilidade. Em geral, a prática das experiências, e sobretudo das experiências modernas, não é suficientemente difundida; e talvez se, nas diferentes monografias que apresentei à Academia, tivesse dado mais detalhes sobre as manipulações, eu teria sido mais facilmente entendido e a Ciência teria feito progressos mais rápidos. (...)

Terminarei esse Discurso preliminar transcrevendo literalmente algumas passagens do abade de Condillac, que me parecem descrever fielmente a situação da Química em tempos muito próximos do nosso. Essas passagens, que não foram feitas

com esse propósito, ganharão ainda mais força se sua aplicação parecer justa.

“Em lugar de observar as coisas que gostaríamos de conhecer, quisemos imaginá-las. De suposições falsas em suposições falsas, nós nos perdemos em uma multidão de erros, que de maneira preconcebida passaram a ser tomados como princípios. Então

nos perdemos mais e mais e só soubemos raciocinar de acordo com os maus hábitos que contraímos. A arte de abusar das palavras sem entendê-las bem foi para nós a arte de raciocinar... Quando as coisas chegam a esse ponto, quando tantos erros se acumulam, só há um meio de repor a ordem na arte de raciocinar: é esquecer tudo que aprendemos, retroceder à origem de nossas idéias, seguir seu desenvolvimento e refazer, como diz Bacon, o entendimento humano.

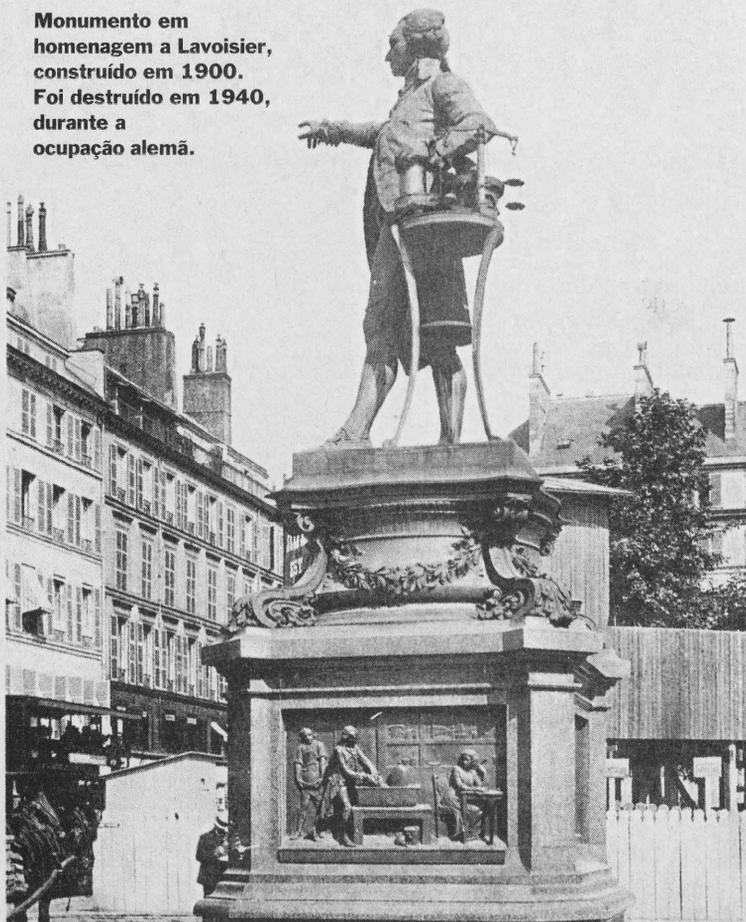
Esse meio é tão mais difícil quanto mais instruídos nos julgamos. Assim, obras onde as ciências seriam tratadas com uma grande clareza, uma grande precisão, uma grande ordem, não estariam ao alcance de todo mundo. Aqueles que não

tivessem estudado nada os entenderiam melhor do que aqueles que fizeram altos estudos e, principalmente, do que aqueles que escreveram muito sobre as ciências.”

O abade de Condillac acrescenta: “Mas, enfim, as ciências fizeram progressos, porque os filósofos observaram melhor e colocaram em sua linguagem a precisão e a exatidão que haviam colocado em suas observações; eles corrigiram a linguagem, e foi possível raciocinar melhor.”

*Tradução de Maria Ignez Duque-Estrada e Micheline Nussenzeig.*

• O leitor interessado na tradução integral do texto poderá obtê-la através do *Ciência Hoje-BBS*, tel: (021)295-6198, de 2<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup>, das 20 h às 8 h. Fins-de-semana e feriados, 24h no ar.



**Monumento em homenagem a Lavoisier, construído em 1900. Foi destruído em 1940, durante a ocupação alemã.**

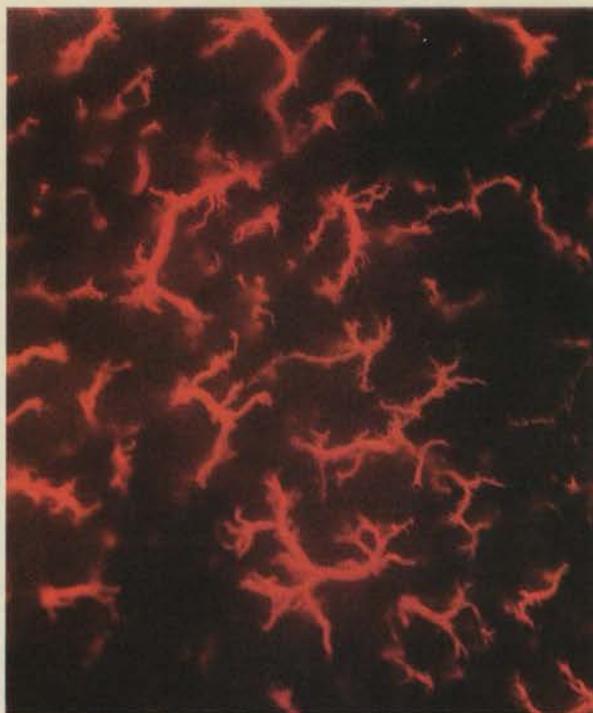
# INSUFICIÊNCIA RENAL CRÔNICA

Paulo Cesar Koch Nogueira  
João Tomás de Abreu Carvalhaes  
Escola Paulista de Medicina.

**A** vida depende do equilíbrio do organismo. A constância e o volume de líquidos, de nutrientes e dos elementos que compõem o meio interno determinam esse equilíbrio, chamado homeostasia, na qual os rins desempenham um papel fundamental.

Ao equilibrarem a água e as substâncias que promovem um conjunto de fenômenos químicos no organismo, os rins controlam a pressão arterial, um dos determinantes do bom funcionamento do coração, e têm ainda capacidade de sintetizar e secretar hormônios e de contribuir para a síntese da vitamina D.

O aparelho renal é ainda responsável pelo metabolismo e excreção de inúmeras substâncias que vêm do próprio organismo ou de vias externas como medicamentos e alimentos.



FLUXO DE SANGUE NOS RINS / A DESCOBERTA DO HOMEM - CIRIOLU DO LIVRO

Todas as funções do sistema renal são realizadas simultaneamente e de forma coordenada pelos nefros, as unidades funcionais dos rins, que filtram o sangue a partir de vasos sanguíneos que têm origem nas artérias renais.

Os nefros são compostos de um *corpúsculo renal* (*glomérulo e cápsula de Bowman*). O corpúsculo renal está ligado a uma seqüência de estruturas tubulares – *túbulo proximal, alça de Henle, túbulo distal, segmento conector e ducto coletor* – que têm a capacidade de reabsorver e de secretar substâncias. Um aglomerado de

células secretoras de um hormônio, a renina, compõe o *aparelho justaglomerular* que também integra o nefro.

As funções dos nefros são controladas por um sistema complexo que envolve tanto fatores extra-renais, como hormônios (hormônio antidiurético, corticosteróides, por exemplo) e o sistema nervoso autônomo, quanto fatores intra-renais, como substâncias localmente sintetizadas (prostaglandinas e cininas, por exemplo).

Em indivíduos adultos normais, a massa de *glomérulos* produz diariamente, pelo processo de filtração do sangue, cerca de 140

a 180 litros de um líquido livre de macromoléculas e de células sanguíneas (ultrafiltrado). Todo esse volume atravessa as estruturas tubulares do nefro no qual, pelos processos de reabsorção e secreção, são produzidos cerca de 1,5 litro de urina final.

O volume e a composição da urina são sempre adequados às necessidades do organismo para a manutenção da homeostase do meio interno, apesar das enormes variações impostas pelo tipo de dieta e pela quantidade de líquidos ingerida, assim como pelo ritmo do metabolismo e por eventuais drogas utilizadas no período.

## O QUE É A INSUFICIÊNCIA RENAL CRÔNICA

Insuficiência Renal Crônica (IRC) é um termo genérico que abrange diversas condições clínicas resultantes da perda permanente de parte ou da totalidade da massa renal. A IRC pode ser o resultado de diferentes doenças no ser humano, como tumores, diabetes, nefrites, doenças congênitas ou causadas por drogas ou toxinas. Em cerca de 5 a 20% dos casos não é possível estabelecer sua causa.

Independente da causa da insuficiência renal, na maioria dos casos, o aparelho urinário conserva uma capacidade parcial de regular a composição do meio interno, assim como de excretar os solutos produzidos pelo metabolismo diário.

Indivíduos que apresentam uma redução de 50% na filtração realizada pelos glomérulos, usualmente, levam uma vida normal, com poucos sintomas decorrentes dessa condição. Em pacientes com 90% de redução na filtração, os rins ainda são capazes de desempenhar suas principais funções.

Isso sugere que, na IRC, as funções do aparelho urinário não são completamente interrompidas, mas sim que a massa renal que ainda funciona sofre mudanças adaptativas para atender às necessidades da dieta e do metabolismo.

Essa premissa é importante para compreender os fenômenos biológicos envolvidos na IRC e está ilustrada na figura, que representa a composição corpórea de indivíduos normais e de pacientes com falência renal crônica. A semelhança na composição dos compartimentos do organismo revela a enorme capacidade adaptativa dos rins doentes.

É óbvio que as mudanças experimentadas pelos rins na IRC, para tentar manter a homeostase, apesar de serem exemplo de adaptação biológica, implicam a redução dos limites de volume de líquidos e de excreção de substâncias toleradas pelo organismo, em comparação com indivíduos normais. Excessos na ingestão de sal ou de água podem produzir altera-

ções clínicas importantes e precoces, assim como a falta de água pode desencadear aumento da osmolalidade sérica (a quantidade de substâncias diluídas no sangue), com riscos de vida.

Enquanto os rins normais são capazes de manter o meio interno constante com a ingestão de 0,5 até 20 litros de água por dia, na IRC os indivíduos suportam a variação de 1 a 4 litros por dia. Em relação ao sódio (o principal sal do organismo), a tolerância normal de 2 a 1.000 mEq (milequivalentes) por dia passa a ser de 50 a 200 mEq nos pacientes com falência renal crônica.

Em termos gerais, com o declínio da filtração glomerular (TFG), os nefros apresentam um aumento em todas as suas funções para compensar a nova situação determinada pela IRC. Dessa forma, animais (ratos e cães) submetidos à retirada cirúrgica de apenas um rim, assim como seres humanos que doam um de seus rins para transplante apresentam um aumento de 40 a 60% na TFG do rim remanescente.

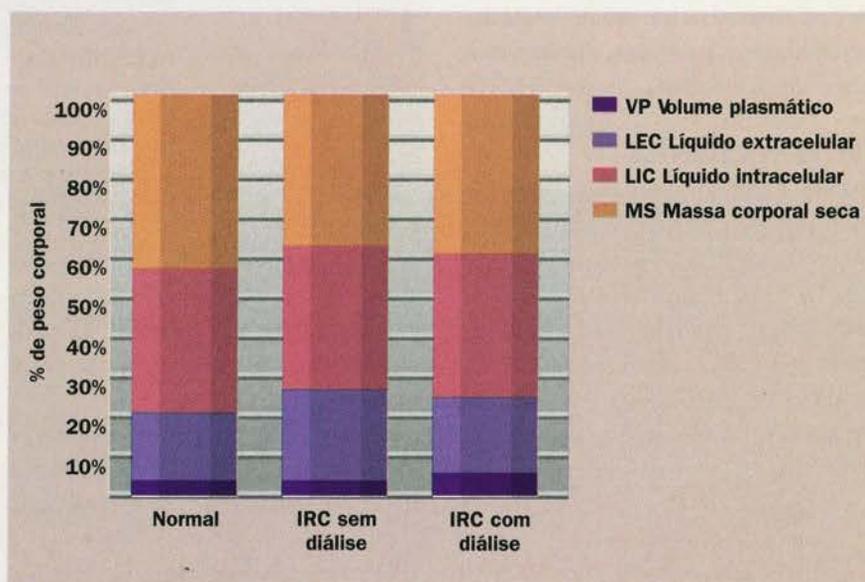
Esse aumento poderá ser explicado pelo surgimento de novos nefros no rim remanescente (hiperplasia), ou pelo crescimento dos nefros já existentes (hipertrofia). Na espécie humana, a última hipótese é a

mais provável, uma vez que o surgimento de novos nefros é um processo que termina antes do nascimento, por volta da 34ª e 35ª semanas de gestação.

Estudos de microdissecção de rins de animais e de pacientes confirmam o aumento da massa do rim remanescente, com destaque para os *glomérulos* e para os *túbulos proximais*, que apresentam o maior crescimento proporcional dentre as estruturas do nefro.

Algumas teorias foram elaboradas para explicar esse fenômeno. A 'teoria do fator renotrópico' postula a existência de uma substância presente no organismo que seria responsável pela hipertrofia renal. No entanto, a hipótese é questionável porque até hoje não se conseguiu isolar uma molécula com essa propriedade.

Outra explicação possível para o crescimento renal seria considerá-lo uma resposta do organismo em função do aumento do trabalho imposto ao rim remanescente. De acordo com essa 'teoria do trabalho' (*work hypothesis*) a maior parte do gasto energético do sistema urinário deve-se à reabsorção de sódio, sendo portanto o transporte desse elemento o determinante da sobrecarga de trabalho renal.



Representação diagramática da distribuição de água corporal em função do peso em indivíduos normais e em portadores de IRC.

Estudos mais recentes com animais submetidos a modelos experimentais de nefropatia unilateral possibilitaram a obtenção de dois padrões básicos de nefros coexistentes: nefros pequenos e lesados com filtração glomerular reduzida (lado lesado) e nefros intactos e hipertrofiados com filtração glomerular aumentada (lado não lesado). As determinações da taxa de excreção de água e solutos nesses experimentos revelaram que a manutenção da homeostasia ocorre pela ação conjunta de ambos os tipos de nefro, descartando a idéia de uma eventual falência completa do lado lesado compensada de forma quantitativa pelo maior funcionamento do lado não lesado.

Ao contrário, proporcionalmente à TFG, ambos os rins respondem pela excreção de água e solutos em um sentido funcional paralelo. Assim, os nefros com queda na filtração reabsorvem menos solutos, isto é: recuperam menor quantidade de água e de sal para o sangue. Já os que apresentam hipertrofia e aumento na filtração glomerular a reabsorção. Essa hipótese, chamada 'teoria do nefro intacto', postula a existência de um balanço funcional entre glomérulos e túbulos. De acordo com essa hipótese, a fração de excreção de determinado soluto (porcentagem do soluto filtrado que aparecerá na urina) permanece constante tanto nos nefros hiperfiltrantes, como nos hipofiltrantes.

## NOVAS DESCOBERTAS SOBRE A IRC

Existe considerável discussão na literatura médica sobre as possíveis conseqüências da hipertrofia renal que se observa após a perda do rim. Foi observado, em ratos, que o hiperfuncionamento renal está associado à deterioração do órgão remanescente, resultando em perda de proteínas pela urina e alterações microscópicas no glomérulo.

As alterações terminaram por produzir esclerose dessas estruturas, com queda progressiva da função renal, mesmo tendo desaparecido o fator que gerou a doença.

## Principais manifestações clínicas da IRC

SISTEMA	SINTOMAS
<b>Nervoso Central</b> .....	sonolência, tontura, confusão, obnubilação e coma perda de atenção e déficit cognitivo memória imprecisa, distúrbios da fala asterixis e mioclonias convulsões
<b>Nervoso Periférico</b> ..	neuropatia sensorio-motora
<b>Cardiovascular</b>	aumento da fadiga muscular com câimbras aumento da incidência de arterioesclerose pericardite, miocardiopatia hipertensão arterial
<b>Respiratório</b> .....	edema pulmonar pneumonite pleurite fibrosa
<b>Gastrointestinal</b> .....	anorexia náuseas e vômitos desnutrição protéico-calórica estomatite, gengivite e parotidite gastrite, duodenite e maior incidência de úlceras enterocolite, pancreatite ascite
<b>Dermatológico</b> .....	prurido hiperpigmentação cutânea
<b>Hematológico</b> .....	anemia alteração da quimiotaxia dos neutrófilos diminuição da função dos linfócitos tendência hemorrágica com disfunção de plaquetas
<b>Endócrino</b> .....	hiperparatireoidismo secundário resistência à insulina hiperlipidemia atrofia testicular, impotência alteração da atividade da tiroxina disfunção ovariana, amenorréia e dismenorréia
<b>Esquelético</b> .....	osteodistrofia renal osteíte fibrosa osteomalacia doença óssea adinâmica retardo no crescimento
<b>Oftálmico</b> .....	calcificações de conjuntiva e de córnea

As lesões foram mais precoces e proeminentes nos ratos alimentados com dietas normais ou ricas em proteínas e retardadas naqueles alimentados com dieta pobre nesse nutriente.

Esses achados formam o arcabouço de uma recente teoria que atribui à hipertrofia do rim remanescente um papel perpetuador da perda de nefros. Mais especificamente a hipertensão nos vasos do glomérulo, provocada ou agravada pelo excesso de proteínas da dieta, seria o

agente responsável por essa forma de lesão renal progressiva.

A transposição dessas conclusões para outras espécies animais e seres humanos ainda não foi confirmada. A hipótese, porém, reforça a antiga 'teoria do trabalho' e é de grande importância, considerando-se os problemas envolvidos com a doação de rim para transplantes. Estudos de acompanhamento de doadores, ainda que iniciados há apenas duas décadas, não revelam patologia renal que pudesse

ser atribuída à condição de portadores de um único rim.

## QUADRO CLÍNICO

A insuficiência renal crônica determina alguns sintomas clínicos em todo o organismo (ver 'Principais manifestações clínicas da IRC'), que envolvem praticamente todos os sistemas do organismo e cuja intensidade e gravidade são diretamente proporcionais à quantidade de massa renal perdida.

A generalidade desses sintomas sugere que eles decorrem da ação de uma ou de várias toxinas sobre os mais diversos órgãos, ou que haja um ou mais mecanismos de função celular alterados no conjunto das células do organismo. É possível ainda que essas duas possibilidades ocorram juntas, ou seja, que na origem do quadro clínico coexistam toxinas sistêmicas com alterações celulares generalizadas.

A hipótese da ação de toxinas é reforçada pela observação de que o tratamento dialítico, que promove a remoção de moléculas pequenas e de médio tamanho do organismo, melhora o quadro clínico da IRC, permitindo inclusive a sobrevivência de indivíduos sem nenhuma função renal (ver 'Os processos dialíticos', neste número).

A identificação de toxinas específicas, entretanto, é ainda um problema não resolvido pois, durante a IRC, há uma interação entre as várias substâncias que se acumulam. Existe também a possibilidade de bactérias presentes no trato gastrointestinal produzirem ou modificarem substâncias potencialmente tóxicas.

Assim, é melhor entender a IRC como uma situação em que ocorrem profundas modificações na composição química dos líquidos do organismo. O acúmulo de inúmeras substâncias de potencial lesivo (uréia, fenóis, poliamidas, derivados da piridina, entre outras) compõe um 'ambiente tóxico'.

Acredita-se que a maioria das substâncias consideradas como toxinas são pequenas moléculas derivadas do metabolismo das proteínas. Essa hipótese é reforçada

pela associação entre a ingestão excessiva desse nutriente e o agravamento da maioria dos sintomas clínicos. Por outro lado, a restrição proteica é acompanhada de melhora de alguns desses sintomas.

A correlação direta entre os níveis de proteínas e as alterações na velocidade de condução dos estímulos nervosos em indivíduos com IRC, sugere que os derivados nitrogenados têm papel tóxico direto no nível celular.

A manifestação clínica da IRC também pode mudar de acordo com o tipo de tratamento dialítico empregado. Indivíduos em diálise peritoneal apresentam sintomatologia menos grave do que pacientes em hemodiálise, com níveis semelhantes de uréia e creatinina no soro.

A partir dessa observação atribuiu-se um papel tóxico às moléculas médias (500 -3.000 Da), melhor removidas pela diálise peritoneal do que pela hemodiálise. A teoria das moléculas médias permanece como uma das hipóteses mais prováveis para a gênese do quadro clínico da IRC.

De acordo com outra teoria, os sintomas da falência renal estão relacionados com alterações hormonais provocadas pela própria IRC. O exemplo mais importante é a elevação hormônio da paratireoide (hiperparatireoidismo secundário-PTH) em muitos pacientes. A perda de função renal estaria associada ao acúmulo de fosfato inorgânico e à queda de cálcio no sangue, duas alterações que estimulam a secreção do PTH que tenta corrigir a queda de cálcio e o aumento do fosfato.

O aumento permanente nos níveis séricos de PTH acaba exercendo papel tóxico no tecido ósseo, determinando alterações nos ossos que, em geral, ficam descalcificados. Essa toxicidade seria um 'preço a pagar' (*teoria do tradeoff*) pela manutenção do equilíbrio interno na falência renal.

Além do PTH, muitos outros hormônios ficam alterados nos pacientes de IRC, mas sua toxicidade ainda não foi demonstrada. Por isso essa teoria fundamenta-se nas alterações do PTH e, possivelmente, de

um "hormônio natriurético" – isto é, um fator capaz de provocar queda na reabsorção tubular de sal e água necessários para a adaptação funcional do rim remanescente –, que ainda não foi isolado.

Finalmente, a IRC pode ainda ser explicada por um defeito no metabolismo celular condicionado pela ausência da função renal. Mesmo que as profundas perturbações químicas impliquem variados distúrbios na função celular, as descobertas mais relevantes em relação à doença sugerem a possibilidade de existir um defeito localizado na composição ou na função das membranas que envolvem as células, alterando o equilíbrio de íons no conjunto de células do organismo.

Essa alteração resultará em menor saída de sódio do compartimento intracelular para o extracelular, com conseqüente acúmulo do íon acompanhado de cloro nas células, redução da concentração intracelular de potássio e inchaço da célula, perturbando o metabolismo de forma global. Em apoio a essa idéia, existem evidências experimentais atestando menor atividade da enzima Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>ATPase em células musculares.

A IRC produz grandes mudanças na vida dos pacientes. Atingindo praticamente todos órgãos e sistemas, suas manifestações clínicas aumentam a possibilidade de produção de novas doenças e a mortalidade das pessoas afetadas. A manifestação clínica variada traz diversos graus de prejuízo para a vida de cada paciente. Em crianças, a doença causa distúrbios no crescimento e no desenvolvimento neuropsicomotor, representando um desafio adicional para o tratamento da IRC nessa faixa etária.

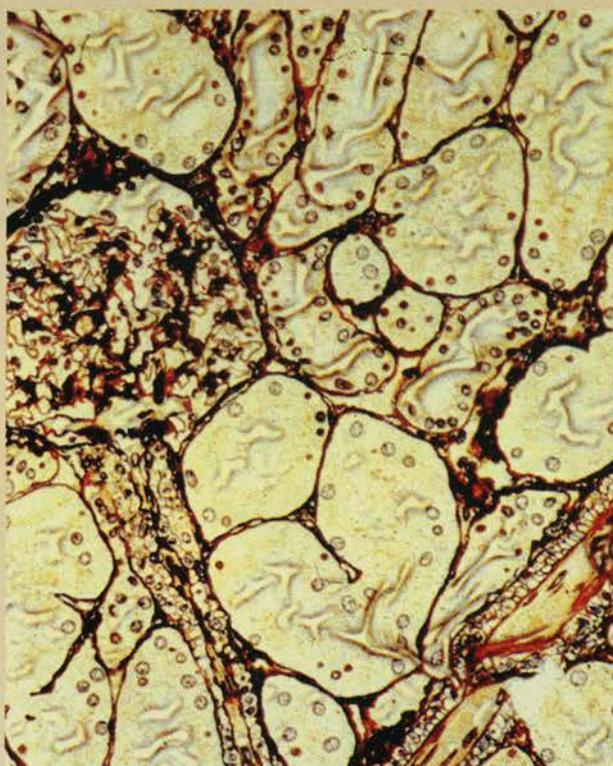
Existem ainda inúmeras lacunas abertas à pesquisa e à prática clínica, principalmente no que se refere à busca de toxinas e à compreensão dos mecanismos envolvidos na adaptação renal à IRC. O esclarecimento desses pontos trará benefícios ao tratamento dessa doença, e certamente uma melhor condição de vida a seus portadores.

# OS PROCESSOS DIALÍTICOS

Sérgio Draibe  
Miguel Cendoroglo  
Maria Eugênia Fernandes Canziani  
Aluizio Barbosa de Carvalho  
Horácio Ajzen

*Escola Paulista de Medicina.*

**N**os processos inflamatórios, as unidades filtrantes dos rins – os glomérulos – sofrem lesões irreversíveis, causando um quadro clínico conhecido como síndrome urêmica. Essa insuficiência renal crônica que se estabelece é resultante, principalmente, da perda da capacidade de excretar solutos tóxicos, que passam a ser retidos no organismo. Outras importantes funções dos rins são igualmente perdidas e os pacientes que sofrem dessa síndrome podem apresentar anemia, fraqueza, cansaço fácil, irritabilidade, náuseas, vômitos, sonolência e até entrar em coma. Os métodos dialíticos, principalmente a hemodiálise e a diálise peritoneal, foram desenvolvidos para livrar o organismo desses solutos tóxicos e restabelecer o balanço hidroeletrólítico e ácido-básico.



SEÇÃO HISTOLÓGICA DE UM GLOMÉRULO

O princípio dos métodos dialíticos foi descoberto pelo escocês Thomas Graham (1805-1869) ao verificar a passagem de cristalóides da urina para um banho aquoso, através de um pergaminho. A esse fenômeno ele deu o nome de diálise. A diálise de Graham, como será visto mais adiante, nada mais era do que o fenômeno de difusão de solutos, através de membranas semipermeáveis.

Por volta de 1913, já se sabia que a diálise poderia ser usada para remover solutos cristalóides de fluidos orgânicos. Nessa época, os pesquisadores Abel,

Rowntree e Turner, da Johns Hopkins Medical School, em Baltimore (EUA), desenvolveram um método no qual o sangue de um animal podia ser submetido à diálise, fora de seu corpo, e voltar a ele, sem exposição ao ar e sem infecção.

Para realizar isso, eles impediam a coagulação do sangue usando hirudina, substância derivada da cabeça de sanguessugas. O sangue assim tratado passava por vários tubos de celoidina (derivado do celofane) imersos em uma solução dialítica. A esse sistema eles deram, pela primeira vez, o nome de rim

artificial, cuja essência era a confecção de um sistema difusional composto por: sangue - membrana semipermeável - solução dialítica.

Em trabalhos subseqüentes, esses autores submetteram cães nefrectomizados, ou seja, que tiveram seus rins extraídos, à vividifusão, um novo aparelho por eles idealizado, e demonstraram que quantidades substanciais de nitrogênio não-proteico podiam ser depuradas do sangue.

A primeira hemodiálise (diálise do sangue) foi realizada por Georg Haas, em 1924, em Gieszen na Alemanha, em pa-

cientes com insuficiência renal crônica terminal. Em 1928, Haas repetiu sua hemodiálise usando a heparina como anticoagulante.

A primeira hemodiálise eficiente para tratamento da insuficiência renal foi realizada por Kolff, em Kampen, na Holanda, em 1943, que utilizou heparina como anticoagulante e tubos de celofane envolvidos em um tambor rotatório, parcialmente submerso em uma solução de diálise.

Novas contribuições importantes fo-

ram dadas por outros autores e, no final dos anos 60, a nefrologia passou a ser a primeira especialidade médica a oferecer ao homem um aparelho que substituíra, com acentuada qualidade, a principal função de um órgão vital (no caso, a função excretória). Esse aparelho recebeu o nome de rim artificial.

Em 1744-45, o reverendo inglês Stephen Hales idealizou um outro tipo de diálise, similar à hemodiálise: a diálise peritoneal, feita no interior do abdômen. Entretanto,

somente em 1923 o alemão Ganter realizou as primeiras lavagens peritoneais em animais e seres humanos. Nesse tipo de diálise, ao se introduzir solução dialítica na cavidade peritoneal, compõe-se o seguinte sistema difusional: sangue-membrana peritoneal-solução dialítica.

Os métodos dialíticos implicam três processos físico-químicos: difusão, ultrafiltração hidrostática e ultrafiltração osmótica (ver 'Os processos físicos químicos').

## Os processos físico-químicos

### 1) DIFUSÃO

Se em um recipiente que contenha água, como mostra a figura 1, colocarmos certa quantidade de um soluto qualquer no ponto (1), as moléculas do soluto começarão imediatamente a se movimentar, dirigindo-se para regiões onde não existe o soluto, ou seja, para o ponto (2). Essa movimentação das moléculas do soluto é resultante de forças termodinâmicas de partículas em solução, e transporta as moléculas dos pontos mais concentrados (1) para os menos concentrados (2).

$\frac{ds}{dt}$  = quantidade de soluto transportado na unidade de tempo (Mol. s<sup>-1</sup>)

$\frac{dc}{dx}$  = diferença de concentração do soluto entre os pontos 1 e 2 (Mol. m<sup>-1</sup>)

D = coeficiente de difusão (m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)

A = superfície de troca (m<sup>2</sup>)

$$\frac{ds}{dt} = -D.A. \frac{dc}{dx}$$

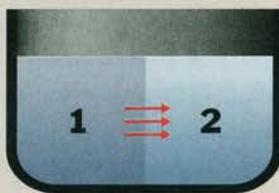


Figura 1. Difusão de um soluto.

Após certo tempo, qualquer ponto dessa solução irá apresentar a mesma concentração do soluto. Nessa situação a agitação das moléculas não cessa, mas já não ocorre um transporte efetivo de moléculas de um ponto para outro, como acontecia antes de se atingir a situação de equilíbrio das partículas. A esse transporte de moléculas de pontos mais concentrados para pontos menos concentrados de uma solução dá-se o nome de difusão.

A quantidade de moléculas transportadas de um ponto para outro é regida pela lei de Fick, cuja fórmula é mostrada na figura 1. Assim, a quantidade de soluto transportada do ponto (1) para o (2), na unidade de tempo ds/dt, é diretamente

proporcional ao coeficiente de difusão do soluto (D), à superfície de troca (A) e à diferença de concentração do soluto entre os pontos (1) e (2) dc/dx, sendo dx a distância entre esses pontos. A superfície de troca (A) nada mais é do que a área de secção transversa do recipiente.

A interposição de uma membrana permeável ao soluto entre os pontos (1) e (2) não impede o processo de difusão. Na figura 2, a membrana (M) separa dois compartimentos do recipiente que contém soluções de concentração diferentes (C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>). Dessa maneira, as moléculas do compartimento (1) passam para o compartimento (2) atravessando a membrana e seguindo a mesma lei de Fick.

fazendo  $\frac{ds}{dt} = N_D$ ;  $dc = C_1 - C_2 = \Delta C$  e  $\frac{D}{dx} = K$  temos

$$N_D = -K.A. \Delta C$$

onde:

$N_D$  = massa do soluto transferida de 1 para 2 (Mol.s<sup>-1</sup>)

K = coeficiente de permeabilidade global do soluto (m.s<sup>-1</sup>)  $\frac{ds}{dt} = -D.A. \frac{dc}{dx}$

A = área da membrana (m<sup>2</sup>)

$\Delta C$  = diferença de concentração média do soluto entre 1 e 2 (C<sub>1</sub> - C<sub>2</sub>; Mol. m<sup>-3</sup>)

Obs: dx nesse caso representa a espessura da membrana.

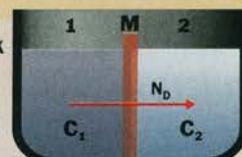


Figura 2. Difusão de um soluto através de uma membrana.

Traduzindo a equação de Fick para uma forma linear, pode-se verificar que a quantidade de soluto (N<sub>D</sub>) que passa por difusão de (1) para (2) na unidade de tempo é diretamente proporcional ao coeficiente de permeabilidade global do soluto (K), à área da membrana (A) e à diferença de concentração média entre as duas soluções (C).

Esse transporte de solutos por difusão entre duas soluções separadas por uma membrana permeável é também chamado transporte por condução.

Tomando-se o mesmo recipiente e a mesma membrana em um experimento, pode-se ver pela equação linear de Fick que (K) e (A) tornam-se constantes e que a quantidade de soluto

( $N_D$ ) transportada de uma solução para outra será tanto maior quanto maior for a diferença de concentração entre as duas soluções.

O sinal negativo das fórmulas utilizadas é apenas convencional, significando que a solução mais concentrada perde soluto para a menos concentrada. O coeficiente de permeabilidade global do soluto ( $K$ ) compreende a facilidade com que esse soluto movimentar-se nos três meios considerados na figura 2, ou seja, na solução (1), na membrana (M) e na solução (2). Por definição  $1/K = R$  onde ( $R$ ) representa a resistência global oferecida à passagem do soluto pelos três meios considerados. Costuma-se decompor a resistência global à passagem de um soluto de um compartimento para outro, segundo os três meios considerados acima:

$$R = R_1 + R_M + R_2 \text{ onde}$$

$R$  = Resistência global

$R_1$  = Resistência oferecida pela solução (1)

$R_M$  = Resistência oferecida pela membrana M

$R_2$  = Resistência oferecida pela solução (2)

Diferentes membranas oferecem diferentes resistências à passagem de um determinado soluto. Isso ocorre devido às diferenças de proporção que existem entre o tamanho das moléculas do soluto e o tamanho dos poros das membranas. É possível reduzir  $R_1$  e  $R_2$  promovendo-se um turbilhamento ou limpeza das camadas das soluções 1 e 2 que estão próximas à membrana. A redução de  $R_M$  somente é conseguida aumentando-se o diâmetro e a densidade dos poros da membrana.

## 2) ULTRAFILTRAÇÃO HIDROSTÁTICA

$$Q_H = -K_f \cdot A \cdot \Delta P$$

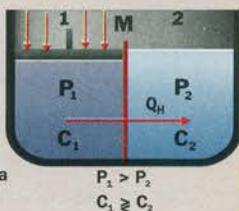
onde:

$Q_H$  = fluxo de solvente de 1 para 2 ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )

$K_f$  = coeficiente de filtração hidrostática da membrana ( $m^3 \cdot \text{Newton}^{-1} \cdot s^{-1}$ )

$A$  = área de filtração ( $m^2$ )

$\Delta P$  = diferença entre as pressões hidrostáticas  $P_1$  e  $P_2$  ( $\text{Newton} \cdot m^{-2}$  = Pascal).



**Figura 3. Ultrafiltração hidrostática.**

Tomemos um recipiente contendo duas soluções (1) e (2) separadas por uma membrana permeável M, como mostrado na figura 3. Ao se pressionar o êmbolo sobre a solução (1), cria-se uma pressão hidrostática  $P_1$  maior que a pressão hidrostática  $P_2$  da solução (2). Enquanto existir essa diferença de pressão hidrostática ( $P$ ) haverá passagem de solvente (1) para (2). A quantidade de solvente que passa de (1) para

(2) na unidade de tempo ( $Q_H$ ), ou seja, o fluxo do solvente, é diretamente proporcional ao coeficiente de filtração da membrana ( $K_f$ ), à área da membrana ( $A$ ) e à diferença de pressão média ( $P$ ) entre os dois compartimentos.

Esse processo de passagem de solvente de uma solução para outra segundo um gradiente de pressão hidrostática recebe o nome de ultrafiltração hidrostática, e o solvente que passou para o outro lado é denominado ultrafiltrado. O prefixo ultra refere-se ao fato de que esse processo geralmente se dá através das membranas que contêm poros muito pequenos.

Fixando-se o recipiente, a natureza das soluções e a membrana, pode-se verificar facilmente, pela fórmula da figura 3, que o fluxo do solvente ( $Q_H$ ) de (1) para (2) será tanto maior quanto maior for a diferença de pressão hidrostática entre os dois compartimentos. A passagem de solvente de (1) para (2) arrasta consigo as moléculas do soluto que compõe a solução (1), desde que a membrana seja permeável ao soluto.

Esse fenômeno (*solvent drag*) pode, portanto, transportar soluto de 1 para 2. Nesse tipo de transporte, também chamado de transporte de soluto por convecção, o principal fator na determinação da concentração do soluto no ultrafiltrado formado é a relação entre o diâmetro das moléculas do soluto e o diâmetro dos poros da membrana.

Assim, quando o processo de ultrafiltração é realizado em membrana de poros bastante grandes em relação ao tamanho do soluto, a concentração deste no ultrafiltrado que se forma será igual àquela da solução que deu origem ao ultrafiltrado. De modo inverso, se realizarmos uma ultrafiltração utilizando uma membrana impermeável ao soluto, o ultrafiltrado apresentará concentração nula desse soluto.

Entre esses dois extremos, de total permeabilidade à total impermeabilidade, as membranas podem oferecer diferentes graus de resistência à passagem de um soluto por convecção. Essa resistência pode ser quantificada e é expressa pelo coeficiente de filtração (*sieving coefficient*) de um dado soluto para uma membrana determinada:

$CF = CSUF/CSS$ , onde:

$CF$  = Coeficiente de filtração

$CSUF$  = Concentração do soluto no ultrafiltrado

$CSS$  = Concentração do soluto na solução que deu origem ao ultrafiltrado

Na maioria dos casos  $CF$  varia de 0 a 1,0, refletindo os diferentes graus de resistência que a membrana oferece à passagem do soluto. Esse conceito permite calcular a quantidade de soluto transportada por convecção em um determinado experimento. Esse cálculo é obtido da seguinte maneira:

$NUF = Q_H \cdot CSS \cdot CF$ , onde:

$NUF$  = Quantidade de soluto transportado por convecção na

unidade de tempo (Mol . S<sup>-1</sup>)

QH = Fluxo de ultrafiltração (m<sup>3</sup>. S<sup>-1</sup>)

CSS = Concentração média do soluto na solução que deu origem ao ultrafiltrado (Mol . m<sup>-3</sup>)

CF = Coeficiente de filtração

Em resumo, a ultrafiltração hidrostática promove a passagem do solvente de um compartimento para outro, obedecendo a um gradiente de pressão hidrostática entre os dois compartimentos. O ultrafiltrado formado arrasta consigo solutos capazes de atravessar a membrana, e a concentração de solutos no ultrafiltrado depende do coeficiente de filtração do soluto para aquela membrana. É interessante observar que no organismo humano, a principal forma de excreção de catabólitos pelos rins se dá através desse tipo de transporte, no processo de filtração glomerular.

### 3) ULTRAFILTRAÇÃO OSMÓTICA

Finalmente, tomemos um recipiente contendo duas soluções de concentração C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> sendo C<sub>1</sub> < C<sub>2</sub>, e separadas por uma membrana permeável. Nessas condições e segundo forças termodinâmicas de interação entre as partículas do solvente e as do soluto, ocorrerá a passagem do solvente da solução menos concentrada (1) para a mais concentrada (2). Como pode ser visto na figura 4, a quantidade de solvente que passa de (1) para (2) na unidade de tempo (fluxo de ultrafiltrado, Q<sub>osm</sub>) é diretamente proporcional ao coeficiente de filtração osmótica da membrana (K<sub>fosm</sub>), à área da membrana (A), à constante dos gases perfeitos (R), à temperatura absoluta do sistema (T) e à diferença de concentração das duas soluções (C).

Essa passagem de solvente (1) para (2) ocorrerá até o momento em que a solução (2) for suficientemente diluída para ter sua concentração igual à concentração da solução (1). É óbvio que com a passagem de solvente de (1) para (2), C<sub>1</sub> aumenta progressivamente e C<sub>2</sub> dilui-se também progressivamente de

$$Q_{osm} = -k_{fosm} A \cdot R \cdot T \cdot \Delta C$$

onde:

Q<sub>osm</sub> = fluxo de solvente de 1 para 2 (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>)

K<sub>fosm</sub> = coeficiente de filtração osmótica da membrana (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.Newton<sup>-1</sup>.Mol<sup>-1</sup>)

A = área de filtração (m<sup>2</sup>)

R = constante dos gases perfeitos (Newton.m)

T = temperatura absoluta do sistema

ΔC = diferença entre as concentrações C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> (Mol.m<sup>-3</sup>)

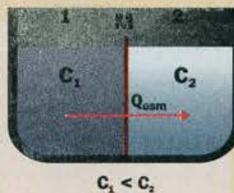


Figura 4. Ultrafiltração osmótica.

modo que, após certo tempo, ambas as soluções apresentarão a mesma concentração, diferente de C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>. Nesse momento de

equilíbrio, não haverá mais transporte de solvente.

Uma das conseqüências desse processo é que o volume da solução (2) irá aumentar. Com o auxílio de um êmbolo apropriado podemos aplicar uma pressão hidrostática sobre a solução (2) e impedir a passagem de solvente de (1) para (2), conforme como mostra a figura 5.

A pressão hidrostática (Ph) necessária para impedir essa passagem de solvente corresponde à Pressão Osmótica (Posm) da solução (2) em relação a solução (1), uma propriedade coligativa das soluções que mede a capacidade de uma solução de provocar ultrafiltração osmótica quando é colocada frente a uma outra.

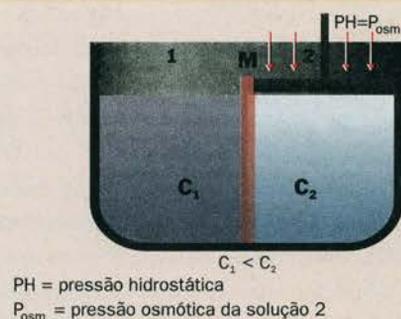


Figura 5. Medida da pressão osmótica.

A ultrafiltração osmótica, portanto, nada mais é do que o transporte de solvente de uma solução para outra, segundo um gradiente de pressão osmótica. Uma das maneiras de expressarmos a pressão osmótica de uma solução é através da osmolaridade.

Por definição 1 Osmol é a pressão osmótica de uma solução que contém 1 Mol de um soluto molecular qualquer em 1 litro de água. A milésima parte de Osmol é denominada miliosmol (mOsm) e corresponde à pressão osmótica de uma solução que contém 1 miliMol (1 mM) de um soluto em 1 litro de água.

A pressão osmótica de uma solução depende apenas do número de partículas dissolvidas na solução e não das propriedades químicas delas. Quando se analisa soluções compostas, a pressão osmótica total do sistema – e, conseqüentemente, a sua osmolaridade – será a soma das pressões osmóticas proporcionadas por cada um dos solutos presentes na solução.

Em experimentos repetidos, fixando-se o volume das soluções, a membrana e a temperatura do sistema, podemos dizer que o fluxo de ultrafiltrado osmótico será tanto maior quanto maior for a diferença de concentração entre as duas soluções. Do mesmo modo que na ultrafiltração hidrostática, ocorrerá também um transporte de soluto de um lado para outro da membrana, arrastado pelo fluxo de solvente. Esse transporte de soluto por convecção depende também do coeficiente de filtração do soluto para a membrana utilizada, definido para a ultrafiltração osmótica.

## SIMULTANEIDADE DOS PROCESSOS

As soluções utilizadas nos banhos de diálise podem ser compostas, isto é, conter diferentes tipos de solutos e os processos de difusão e ultrafiltração podem ocorrer de modo simultâneo, em diferentes sentidos, dependendo do balanço das forças que geram cada um desses processos.

A hemofiltração constitui um caso puro de ultrafiltração hidrostática, já a hemodiálise e a diálise peritoneal, casos de simultaneidade dos processos.

## HEMODIÁLISE

Na hemodiálise produz-se uma circulação extracorpórea do sangue. O objetivo é deixar que o sangue entre em contato com o banho de diálise, do qual fica separado apenas por uma membrana artificial, para que sejam realizados os processos físico-químicos necessários. Esse contato é feito no dialisador, por onde passam o sangue e o banho de diálise (figura 6).

O sangue é uma solução complexa que comporta uma parte aquosa, na qual estão dissolvidos todos os cristalóides: sódio (Na), potássio (K<sup>+</sup>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), cálcio (Ca<sup>++</sup>), magnésio (Mg<sup>++</sup>), glicose etc., assim como os colóides (proteínas) vitais ao organismo. No sangue do paciente urêmico, encontram-se ainda dissolvidos todos os solutos tóxicos que deveriam ter sido eliminados pelos rins (uréia, creatinina, ácido guanidino-succínico, moléculas médias, indóis etc.).

O banho de diálise, solução também complexa, comporta apenas cristalóides,

em concentrações iguais às existentes no plasma humano normal. Essa solução assemelha-se, em alguns aspectos, ao plasma humano desproteinizado, mas apresenta diferentes concentrações de glicose e acetato.

### UM BANHO DE DIÁLISE PRONTO PARA SER USADO TEM A SEGUINTE COMPOSIÇÃO:

Cátions (mEq/l)	Ânions (mEq/l)
Na <sup>+</sup> = 140	Cl <sup>-</sup> = 105-107
K <sup>+</sup> = 0-2	Acetato = 40
Ca <sup>++</sup> = 3.5	
Mg <sup>+</sup> = 1.5	
Total = 145-147	Total = 145-147

glicose = 1,5 g%

A glicose é adicionada para aumentar a osmolaridade do banho, que é da ordem de 373 mOsm/kg, nesse caso. O acetato substitui o bicarbonato, pois este promove a precipitação dos sais de cálcio e magnésio quando adicionado ao banho. O acetato transferido para o sangue é convertido em bicarbonato no fígado. A osmolaridade do plasma de um paciente urêmico é da ordem de 340-360 mOsm/kg (miliosmóis por kg).

Assim, no dialisador teremos duas soluções de pressões osmóticas semelhantes, porém de composições diferentes (o sangue e o banho) separadas por uma membrana permeável à água e a alguns solutos presentes. Como mostrado na figura 6, no dialisador ocorrerão trocas por difusão, de modo que todo soluto que esteja em maior concentração no plasma passe para o banho de

diálise. De modo inverso, os solutos em maior concentração no banho passam para o plasma, depurando o sangue do paciente de todos os elementos tóxicos retidos em seu organismo.

É importante ressaltar que cada soluto irá se movimentar em uma ou em outra direção, dependendo de seus níveis de concentração em cada uma das soluções. No esquema mostrado na figura 6, não há difusão de sódio porque ele se encontra em igual concentração nos dois lados da membrana. Por outro lado, haverá passagem de potássio, uréia e creatinina para o banho, e passagem de acetato para o sangue. As proteínas plasmáticas, por seu maior peso molecular, não participam do processo de difusão. Como já foi visto, a resistência global à difusão de um soluto pode ser decomposta segundo os meios que ele atravessa.

No caso da hemodiálise, esses meios são o sangue, a membrana e o banho de diálise. Para diminuir a dificuldade de difusão de um soluto, utilizam-se alguns artifícios como o aumento do fluxo sanguíneo, a diminuição da espessura da membrana, o uso de membranas com 'poros' de maior diâmetro e, finalmente, o aumento do fluxo de banho pelo dialisador.

Esses artifícios são mais eficazes para a depuração de moléculas pequenas (peso molecular até 100 Daltons), que são fluxo-dependentes. A depuração de moléculas médias (peso molecular de 500 a 3.000 Daltons), praticamente não depende dos fluxos de sangue e banho, mas sim da área

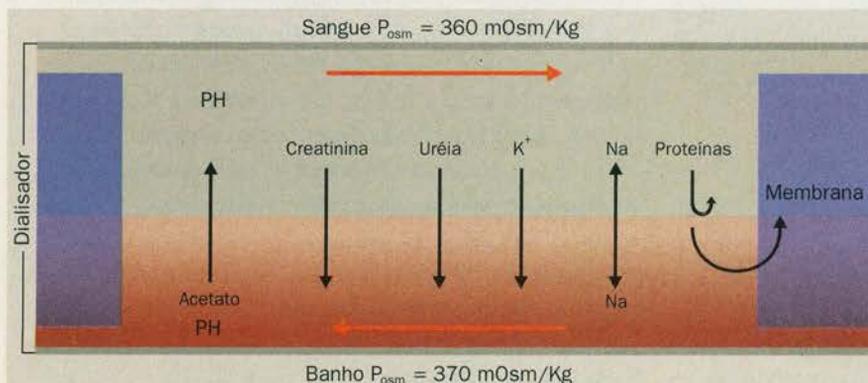


Figura 6. trocas de solutos e balanço de pressões ao nível do dialisador.

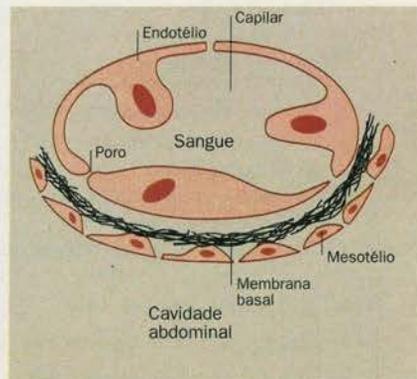


Figura 7. Membrana peritoneal.

e do tamanho dos poros da membrana, além do tempo de diálise.

A passagem de solvente (água) de um lado para outro da membrana depende do balanço entre as pressões osmóticas e hidrostáticas das duas soluções. No exemplo observado, a osmolaridade do banho é muito próxima à do sangue. Se a osmolaridade do banho for muito superior à do sangue, a água do sangue tenderá a passar para o banho. Do mesmo modo, se a pressão hidrostática do sangue for maior do que a do banho, haverá tendência à passagem de água do sangue para o banho de diálise. No exemplo da figura 6, a pressão hidrostática do sangue (PH) sendo maior que a do banho (PH) haverá um fluxo de ultrafiltrado do sangue para o banho. É isso que geralmente ocorre durante uma sessão de hemodiálise convencional.

A ultrafiltração, portanto, diz respeito sobretudo à passagem de água do sangue para o banho. Entretanto ela determina também um transporte de solutos por convecção, que será tanto maior quanto for o coeficiente de filtração do soluto e, obviamente, quanto maior for o volume de ultrafiltrado.

## DIÁLISE PERITONEAL

Nesse tipo de tratamento, introduz-se o banho de diálise na cavidade peritoneal do paciente, de tal modo que, dentro do abdômen do paciente, teremos o sangue que passa pelos capilares do peritônio em íntimo contato com o banho de diálise, separado apenas pela membrana peritoneal (figura 7). A membrana peritoneal nada mais é do que o conjunto do endotélio capilar associado à sua membrana basal e ao mesotélio, que corresponde ao peritônio visceral. Assim, como já vimos na hemodiálise, ficam configuradas duas soluções separadas por uma membrana permeável.

O banho da diálise peritoneal diferencia-se do banho de hemodiálise por ser estéril e conter lactato no lugar do acetato. Nos dois processos, as trocas de soluto são

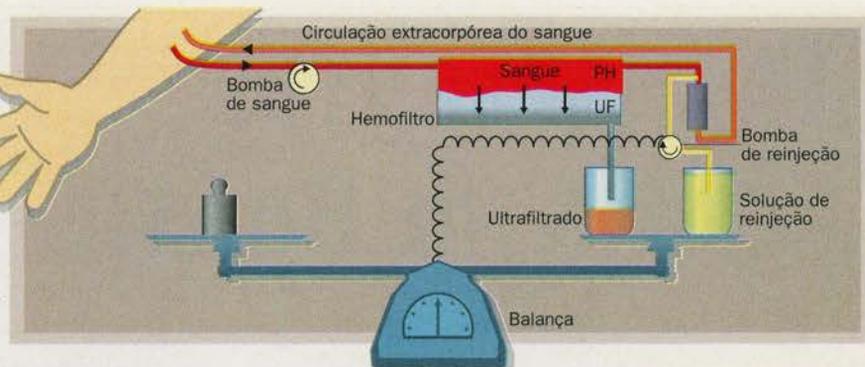


Figura 8. Esquema de um sistema de hemofiltração.

feitas por difusão. Como não é possível modificar as pressões hidrostáticas do sangue e do banho, para se realizar a ultrafiltração do sangue aumenta-se a osmolaridade do banho com o uso de glicose (a 3,0g%, por exemplo), produzindo-se assim a ultrafiltração osmótica. Em caso de ultrafiltração ocorrerá também transporte de soluto por convecção, que será tanto maior quanto maior for o coeficiente de filtração osmótica do soluto para a membrana peritoneal.

## HEMOFILTRAÇÃO

Nessa outra forma de depuração extrarenal, o sangue passa sob forte pressão hidrostática (PH) pelo dialisador, que recebe agora o nome de hemofiltro. Como pode ser visto na figura 8, não há banho de diálise no sistema. A intensa pressão criada no compartimento sangüíneo do hemofiltro promoverá a formação de ultrafiltrado que será recolhido em um recipiente colocado em um prato de balança. Nesse mesmo prato encontra-se uma solução de reinjeção (solução fisiológica, por exemplo) ligada ao circuito de circulação extracorpórea do sangue.

A partir do momento em que houver desequilíbrio na balança devido à chegada de uma certa quantidade de ultrafiltrado, um simples sistema elétrico aciona uma bomba que aspira a solução de reinjeção. Quando a balança entra novamente em equilíbrio, essa bomba de reinjeção pára de funcionar. Esse sistema permite que as quantidades de ultrafiltrado perdidas pelo paciente sejam substituídas por iguais

quantidades de solução de reinjeção.

Atualmente, dispomos de sistemas miniaturizados com fácil controle do volume de ultrafiltrado que dispensam a balança. Assim, durante uma sessão de hemofiltração, recolhe-se geralmente cerca de 20 litros de ultrafiltrado e reinjeta-se cerca de 16 a 18 litros de solução de reinjeção, sendo que essa diferença de volume corresponde à quantidade de líquido que o paciente deve perder durante o tratamento.

A solução de reinjeção tem composição semelhante ao banho de hemodiálise já citado, sendo porém estéril. Nesse tipo de depuração, o paciente perde todos os solutos tóxicos pelo processo de ultrafiltração, isto é, através do transporte de solutos por convecção. Ele perde também outros solutos importantes, mas que são repostos pela solução de reinjeção ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  etc.).

Hoje, em casos de insuficiência renal aguda, tem sido utilizada a ultrafiltração contínua (dias ou semanas) com perdas de líquido de 3 a 4 litros/dia. Nessas condições geralmente a solução de reinjeção é constituída por uma solução de alimentação parenteral prolongada.

## Sugestões para leitura

MAHER John F. (edit.) *Replacement of Renal Function by Dialysis*, 3ª ed. Dordrecht, Boston, Lancaster, Kluwer Academic Publishers, 1989.

JUNGERS P., ZINGRAFF J., MAN NK, DRUELE T., TARDIER B. (edit.) *L'Essentiel sur l'Hémodialyse*, Paris, Maloine S. A. Editeurs, 1978.

BRENNER B. N. e RECTOR F. C. Jr (edit.), *The Kidney*, Philadelphia, London, Toronto, W.B. Saunders Company, 1991.

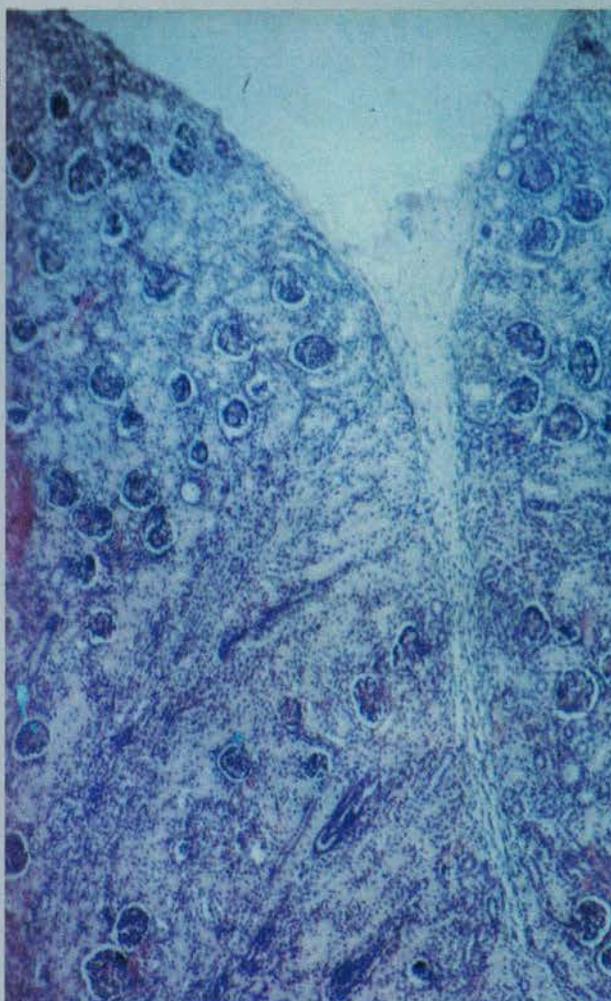
# TRANSPLANTES RENAIS NO BRASIL

Ricardo Sesso  
Meide S. Anção  
Daniel Sigulem  
Sérgio Draibe  
Oswaldo L. Ramos  
*Escola Paulista de Medicina.*

**N**o Brasil, só no mês de julho de 1993, mais de 21 mil portadores Insuficiência Renal Crônica Terminal (IRCT) encontravam-se em tratamento. Destes, aproximadamente 80% eram tratados com diálise. Os 20% restantes são pacientes que vivem com o rim transplantado.

Ao final de 1991, na Grande São Paulo, havia 2.875 pacientes em diálise, ou seja, 148 pacientes por milhão de habitantes, e a incidência de novos pacientes nessa região, a cada ano, foi de 83 pessoas por milhão da população.

O custo da diálise é extremamente alto: U\$ 1.070 ao mês por paciente. Mesmo que o número de pacientes submetidos a esse tratamento seja restrito, em relação a outras doenças mais comuns em nosso meio, é urgente se planejar melhor o tratamento dos pacientes renais crônicos. É preciso buscar procedimentos que apresentem a melhor relação entre custo e benefício, como o transplante renal, que além de proporcionar uma qualidade de vida superior aos pacientes, o transplante renal, comprovadamente, oferece uma melhor relação custo-efetividade em comparação à diálise.



CÓRTEX RENAL / A DESCOBERTA DO HOMEM - CÍRCULO DO LIVRO

Com a implantação do Sistema Integrado de Assistência ao Renal Crônico e Transplante Renal (SIRC-TRANS), em fevereiro de 1987, foi possível conhecer com mais precisão os dados sobre o transplante renal no Brasil. Esse sistema foi criado pelos ministérios da Previdência e Assistência Social (MPAS) e da Educação

(MEC), associadamente ao Registro Brasileiro de Transplante Renal.

Neste trabalho, apresentamos dados demográficos dos pacientes, diagnóstico da doença causadora da IRCT, tipo de doador e data do transplante, esquema de imunossupressão (tratamento destinado a evitar a rejeição do transplante), óbitos,

perda do enxerto (órgão transplantado), abandono do tratamento etc. Os resultados foram colhidos até 31 de junho de 1993.

Segundo informações do registro de transplantes renais no Brasil (1987-1989), 80% dos centros de transplante credenciados encontram-se nas regiões Sul e

Sudeste do país, e são responsáveis por 94% do total dos transplantes realizados. No total, estavam credenciados 78 centros de transplante renal, ao final de 1993. Destes, 10% não têm realizado transplantes renais, cerca da metade (35 centros) realiza de um a 10 por ano, e apenas cinco fazem mais de 50 transplantes por ano.

A média obtida, inferior a um transplante renal por mês, não permite que, num prazo médio ou mesmo longo, esses centros atinjam um nível de experiência desejável.

## O PERFIL DOS TRANSPLANTES RENAIIS NO BRASIL

No período de janeiro de 1987 a junho de 1993, foram cadastrados 5.384 transplantes renais no Brasil. Entre 88 e 91, verificou-se um aumento médio no mundo de transplantes de 23% ao ano, e no ano de 91, quando houve o maior índice de respostas ao Registro, o número de transplantes no país foi de 1.219. A partir de 92, verificou-se um declínio no envio de relatórios dos centros, o que se reflete em um menor número de transplantes cadastrados.

O total observado em 91 corresponde a uma incidência de oito pacientes por milhão da população brasileira. Na Grande São Paulo, no mesmo período, essa relação foi de 14 pacientes por milhão, mais próxima à média anual dos países da Europa, que é de 17 transplantes por milhão da população.

Do total de 5.384 transplantes (87 a 93), 3.126 (59%) foram de doador vivo e 2.195 (41%) de doador cadáver. Os doadores vivos relacionados (pais, filhos ou irmãos) classificam-se de acordo com a tipagem dos antígenos de histocompatibilidade (HLA). Habitualmente, é feita a tipagem dos *locus* A e B do sistema HLA. Quando há identidade dos dois *locus* A e dos dois *locus* B, o doador é dito idêntico; quando há identidade de um *locus* A e um B, o doador é considerado haploidêntico. Quando não há coincidências

nessa tipagem, o doador é considerado distinto.

Dentre os doadores vivos, 38,7% (2.059) são do tipo HLA haploidêntico, 10,4% (551) do tipo HLA idêntico e 5,0% (264) de HLA distinto. A porcentagem de transplantes com doador cadáver tem crescido desde o início da coleta de dados pelo registro, o que é positivo pois reflete um maior aproveitamento dos órgãos disponíveis com esse tipo de doador, à semelhança do que ocorre em países desenvolvidos. Além disso, o custo do transplante com doador cadáver (10 a 15 mil dólares) é inferior ao tratamento dialítico de manutenção a longo prazo. De 88 até 92, a contribuição de órgãos de doador cadáver sobre o número total de transplantes renais aumentou de 28,5% para 51,1% (figura 1).

A análise dos dados revela que os receptores de doador cadáver são, em média, mais velhos que os de doador vivo, provavelmente, porque a realização dos transplantes nos receptores que dispõem de doador vivo selecionado é mais rápida. A maioria dos transplantados (71%) são brancos, e 64% dos receptores são do sexo masculino. Essa tendência de se transplantar mais homens do que mulheres contrasta com a prevalência da IRCT na população em geral (56% dos pacientes em diálise são do sexo masculino), e seus motivos devem ser melhor investigados.

## A SELEÇÃO DE PACIENTES PARA TRANSPLANTES

O diagnóstico da doença renal de base dos pacientes com IRCT é um problema de difícil solução. Na maioria das vezes os pacientes desconhecem sofrer de doença renal até a IRCT ser diagnosticada. Entre os pacientes em diálise as causas da doença são: indeterminada (32%), glomerulonefrite crônica (28%), hipertensão arterial (17%), diabetes (8%) e nefrite intersticial crônica (4%).

Nos Estados Unidos e Europa, a primeira causa relatada de IRCT é diabetes melitos, atingindo a quase 30% dos pacientes em diálise. No Brasil, apenas 3,5% dos pacientes que recebem transplante são diabéticos, o que representa um número muito baixo, que deveria ser ampliado uma vez que de oito a 10%, pelo menos, dos pacientes em diálise no Brasil são diabéticos. Essa tendência, possivelmente, está relacionada a associação de doenças em outros órgãos ou sistemas que, frequentemente, acometem o paciente diabético renal crônico, que assim apresenta piores condições clínicas quando comparado a outros tipos de receptores.

Os receptores de transplante são selecionados entre os pacientes em diálise, e a tendência é que a escolha recaia sobre os mais jovens, com menor tempo em tratamento e que apresentem menor número de doenças associadas. Ou seja, pacientes em melhores condições de saúde e, por-

ANO	DOADOR VIVO N (%)	DOADOR CADÁVER N (%)	TOTAL <sup>†</sup>
1988	499 (72)	199 (28)	717
1989	561 (67)	275 (33)	842
1990	488 (61)	308 (39)	801
1991	676 (56)	537 (45)	1.219
1992	526 (49)	550 (51)	1.086

<sup>†</sup>Por incluir pacientes com doador não especificado, o número total não corresponde exatamente à soma de vivos e cadáveres.

Figura 1. Número de transplantes cadastrados por ano, quanto ao tipo de doador.

tanto, mais aptos a se beneficiar do procedimento.

Estudos anteriores revelam que cerca de 70% dos receptores de transplante está na faixa etária entre 19 e 45 anos, e apenas 5% tem mais de 55 anos. Em países desenvolvidos, raramente tem se realizado transplante em receptores com mais de 65 anos, e em muitos pacientes idosos a diálise peritoneal parece ser o tratamento de eleição.

Entre os pacientes com IRCT tratados com diálise, a faixa etária que apresenta maior crescimento é a de idosos. Na Grande São Paulo, 25% dos pacientes em diálise têm idade igual ou maior a 60 anos, 41% estão entre 40 e 60 anos e 3% têm menos de 19 anos.

Esses dados mostram a necessidade de se aumentar o número de transplantes em pacientes com menos de 19 anos e na faixa etária entre 45 e 55 anos.

## SOBREVIDA DOS TRANSPLANTES

Estudos feitos após cinco anos da realização do transplante, revelam que a sobrevida dos receptores de rim de doador vivo foi de 82% e a dos que receberam o órgão de doador cadáver foi de 72% (figura 2).

Quanto à sobrevida do órgão transplantado (enxerto), ao final de cinco anos, também foi significativamente maior entre receptores de doador vivo (64%) do que entre os de doador cadáver (46%), como mostra a figura 3.

A tipagem HLA é de fundamental importância para o prognóstico do enxerto. Os receptores de doador vivo com maiores similaridades HLA apresentam permanência do enxerto funcional por um período significativamente maior do que aqueles sem identidade dos antígenos HLA. A maior sobrevida, no mesmo período de cinco anos, foi dos que receberam enxerto de doador vivo com HLA idêntico (77%). A sobrevida dos receptores de doador vivo de HLA haploidêntico foi de 63% e de HLA distinto, 52%.

As possibilidades de sucesso do enxer-

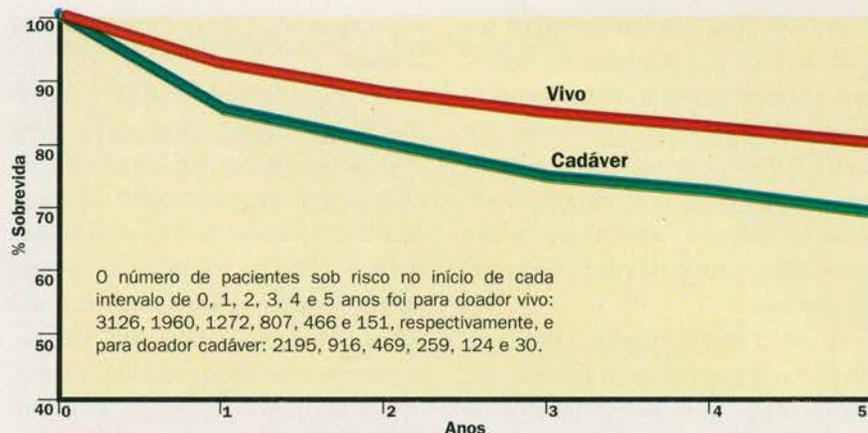


Figura 2. Sobrevida de pacientes receptores de rim de doador vivo e doador cadáver, 1987-93.

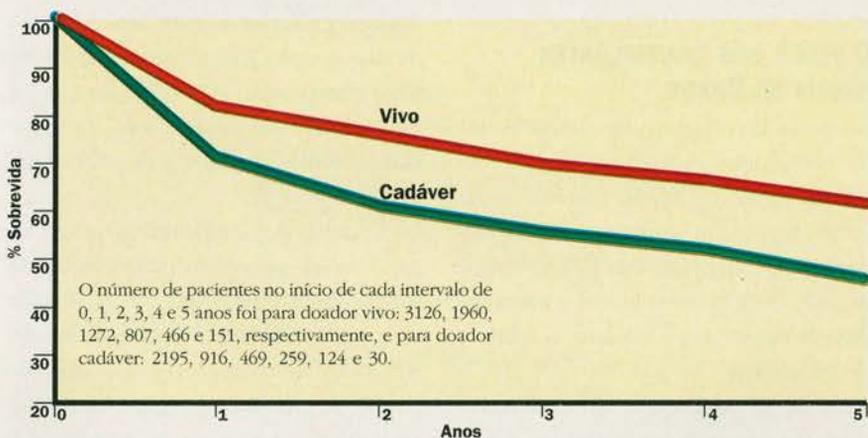


Figura 3. Sobrevida do enxerto renal em receptores de doador vivo e doador cadáver, 1987-93.

to renal têm melhorado nitidamente nos últimos anos. Recentemente, comparamos o prognóstico de 1.908 transplantes realizados entre janeiro/87 e dezembro/92 (31% com doador cadáver) ao de 2.157 realizados entre janeiro/90 e março/92 (43% com doador cadáver). Ao final do primeiro ano, a sobrevida do enxerto para receptores de doador vivo aumentou de 82% para 86%, e para receptores de doador cadáver houve aumento de 66% para 73%.

Esses dados mostram que o número de transplantes renais tem aumentado progressivamente, sobretudo os de doador cadáver. Mostram também que a sobrevida dos receptores e do enxerto, com doador vivo ou cadáver, tem melhorado nos últimos anos, aproximando-se dos números referidos pela literatura internacional.

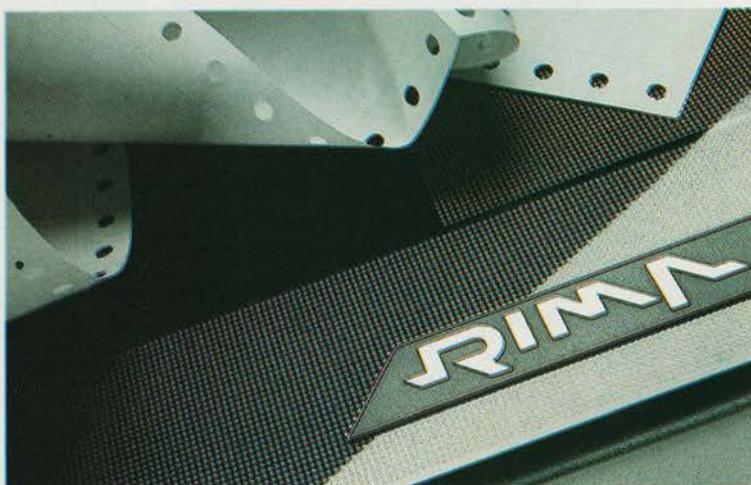
As causas para essa melhora estão provavelmente na maior organização e expe-

riência de algumas equipes de transplante, bem como na melhor utilização de esquemas imunossupressores, incluindo a ciclosporina e anticorpos monoclonais antilinfocitários (OKT3).

Considerando que o transplante renal é a modalidade de tratamento que apresenta a melhor relação custo-resultado para a IRCT, espera-se que o número de transplantes renais, particularmente com doador cadáver, continue a aumentar, como forma de atender à demanda crescente dos pacientes com IRCT em nosso país.

Essa tendência de melhora na sobrevida de pacientes e de enxerto tem se mantido nos últimos anos. Entre 91 e 93, a sobrevida de receptores de rim, após um ano de transplante, foi de 94% para receptores de doador vivo e 88% para os de doador cadáver. Quanto à sobrevida de enxerto, esta foi de 88% de doador vivo e 75% de doador cadáver.

# Nossa empresa vive com uma idéia fixa na cabeça.



## Impressoras.

Impressoras. Esse é o nome do nosso negócio.

Uma verdadeira idéia fixa, que frequenta a cabeça de técnicos, funcionários e executivos da Rima, diariamente.

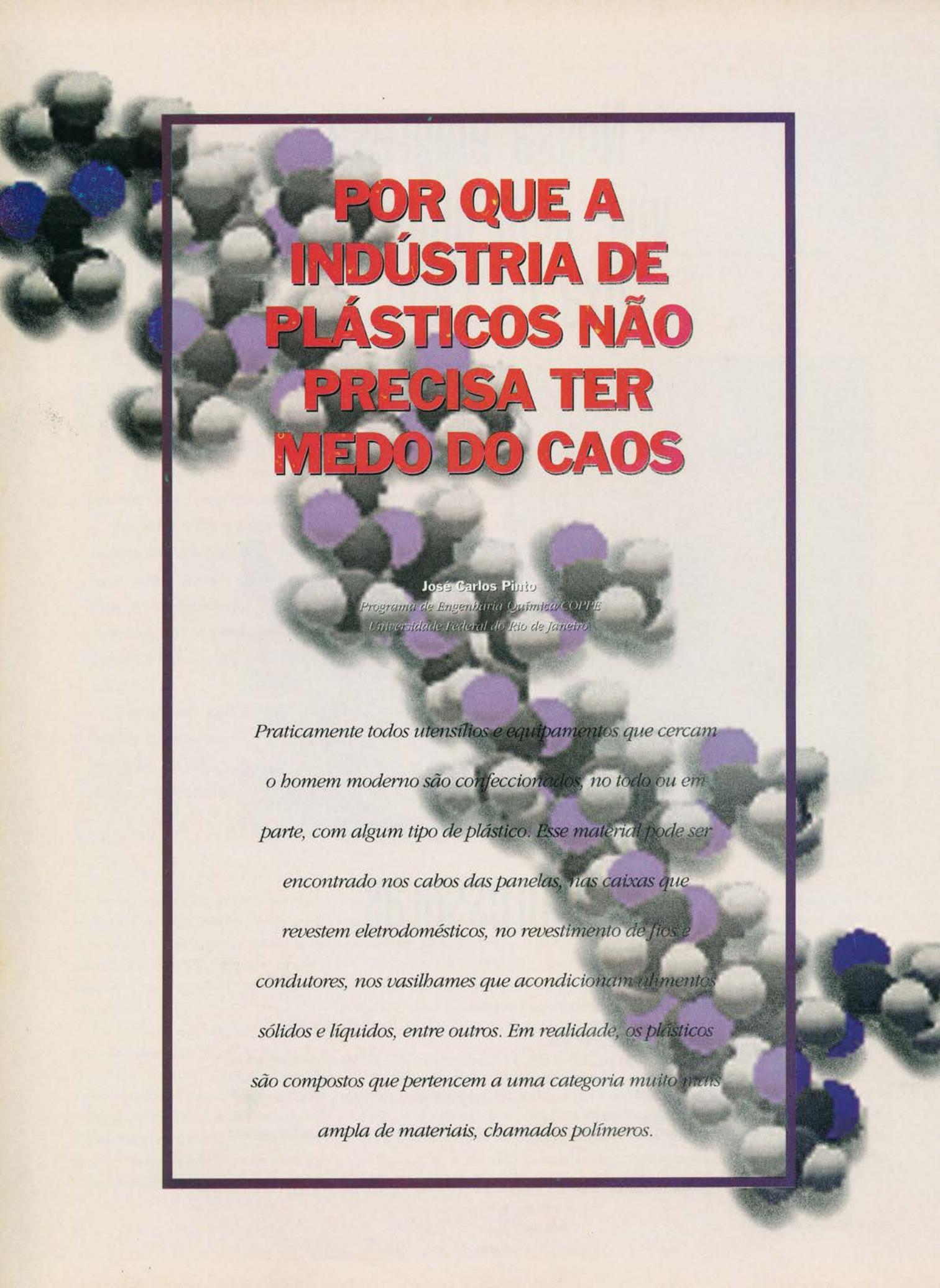
Especializada, como impõe o moderno conceito empresarial, a Rima só faz impressoras.

E é graças a isso que assegura ao setor de micro-informática, uma permanente evolução.

Seja no desenvolvimento de produtos, seja na prestação de serviços e apoio técnico.

Disso depende o nosso sucesso.

Impressoras. Quem tem essa idéia fixa na cabeça, só pode fazer dela o melhor negócio.



# **POR QUE A INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS NÃO PRECISA TER MEDO DO CAOS**

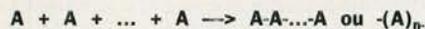
**José Carlos Pinto**

*Programa de Engenharia Química/COPPE  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*Praticamente todos utensílios e equipamentos que cercam o homem moderno são confeccionados, no todo ou em parte, com algum tipo de plástico. Esse material pode ser encontrado nos cabos das panelas, nas caixas que revestem eletrodomésticos, no revestimento de fios e condutores, nos vasilhames que acondicionam alimentos sólidos e líquidos, entre outros. Em realidade, os plásticos são compostos que pertencem a uma categoria muito mais ampla de materiais, chamados polímeros.*

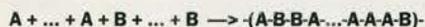
## POLÍMEROS

Polímeros são materiais formados por moléculas muito grandes, compostas por moléculas menores, que se repetem, chamadas monômeros (*mono* significa um; *poli*, muitos; e *mero*, unidade ou parte). Assim, dizemos que uma molécula **A** pode polimerizar se, a partir de várias moléculas iguais, é possível obter uma única molécula de tamanho maior na forma:



Esse é o caso, por exemplo, do gás etileno, obtido a partir do petróleo. A molécula do etileno é formada por dois átomos de carbono e quatro átomos de hidrogênio, na forma  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (figura 1a). Essa molécula pode polimerizar, resultando no polímero polietileno, muito usado na fabricação de sacolas plásticas, entre outras coisas.

Moléculas diferentes também são capazes de formar moléculas maiores. Nesse caso, o polímero é usualmente chamado co-polímero e as espécies monoméricas são chamadas co-monômeros. O esquema abaixo mostra o que pode acontecer.



A seqüência de unidades do tipo **A** e do tipo **B** pode ser ordenada ou não, dependendo da natureza das moléculas envolvidas. O processo de formação do polímero, a partir das moléculas de monômero,

é chamado polimerização. Se mais de um tipo de molécula é incorporado à cadeia, chamamos o processo de formação das macromoléculas de co-polimerização.

## IMPORTÂNCIA DOS POLÍMEROS

O estudo de polímeros é muito importante por várias razões. Em primeiro lugar, as cadeias poliméricas são responsáveis pela própria existência da vida. A maior parte das moléculas que formam o corpo humano é constituída de polímeros, formados pela repetição de umas poucas moléculas simples. As proteínas, por exemplo, são formadas por unidades menores chamadas aminoácidos (figura 1b). Vinte aminoácidos são responsáveis pela formação de milhares de proteínas distintas, diferentes umas das outras pelo número e pela seqüência dos aminoácidos na cadeia. Um exemplo de proteína está na figura 1c.

Pequenas moléculas de açúcar formam também longas cadeias de amido e celulose. O próprio código genético, impresso no ADN, que forma os cromossomos no interior das células do corpo humano, é formado pela repetição de umas poucas moléculas mais simples: as bases nitrogenadas, a desoxirribose (molécula de açúcar, com cinco átomos de carbono) e o grupo fosfato (figura 1d). Portanto, o estudo da vida está intimamente ligado ao estudo da física e da química de polímeros.

Em segundo lugar, os materiais poliméricos são tão diversos e podem apresentar propriedades tão distintas, que encontram uso nas mais diversas áreas. Um número cada vez maior de próteses, utilizadas para tratamentos médicos, é confeccionado a partir de materiais plásticos.

A resistência à abrasão e ao calor apresentada por certos polímeros é tão grande que permite a substituição parcial de metais na construção de naves espaciais. Polímeros são também usados na indústria de colas e na produção de tintas, vernizes e revestimentos.

Tamãha versatilidade resulta basicamente de quatro pontos. O primeiro é a enorme variedade de moléculas que são capazes de polimerizar. O segundo é que as propriedades do polímero dependem do tamanho da cadeia polimérica. Assim, um mesmo monômero pode permitir a obtenção de vários materiais poliméricos diferentes, controlando-se apenas o tamanho da cadeia formada.

O terceiro ponto é que as propriedades do polímero dependem da composição e da seqüência com que moléculas diferentes aparecem na cadeia polimérica. Assim, o número de co-polímeros de propriedades distintas que pode ser obtido a partir de dois ou três co-monômeros é potencialmente infinito. Abaixo, vê-se um esquema de polímeros diferentes, produzidos a partir de apenas duas moléculas **A** e **B**.

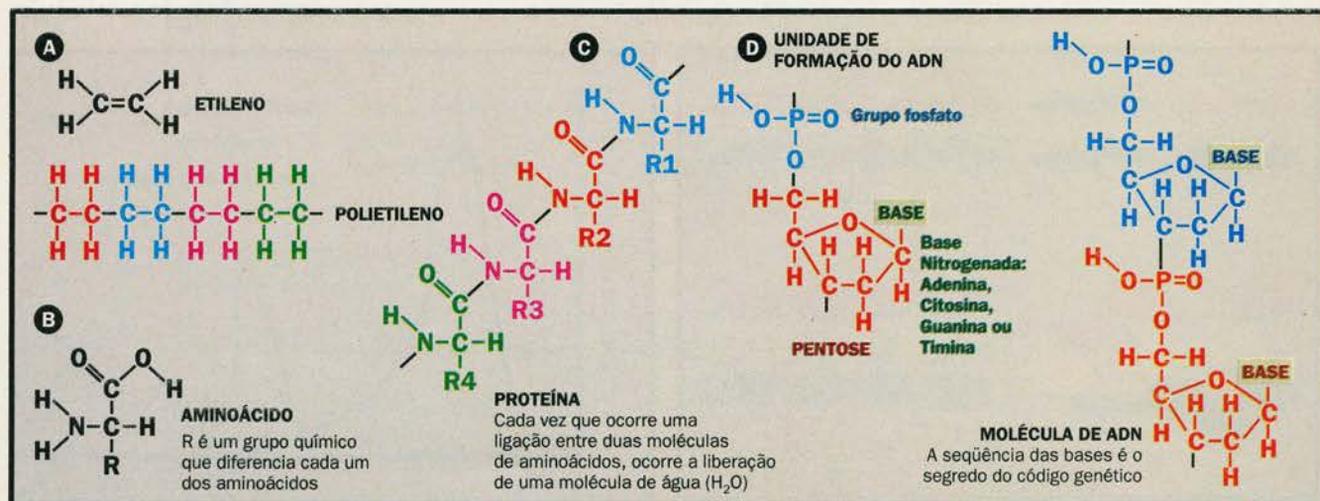


Figura 1. Exemplos de polímeros.

(A-A-(A)<sub>n-4</sub>-A-A)

homopolímero A de tamanho n

(B-B-(B)<sub>n-4</sub>-B-B)

homopolímero B de tamanho n

(A-A-(A)<sub>m-4</sub>-A-A)

homopolímero A de tamanho m

(B-B-(B)<sub>m-4</sub>-B-B)

homopolímero B de tamanho m

(A-B-A-B-...-A-B-A-B)

co-polímero AB alternado, com 50% de A

(A-A-A-A-...-B-B-B-B)

co-polímero AB de bloco, com 50% de A

(A-B-B-A-...-A-B-A-B)

co-polímero AB aleatório, com 50% de A

(A-A-B-A-...-A-A-A-B)

co-polímero AB aleatório, com 75% de A

O quarto e último ponto é que cadeias poliméricas diferentes, por causa do tamanho, da composição ou da seqüência com que as moléculas aparecem na cadeia, podem ser misturadas. Isso leva a materiais com propriedades distintas dos materiais originalmente misturados. Essa mistura de cadeias distintas pode ser feita propositalmente ou ocorrer espontaneamente durante o processo de polimerização.

### TEORIAS E EXPLICAÇÕES

Não é difícil compreender que, na fabricação industrial do polímero, não é possível 'mandar' a molécula de monômero

se associar a essa ou àquela cadeia em crescimento. Portanto, em processos industriais, pode-se acreditar que o material obtido é uma mistura de vários materiais diferentes, sendo melhor descrito por um tamanho médio, uma composição média etc.

Polímeros com composição, tamanho e ordenação extremamente específicos podem ser obtidos de processos biotecnológicos, usando-se para isso o código genético de organismos vivos, ou a partir de certos catalisadores (substância que inicia a reação química), cuja descrição foge ao contexto deste artigo. Na maior parte desses casos, no entanto, os mecanismos que levam à produção do polímero não são bem compreendidos.

Há muitas explicações e teorias para justificar a enorme variedade de propriedades que materiais poliméricos, produzidos a partir de uns poucos monômeros, podem apresentar. Geralmente, grande parte das explicações pode ser obtida a partir da análise de como se dá o empacotamento das moléculas do polímero no material.

A figura 2 mostra quatro casos que podem ser analisados como exemplo, sendo cada cadeia polimérica representada por uma cor. O caso A mostra o empacotamento de moléculas pequenas. Vê-se que o arranjo é relativamente desordenado e que é possível a existência de um número relativamente alto de espaços vazios.

O caso B mostra o empacotamento de moléculas maiores. Nesse caso, a interação de uma molécula com as outras é maior, o que tende a melhorar as propriedades relacionadas à resistência mecânica do material.

Os casos C e D mostram um co-polímero, no qual uma das espécies monoméricas tem volume muito maior que o volume da outra. No caso C, a seqüência de unidades méricas é aleatória, enquanto no caso D a seqüência é ordenada. Há enorme diferença nos volumes ocupados pelos dois materiais e na interação existente entre uma cadeia individual e as demais.

Embora outros fatores importantes possam também ser analisados, a simples análise da geometria do empacotamento é capaz de mostrar que as propriedades do polímero devem variar bastante com o comprimento, a composição e a disposição dos monômeros na cadeia.

### CARACTERIZAÇÃO

O tipo de material produzido industrialmente é caracterizado de forma usual por três propriedades: o comprimento médio em número ( $i_n$ ), o comprimento médio em massa ( $i_w$ ) e o índice de polidispersão ( $ip$ ). Para compreendermos o que esses números significam, utilizemo-nos da figura 3. Nela está apresentada a curva de distribuição de peso molecular ( $cdpm$ ) de um certo material; ou seja, o gráfico mostra quantas cadeias de cada um dos

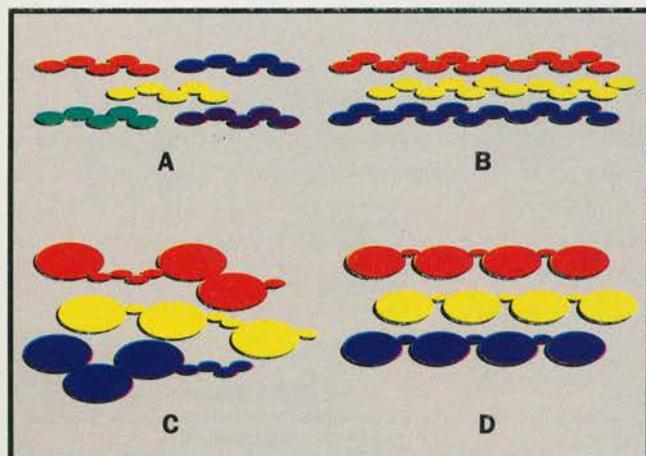


Figura 2. Empacotamento de cadeias poliméricas.

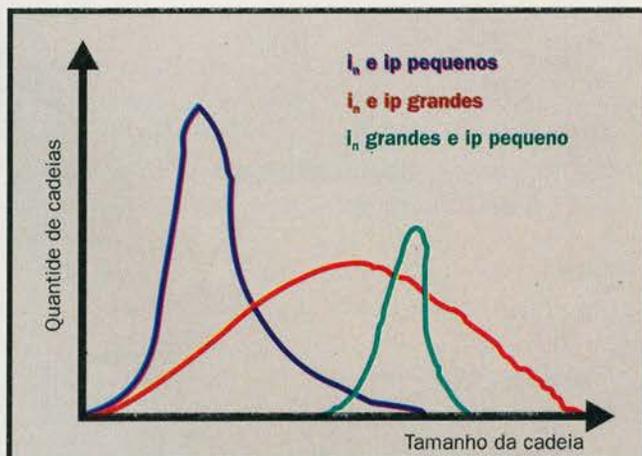


Figura 3. Curva de distribuição de peso molecular.

possíveis tamanhos podem ser encontradas no material produzido.

Como mostrado na figura 3, o produto final é uma mistura de cadeias de diversos tamanhos. O  $i_n$  nada mais é do que o tamanho médio das cadeias presentes. Em outras palavras, se o material apresenta cinco cadeias de tamanho 100 e outras cinco cadeias de tamanho 200, o  $i_n$  vale 150. Para se chegar a esse valor, basta fazer as seguintes operações matemáticas:

$$[(5 \cdot 100) + (5 \cdot 200)] : (5 + 5) = 150$$

O  $i_w$  é o tamanho médio das cadeias, ponderado pela massa. Assim, imaginemos que a massa de uma molécula seja de 10 unidades de massa. Nesse caso, o mesmo material discutido acima teria 5 cadeias com massa igual a 1000 ( $10 \cdot 100$ ) e 5 cadeias com massa igual a 2000 ( $10 \cdot 200$ ). Portanto, as cadeias de tamanho 100 somariam um total de 5 mil unidades de massa ( $5 \cdot 1000$ ), enquanto as cadeias de tamanho 200 somariam um total de 10 mil unidades de massa ( $5 \cdot 2000$ ). Assim, o  $i_w$  seria igual a 166,7, isto é:

$$[(5000 \cdot 100) + (10000 \cdot 200)] : (5000 + 10000) = 166,7$$

Repare que o  $i_n$  e o  $i_w$  são, em geral, diferentes. O  $i_w$  nunca é inferior ao  $i_n$ , em virtude de ele 'privilegiar' as cadeias com maior massa. Quanto maior as diferenças

de massa entre as cadeias pequenas e as grandes, maior a diferença entre os dois comprimentos médios.

O índice de polidispersão é a razão entre o  $i_w$  e o  $i_n$ . Logo, o índice de polidispersão nada mais é do que uma medida de abertura da **cdpm**. Quanto maior o **ip**, maior o número de cadeias com comprimento diferente do comprimento médio. Assim, é possível caracterizar o tipo de material polimérico que está sendo produzido a partir de um único monômero em um processo industrial pelo  $i_n$ ,  $i_w$  e **ip** da mistura. Quando o  $i_n$  e o  $i_w$  são grandes, isso implica a existência de um número elevado de cadeias compridas. Já valores altos de **ip** indicam existência de cadeias de comprimento muito diferentes. Em um co-polímero, dados adicionais sobre a composição e a disposição seqüencial das unidades méricas são necessários.

### MODELO MATEMÁTICO

Mostraremos a seguir como materiais poliméricos distintos podem ser produzidos através da operação não convencional de sistemas industriais de polimerização. Para que seja possível estudar de que forma um sistema industrial deve ser operado, a maneira mais simples e barata é usar simuladores.

O simulador é um programa de computador que descreve de forma aproximada como um determinado processo se comporta. O simulador permite investigar como certas variáveis do processo se modificam, à medida que outras são alteradas. Por exemplo, um simulador da polimerização pode informar como a qualidade do polímero será alterada se a temperatura da reação for modificada.

Para que um simulador possa ser desenvol-

vido, é necessário primeiramente construir o modelo do processo (um modelo é uma estrutura que permite explicar como os fenômenos e as diversas variáveis estão relacionados em um certo sistema).

Em engenharia, o modelo usualmente é formado por um conjunto de equações. Dessa forma, o simulador é normalmente um programa de computador capaz de resolver as equações que descrevem o processo, uma vez definidas as condições de operação.

Para que possamos montar o modelo do sistema no qual se dá a polimerização – chamado a partir de agora de reator de polimerização –, é necessário visualizar o ambiente no qual a reação ocorre. A figura 4 mostra um reator de polimerização. Vê-se que ele nada mais é que um vaso de um certo volume **V**, através do qual a mistura da reação flui.

A mistura é introduzida no reator numa certa vazão  $q_0$ , com proporção de reagentes e temperatura bem-definidas. A mistura é removida do reator em uma vazão  $q$ , com composição e temperatura provavelmente diferentes das de alimentação, já que transformações químicas ocorrem no interior do reator.

Admitimos aqui que a corrente de alimentação contém três componentes: o monômero, o solvente e o catalisador. O monômero é a espécie que vai polimerizar. O solvente é uma espécie química que não participa da reação, cujas funções mais importantes são a de absorver o calor que é liberado pela reação e a de dissolver o polímero formado, tornando possível a retirada do material de dentro do vaso. O catalisador é uma espécie química presente em pequeníssimas quantidades, cuja função é iniciar a reação de polimerização, que na maioria das vezes é incapaz de iniciar espontaneamente (ver 'O mecanismo de polimerização').

No interior do vaso o polímero é formado. A temperatura interna é quase sempre superior à temperatura da alimentação, em virtude da liberação de calor que acompanha a reação. Por isso, o sistema é

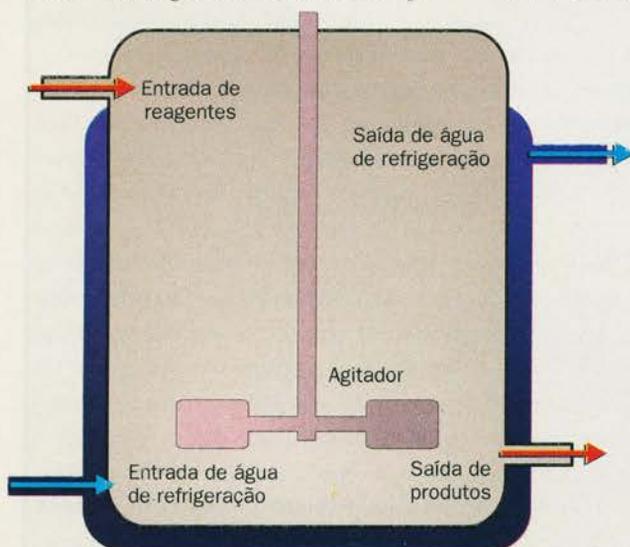


Figura 4. O reator de polimerização.

refrigerado por uma corrente de água fria (ou outro fluido de processo, em sistemas mais complexos), que remove calor do sistema através de uma superfície de contato apropriada.

Para manter as condições de reação uniformes, a mistura reacional é mecanicamente agitada. Admite-se que a composição e a temperatura da corrente de saída são iguais à composição e à temperatura do reator. Admite-se também que a mistura reacional permanece, em média,  $(V/q_0)$  unidades de tempo no interior do reator. Por isso, a razão  $(V/q_0)$  é usualmente chamada de tempo de residência, frequentemente representada por  $\theta$ .

## CONSERVAÇÃO DE MASSA E ENERGIA

Para que o modelo matemático seja desenvolvido, usam-se dois princípios básicos: a conservação de massa e a conservação de energia. A aplicação dos

princípios de conservação leva às chamadas equações de balanço de massa e energia. De modo simplificado, as equações de balanço de massa e energia têm a forma:

$$\text{Acúmulo de Massa} = \text{Quant. Alimentada} - \text{Quant. Removida} + \text{Quant. Transformada} \quad (1)$$

$$\text{Acúmulo de Energia Térmica} = \text{Energia Térmica Alimentada} - \text{Energia Térmica Removida} + \text{Energia Térmica Desenvolvida} \quad (2)$$

A *cdpm* pode ser obtida se é feito o balanço de massa individualizado para cada uma das cadeias de tamanho  $i$ , com  $i$  variando de um até o infinito. Como infinitas equações não podem ser resolvidas simultaneamente, algumas técnicas matemáticas foram especialmente desenvolvidas para permitir o estudo desses sistemas.

Uma vez desenvolvido o modelo matemático que descreve o processo, é im-

portante conhecer as chamadas soluções permanentes do modelo. As soluções permanentes do modelo são aquelas soluções que podem ser obtidas a partir de um sem número de condições iniciais, à medida que o tempo cresce. Essas soluções são importantes porque descrevem as condições de operação de plantas industriais reais, que operam por longos períodos de tempo.

As soluções permanentes do modelo podem ser estacionárias e dinâmicas. As soluções estacionárias são aquelas em que nenhuma alteração ocorre no sistema, à medida que o tempo passa. Essa é a solução normalmente desejada em uma planta industrial, pois assim é possível fabricar um mesmo produto todo o tempo.

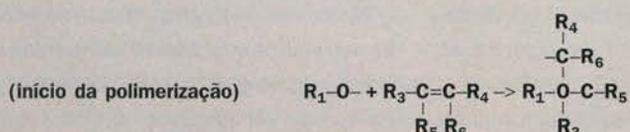
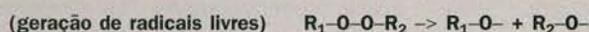
Vários esquemas diferentes de controle são desenvolvidos para garantir que, uma vez atingido o estado estacionário, o processo não seja perturbado por flutuações externas (variações climáticas, por exem-

## O mecanismo de polimerização

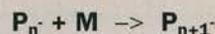
A polimerização ocorre de forma diferenciada em cada processo das etapas elementares do mecanismo da reação. São vários os mecanismos de reação conhecidos. O mecanismo de reação mais usado na indústria é o mecanismo de polimerização via radicais livres.

Um radical livre pode ser compreendido como uma molécula, na qual uma das ligações atômicas está livre, de forma que o radical livre é uma molécula altamente reativa. O radical livre pode ser gerado com a quebra de uma molécula mais complexa, que usualmente contém o grupamento peróxido (-O-O-) ou azo (-N-N-), bastante instáveis.

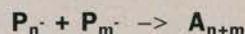
A espécie que gera os radicais livres é o catalisador (iniciador da reação). Ao encontrar uma molécula de monômero - que de forma usual tem uma ligação dupla (-C=C-) que pode ser aberta -, o radical livre transfere a ligação livre para a espécie monomérica, na forma:



Esta é a chamada etapa de iniciação. O radical livre resultante da reação com o monômero é chamado polímero vivo ( $P_1\cdot$ ), neste caso com tamanho 1. Esse radical livre pode, de forma similar, transferir a ligação livre para outras moléculas de monômero, incorporando-as a sua estrutura. É a chamada etapa de propagação, descrita como:



Eventualmente, dois radicais livres podem reagir entre si, formando o polímero morto ou simplesmente polímero. Esta etapa é denominada de terminação.



Outras reações elementares podem ocorrer durante a polimerização, modificando a estrutura da cadeia polimérica final. No entanto, essas três etapas básicas (iniciação ou formação da espécie ativa, propagação e terminação) estão presentes em virtualmente todas as reações de polimerização.

Em alguns sistemas de polimerização, chamados polimerizações vivas, não ocorre a terminação. Em outros, a terminação ocorre de forma espontânea, não sendo necessário o encontro de duas espécies vivas para que a terminação ocorra.

## Por que a polimerização é tão complicada?

A existência de soluções oscilatórias permanentes de caráter periódico e aperiódico em sistemas de polimerização tem sido verificada, tanto teórica quanto experimentalmente. Assim, é importante compreender os fenômenos responsáveis pela geração desses comportamentos dinâmicos pouco convencionais na indústria de processos.

Os fenômenos mais importantes que ocorrem durante a polimerização e induzem o aparecimento de comportamento oscilatório no sistema são:

- a) o acoplamento termo-cinético
- b) a redução de volume
- c) o efeito gel

O acoplamento termo-cinético pode ser compreendido a partir do fato de que as velocidades de reação aumentam de forma exponencial com a temperatura. Como as reações de polimerização de importância industrial liberam calor, um aumento da taxa de reação implica forçosamente um aumento da temperatura do sistema. Esse aumento de temperatura, por sua vez, provoca aumento ainda maior da taxa de reação e assim por diante.

Esse efeito de realimentação positiva só é contido quando virtualmente todo o monômero já foi consumido, provocando diminuição das taxas de reação e conseqüente diminuição da temperatura. Em um processo onde a adição de reagentes é contínua, a realimentação positiva segue então o sentido contrário, com aumento crescente da concentração de espécie reagente, que decorre da diminuição do consumo. Eventualmente, a disponibilidade de reagente torna-se tão grande, que a reação sofre nova aceleração. Os ciclos repetem-se assim indefinidamente.

Mecanismo semelhante ocorre com o volume e a quantidade de polímero produzida. Como o polímero é geralmente mais

denso que o monômero, a produção de polímero implica necessariamente uma diminuição do volume do sistema. A diminuição do volume, no entanto, favorece um aumento relativo das concentrações das espécies reagentes, contribuindo com o aumento das taxas de reação. O aumento das taxas, por sua vez, provoca maior produção de polímero, acelerando a taxa de contração de volume em novo mecanismo de realimentação positiva.

Como anteriormente descrito, essa realimentação é frejada quando a concentração de monômero se aproxima de zero, reduzindo necessariamente a taxa de produção de polímero. Movimento no sentido contrário pode então ser observado, até que a disponibilidade de monômero no meio seja de novo suficiente para provocar nova aceleração da reação.

Finalmente, entende-se por efeito gel o aumento das taxas de reação observadas quando a concentração de polímero é elevada, mesmo a temperaturas baixas. Podemos representar o meio reacional como uma 'sopa de espaguete', na qual os fios de macarrão são as cadeias poliméricas. Se a sopa é rala (meio diluído), os fios de macarrão podem se movimentar livremente e a terminação bimolecular (ver 'O mecanismo de polimerização') ocorre com uma certa freqüência, que depende do número de vezes que duas cadeias vivas se encontram.

À medida que a quantidade de macarrão aumenta (meio concentrado), vai ficando cada vez mais difícil que um fio de macarrão se movimente livremente no meio. Os impedimentos à livre movimentação reduzem a freqüência com que duas cadeias vivas se encontram, diminuindo as taxas de terminação e aumentando o número de espécies vivas presentes no sistema. O aumento do número de espécies vivas provoca aumento das taxas de produção de polímero, tornando mais pronunciado o efeito gel, em novo mecanismo de realimentação positiva.

plo) e seja mantida a uniformidade da produção. Como, por definição, as soluções estacionárias são aquelas que não se alteram com o tempo, elas podem ser obtidas fazendo-se:

$$0 = \text{Quantidade Alimentada} - \text{Quantidade Removida} + \text{Quantidade Transformada} \quad (3)$$

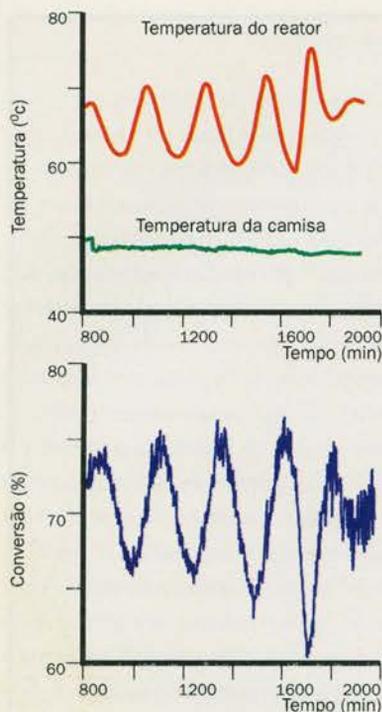
$$0 = \text{Energia Térmica Alimentada} - \text{Energia Térmica Removida} + \text{Energia Térmica Desenvolvida} \quad (4)$$

As soluções permanentes dinâmicas são aquelas em que são observadas flua-

ções das propriedades da corrente de saída do reator, à medida que o tempo passa, mesmo mantendo-se as condições de operação constantes. Se essas flutuações têm caráter periódico, como o de um pêndulo de relógio de parede, diz-se que a solução é periódica ou um ciclo-limite. Assim, em um ciclo-limite observa-se que a temperatura do reator oscila entre um máximo e um mínimo, de forma regular e com período de oscilação constante. A figura 5 mostra resultados experimentais obtidos para a polimerização do acetato

de vinila, na qual fica clara a existência de comportamento oscilatório.

Soluções permanentes dinâmicas podem também apresentar comportamento oscilatório não periódico. É possível que os máximos e mínimos observados, à medida que o tempo passa, sejam sempre diferentes e que os períodos de oscilação também variem significativamente de oscilação para oscilação. São as chamadas soluções caóticas, que têm sido extensivamente estudadas na literatura recentemente (ver *Ciência Hoje*, vol. 14, nº 80,

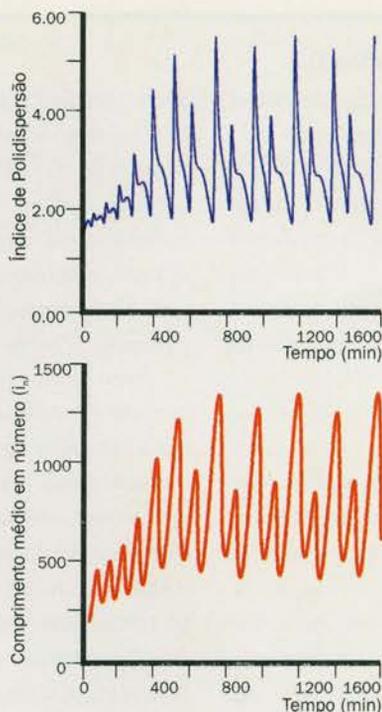


**Figura 5. Comportamento oscilatório na polimerização de acetato de vinila.**

1992), por apresentarem uma série de propriedades particulares, dentre as quais as mais importantes são a aperiodicidade e a sensibilidade às condições iniciais.

Essa última propriedade significa que condições iniciais muito semelhantes geram soluções que se afastam exponencialmente no tempo, o que compromete a capacidade preditiva do modelo desenvolvido. Em outras palavras, em condições caóticas o fato de dois reatores estarem produzindo produtos semelhantes agora não significa que continuarão produzindo produtos semelhantes no futuro, mesmo que as condições de operação dos reatores sejam mantidas iguais e constantes.

Sistemas de polimerização descritos pelas equações (1) e (2) podem apresentar soluções periódicas e caóticas, o que pode comprometer a uniformidade do produto final resultante. Por isso, é de grande importância discriminar as regiões onde soluções permanentes não estacionárias podem estar presentes, para evitar problemas de desuniformidade do material



**Figura 6. Variação das propriedades instantâneas do polímero em condições de operação caóticas.**

produzido. No entanto, como será mostrado a seguir, a operação em regime caótico pode também apresentar suas vantagens.

### O QUE ACONTECE NO CAOS?

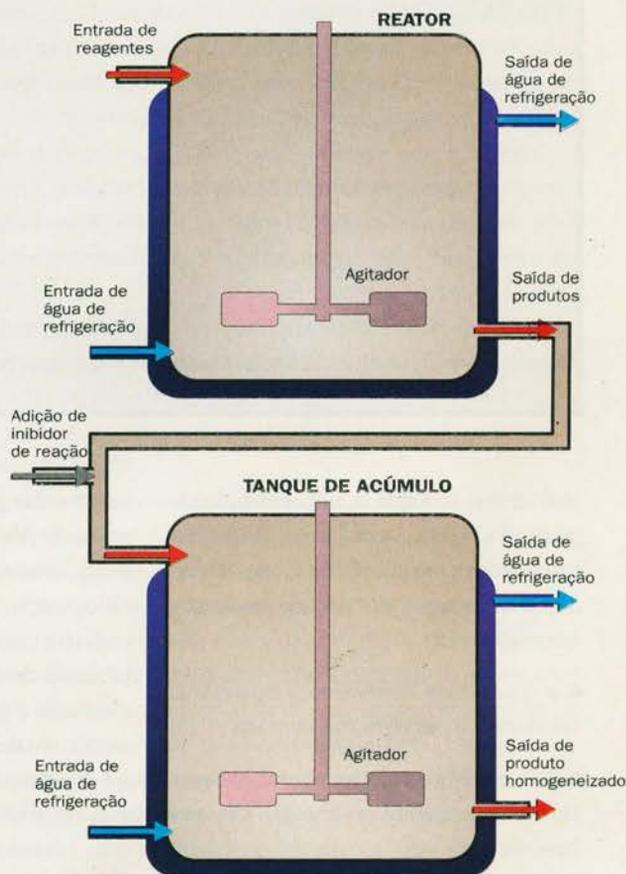
A figura 6 apresenta um exemplo de como a temperatura do reator e as características do polímero produzido variam durante a operação em regime caótico de um reator de polimerização de acetato de vinila. O poli (acetato de vinila) – ou PVA – é um polímero muito utilizado para a fabricação de tintas, por causa das excelentes características de resistência e brilho do filme que se forma sobre a superfície tratada e também devido ao fato de o PVA ser pratica-

mente insensível à luz e à presença de oxigênio.

O PVA também é usado na fabricação de adesivos e é precursor do poli (álcool vinílico), utilizado na fabricação de resinas solúveis em água, de agentes estabilizantes e de fibras têxteis.

Vê-se que o comprimento médio das cadeias e a abertura da **cdpm** variam de forma acentuada durante toda a operação. Essa variabilidade pode inviabilizar a produção de polímero nestas condições, quando se deseja produzir um material com características bem-definidas ao longo do tempo.

Imaginemos agora que um tanque de acúmulo é colocado na saída do reator, como na figura 7, de forma que todo o material efluente do reator é homogeneizado no tanque de acúmulo, antes de seguir para a linha de armazenamento. Nesse caso, as equações de balanço também podem ser escritas para o vaso de



**Figura 7. O reator de polimerização com tanque de acúmulo.**

acúmulo, com a diferença de que nesse último não ocorre qualquer reação.

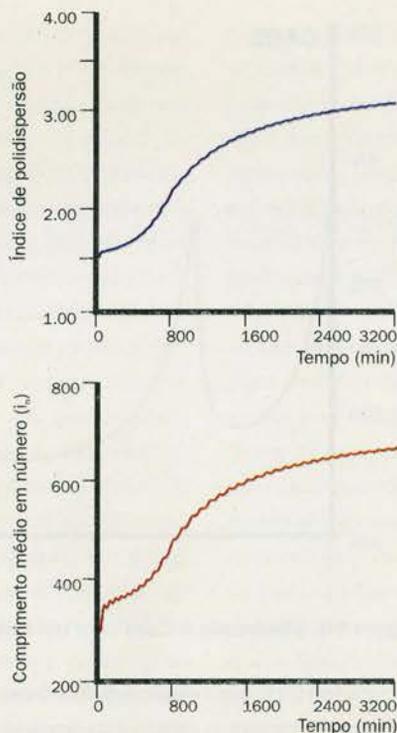
Acompanhando então a qualidade do polímero efluente do tanque de acúmulo, em condições similares às condições da figura 6, podem ser observadas as respostas apresentadas na figura 8. Ou seja, apesar de as condições e do produto efluente do reator variarem continuamente, o produto efluente do tanque de acúmulo é rapidamente estabilizado, o que significa ser possível fabricar um produto uniforme em regime de operação caótico. Em outras palavras, a existência de um vaso de acúmulo na saída do reator permite homogeneizar o produto da reação, que varia continuamente no tempo, levando à produção de material uniforme.

A principal consequência do que foi discutido no último parágrafo é a possibilidade de se produzir material uniforme, de forma contínua, mesmo em regime caótico. A pergunta que fica para ser respondida é sobre a qualidade do material produzido.

A figura 9 mostra um exemplo de como a qualidade do produto obtido após a homogeneização varia, à medida que varia o tempo de residência no reator. Vê-se que o  $i_n$  e o  $i_p$  podem variar de forma pronunciada com as condições de operação. Mais importante, no entanto, é comparar os resultados obtidos em condições oscilatórias com aqueles obtidos em condições estacionárias. Verifica-se que produtos completamente distintos podem ser produzidos a partir de um mesmo sistema de reação, variando-se apenas a natureza da operação: condições estacionárias ou condições oscilatórias.

É interessante notar que o material produzido em condições oscilatórias tem  $i_n$  maior do que aquele obtido de condições estacionárias, o que, apesar da maior abertura da  $cdpm$ , normalmente confere maior valor ao material produzido.

As propriedades que medem a resistência mecânica do material produzido, tais como a tensão de ruptura, tendem a melhorar com o aumento do  $i_n$ . Portanto,



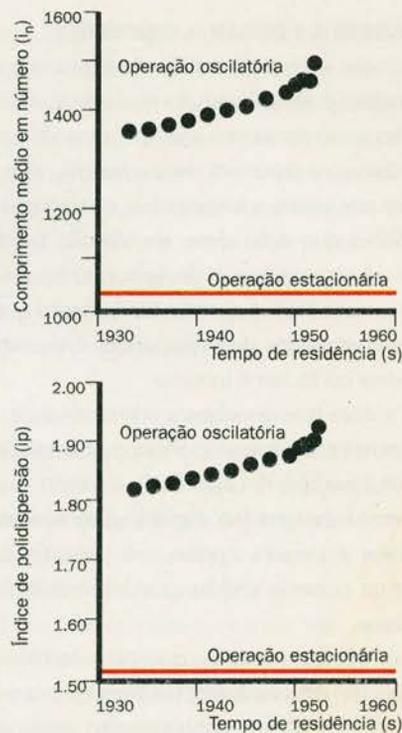
**Figura 8. Variação das propriedades acumuladas do polímero em condições de operação caóticas.**

o material produzido em condições oscilatórias será provavelmente mais resistente que aquele produzido em condições estacionárias.

Por sua vez, a processabilidade das resinas tende a piorar com o aumento de  $i_n$ , já que cadeias longas fundem em temperaturas mais altas que cadeias curtas. O aumento do  $i_p$ , no entanto, que indica um alargamento da  $cdpm$ , contribui com a melhoria da processabilidade do material ao garantir a existência de quantidade apreciável de cadeias curtas, que se fundem a baixas temperaturas, apesar de a curva como um todo estar deslocada para comprimentos mais longos.

Salientamos, contudo, que muitos tipos de materiais poliméricos, como o PVA, destinado à fabricação de tintas e adesivos, não precisam ser transformados termicamente após a produção.

O aumento do  $i_n$  é função dos períodos de tempo que o processo passa em temperaturas mais baixas que aquelas do estado estacionário. A produtividade, que também costuma ser menor em tempe-



**Figura 9. Variação das características do polímero com o tempo de residência.**

raturas mais baixas, não é significativamente prejudicada, em função dos picos de temperatura pelos quais passa o processo (figura 6). Dessa forma, material de peso molecular elevado pode ser produzido sem perda significativa de produtividade.

Apesar de a análise efetuada anteriormente mostrar que novos produtos podem ser desenvolvidos em condições de operação oscilatórias, é claro que o material hoje produzido em condições estacionárias encontra aplicações de importância. Assim, o engenheiro deve considerar também a necessidade de desenvolver técnicas que mantenham a planta operando em condições estacionárias, eliminando um possível comportamento oscilatório – isto é o que se chama usualmente problema regulador.

A figura 10 mostra que, caso seja necessário, é possível estabilizar e eliminar o comportamento caótico. Para que isso seja feito, é necessário adicionar ao processo um esquema de controle por realimentação.

## ABRIR E FECHAR A 'TORNEIRA'

O que o controlador faz de forma automática é semelhante ao que uma pessoa faz ao tentar ajustar a temperatura do banho: se a água está muito quente, abre-se um pouco a torneira fria e vice-versa. Saber que ação deve ser tomada (abrir ou fechar a torneira de água fria) é relativamente fácil. A questão fundamental que o controlador deve responder é *quanto* abrir ou fechar a torneira.

Para que decidamos o quanto abrir a torneira, é necessário saber a quantidade de água que flui através da torneira. Se a vazão de água fria é muito grande, abrimos a torneira apenas um pouquinho, para evitar o resfriamento excessivo da água.

Vemos, portanto, que para decidir o quanto devemos abrir a torneira, é necessário ter algum conhecimento sobre o sistema. Em processos muito complicados, como o estudado, essa questão pode ser respondida pelo controlador se 'ensinamos' a ele de que forma o processo se comporta. Por isso, é adequado que o controlador seja treinado para responder *quanto* abrir ou fechar a válvula do fluido de resfriamento. Isso pode ser feito, por exemplo, com uma rede neural (ver *Ciência Hoje*, vol. 12, nº 70, 1990).

## CAOS 'DOMADO'

Explicada de modo sintético, a rede neural é um conjunto de equações relativamente simples, desenvolvidas a partir da experimentação, que mostram como certas variáveis dependem de outras – por exemplo, a quantidade de água que vai passar na tubulação em relação à posi-

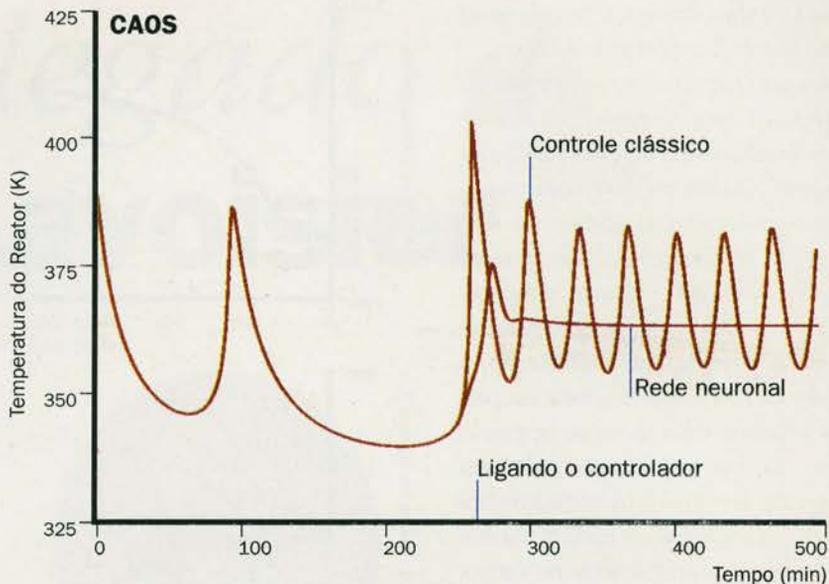


Figura 10. Eliminando o Caos com um Controlador tipo Rede Neural.

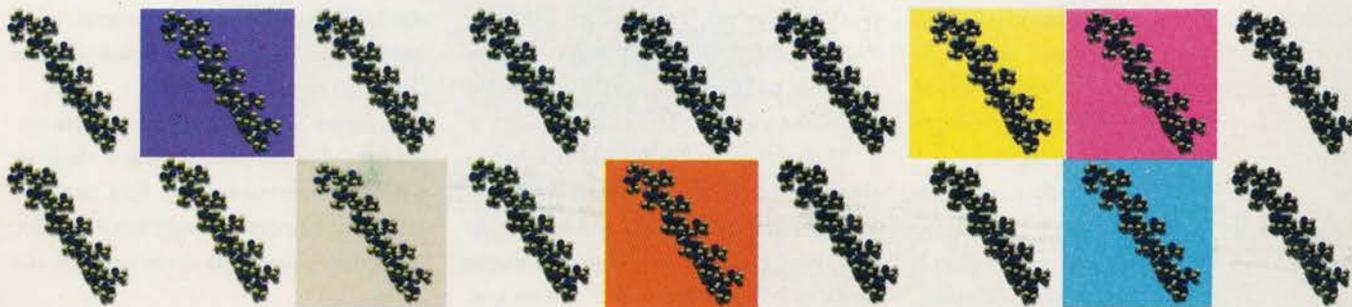
ção da torneira. Sem entrar em detalhes, a figura 10 mostra o estado estacionário que pode ser obtido em condições similares às da figura 9, após ser introduzido o controlador. Isso mostra de forma contundente que o caos pode ser 'domado' pelo engenheiro de processos, através de ações de controle adequadas. Dessa forma, é possível manter o processo operando de forma estacionária, mesmo que o comportamento natural do processo tendesse a apresentar comportamento caótico. O controlador pode assim eliminar o caos.

Conclui-se, portanto, que a operação em regime oscilatório–e caótico, em particular–deve ser encarada pelo engenheiro de processos com naturalidade, já que esta pode ser eliminada para permitir a operação uniforme e contínua da unidade e pode ser explorada para o desenvolvi-

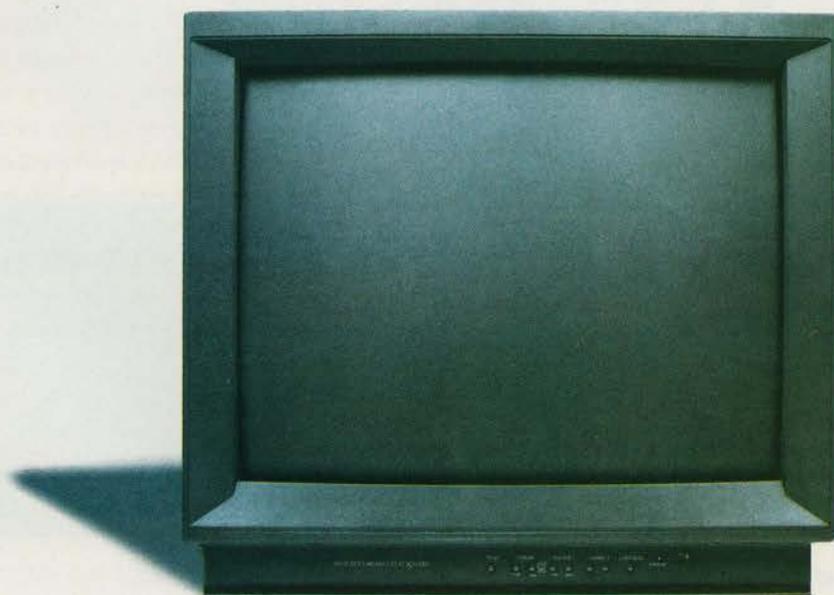
mento de novos materiais que, de outra forma, não poderiam ser produzidos. Esses e outros aspectos relevantes a respeito do comportamento dinâmico de sistemas poliméricos vêm sendo estudados atualmente no Laboratório de Modelagem, Simulação e Controle de Processos do Programa de Engenharia Química da Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

## Sugestões para leitura

- CIÊNCIA HOJE - Caos - nº 80, 1992.
- ODIAN, G., *Principles of Polymerization*, Wiley, Nova York, 1981.
- PINTO, J.C., *Uma Revisão Sobre Sistemas Dinâmicos Não Lineares, Teoria de Bifurcações e Comportamento Dinâmico de Sistemas de Engenharia Química*, in Revista Brasileira de Engenharia, Cadernos de Engenharia Química, vol. 8, nº 2, 1991.



# LUGAR DE TV É NA SALA.



# DE AULA.

**SISTEMA DE TELEDUCAÇÃO: MAIS UM PROJETO PIONEIRO DA TELEBRÁS.** O futuro do Brasil é a educação. A Telebrás, utilizando os modernos recursos de telecomunicações, está tornando esse futuro cada vez mais presente. Através da Teleducção, um projeto com a marca do pioneirismo da Telebrás, programas de ensino estarão sendo levados às escolas, mesmo aquelas localizadas nas regiões mais distantes. É a Telebrás a serviço dos brasileiros ajudando a garantir um grande futuro para uma grande nação. **COM A AJUDA DA TELEBRÁS, AGORA VAI SER MUITO MAIS FÁCIL ENSINAR E MUITO MAIS FÁCIL APRENDER.**

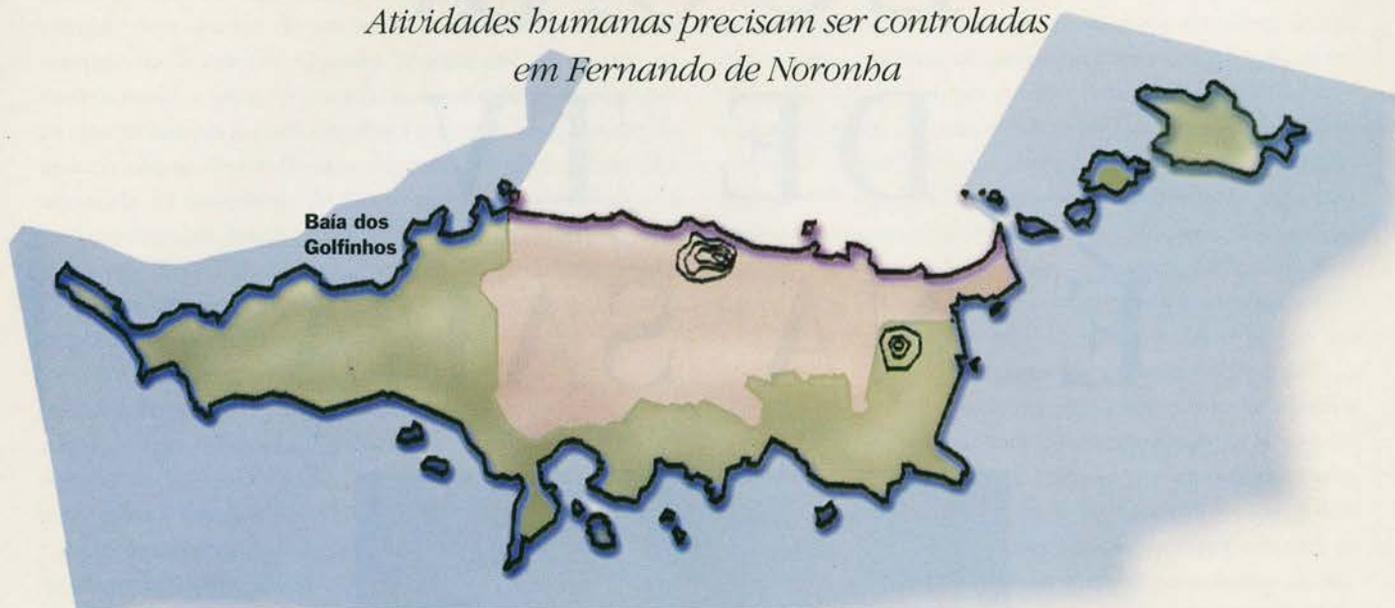
**Aprenda mais sobre Teleducção ligando para: (061) 215-2273 ou (061) 215-2370**

 **TELEBRÁS**  
MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES



# Os golfinhos e o turismo

*Atividades humanas precisam ser controladas em Fernando de Noronha*



**Figura 1.** Arquipélago de Fernando de Noronha, com destaque para a área do Parque Nacional Marinho.

**Figura 2.** Enseada do Carreiro da Pedra ou Baía dos Golfinhos, a noroeste da principal ilha do arquipélago.



A noroeste da ilha principal do arquipélago de Fernando de Noronha encontra-se a enseada do Carreiro da Pedra, ou Baía dos Golfinhos, um refúgio de águas calmas freqüentado regularmente por grupos de golfinhos rotadores (*Stenella longirostris*). Eles chegam à baía no início da manhã, regressando no final da tarde, quando estão mais ativos, retornam às águas profundas, na face sul do arquipélago, em busca de pequenos peixes e lulas que constituem a sua alimentação. É uma situação excelente para estudar esses cetáceos em seu ambiente natural e que também proporciona aos turistas uma rara experiência com a vida selvagem.

O golfinho rotador é uma espécie cosmopolita que freqüenta os oceanos Atlântico, Índico e Pacífico mas que permanece restrita às faixas tropical, subtropical e, com menor freqüência, temperada quente. Sua distribuição é basicamente oceânica, embora às vezes possa ser en-

contrado em águas costeiras. Ele recebeu esse nome dos pescadores por causa dos saltos longitudinais que costuma executar, girando várias vezes no ar em torno do eixo longitudinal de seu corpo antes de voltar à água. Seu nome científico deriva do latim *longus* (longo) e *rostrum* (bico). Um animal adulto tem cerca de 1,80 m de comprimento e pesa entre 75 e 95 kg.

Do lado ocidental do Atlântico Sul, essa espécie foi documentada pela primeira vez em 1981, em uma filmagem feita no sul do Rio de Janeiro. Na costa brasileira, a presença de golfinhos rotadores se confirmou até agora em cinco estados: Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraíba e Pernambuco. Como os cetáceos em geral, eles são animais gregários, podendo formar grupos de mais de 1.000 indivíduos, embora grupos de cerca de 200 sejam mais comuns.

Os golfinhos rotadores estão incluídos

na categoria dos cetáceos 'insuficientemente conhecidos', na lista da União Mundial para a Natureza, mas algumas das suas populações nos oceanos Índico e Pacífico já são consideradas em risco de extinção.

Tanto quanto se conhece, o fenômeno de concentração de golfinhos rotadores em uma baía é único em todo o oceano Atlântico. Só é conhecida uma outra localidade onde isso ocorre: a Baía de Kealake'akua, no Havaí. Isso confere a Fernando de Noronha um extraordinário valor ecológico, educativo e conservacionista.

A presença de uma significativa população de golfinhos em Fernando de Noronha já era conhecida pelo menos desde 1736, quando os franceses da Companhia das Índias Ocidentais se apo-

deraram do arquipélago, dando-lhe o nome de Ile Delphine ou Dauphine, o que é considerado uma alusão aos golfinhos que viveriam em suas águas.

Frei André Thévet, que viajou com Villegagnon, também menciona os "marsuínos" que "saltavam ao redor dos barcos e gritavam como porcos", em seu livro Singularidades da França Antártica, num capítulo intitulado 'A Ilha dos Ratos', sobre Fernando de Noronha, por ele abordado em 1556.

O espetáculo oferecido pelos golfinhos tornou a enseada do Carreiro da Pedra uma rentável atração turística. O número excessivo de visitas, mergulhos e barcos na baía levou a autora deste artigo e a pesquisadora Bárbara Fiori a alertarem as autoridades locais (na época o Estado Maior das Forças Armadas - EMFA) e a apresentar-lhes um estudo com sugestões para implementação de um turismo racional e controlado. Como consequência desse estudo, em novembro de 1986 proibiu-se oficialmente a circulação de qualquer tipo de embarcação e mergulhos no interior da baía, sendo essas medidas consolidadas em lei com a criação do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.

O Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros caracteriza a Baía dos Golfinhos como zona intangível, isto é, "aquela onde a primitividade da natureza permanece intacta, não se tolerando quaisquer alterações humanas, representando o mais alto grau de preservação. Funciona como matriz de repovoamento de outras zonas onde já são permitidas atividades humanas regulamentadas. (...) é dedicada à proteção integral de ecossistemas e dos recursos genéticos, e ao monitoramento ambiental".

O turismo em Fernando de Noronha teve início em meados da década de 70, quando o número de visitantes era muito reduzido, e havia na ilha apenas um hotel e uma pousada. Desde 1988, quando o então Território Federal de Fernando de Noronha foi anexado ao Estado de Pernambuco, 48 hospedarias oficiais, 20

não-oficiais e um hotel passaram a operar na principal ilha do arquipélago. A população local está em torno de 1.700 pessoas. Nos meses de maior fluxo turístico (dezembro a início de março e julho), Fernando de Noronha está acolhendo cerca de 700 visitantes por dia, quando o plano estratégico para o arquipélago (1989) recomendava não mais de 250 turistas diários, número ampliado para 420 no I Encontro do Governo do Estado de Pernambuco sobre Fernando de Noronha (1991).

Levando-se em conta que os grupos de mídia favorecem o fluxo turístico em larga escala e que este se encontra desestabilizado, a preocupação é que o aumento desenfreado dessa atividade venha a causar distúrbios à população de *S. longirostris*. O problema se agrava quando aporta no arquipélago, durante os meses de verão, o transatlântico M/S Funchal, com capacidade para 477 passageiros, que se somam ao número já excessivo de turistas.

Durante cada cruzeiro, o navio permanece cerca de 13 horas fundeado na Baía de Santo Antônio. Nesses períodos, o fluxo

de barcos que passam pela Baía dos Golfinhos aumenta consideravelmente. Isso porque o programa do cruzeiro tem como principal atração um passeio de barco para apreciar os golfinhos rotadores.

As atividades humanas têm na maioria das vezes causado efeitos drásticos para a sobrevivência das espécies de cetáceos,

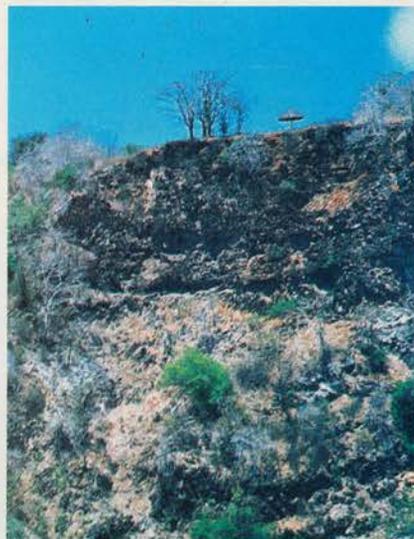


Figura 3. O mirante da Baía dos Golfinhos, com 76 m de altura, proporciona uma ótima vista panorâmica da enseada.



Figura 4. Golfinho rotador (*Stenella longirostris*).

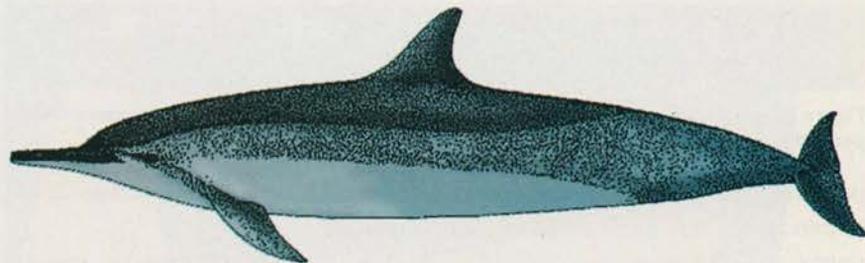
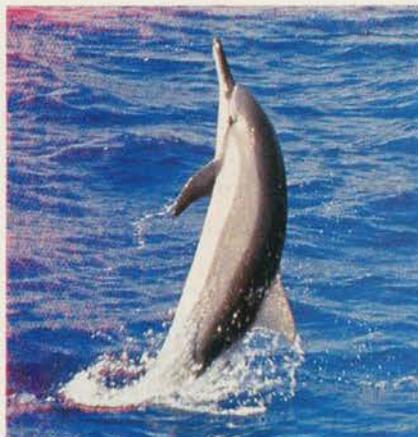


Figura 5. A coloração característica do golfinho rotador se distribui em *degradê* pelo seu corpo: a capa dorsal é cinza escura, uma faixa intermediária, cinza claro, e o ventre branco.



**Figuras 6 e 7. Os golfinhos rotadores estão entre os cetáceos que apresentam o padrão mais variado de acrobacias aéreas.**



**Figura 8. Golfinhos rotadores observados do mirante. Seus movimentos podem estar relacionados a variações sazonais da demanda de alimento, bem como a fatores ambientais.**



**Figura 9. Área onde os barcos têm autorização para navegar. As bóias indicam o trajeto permitido.**

podendo afetá-las ainda mais no futuro. As principais ameaças aos mamíferos marinhos incluem degradação do habitat, capturas acidentais e intencionais durante operações de pesca, redução dos recur-

sos alimentares e intenso tráfego de embarcações.

Os golfinhos rotadores são especialmente vulneráveis às perturbações de seu habitat. Como a enseada do Carreiro

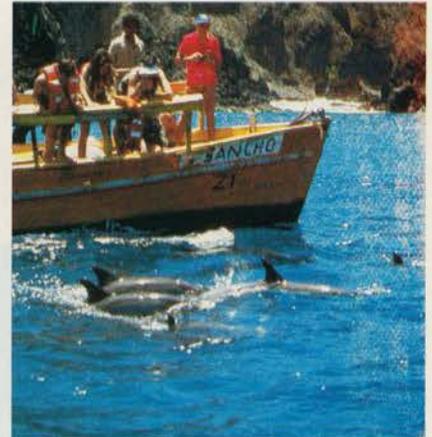
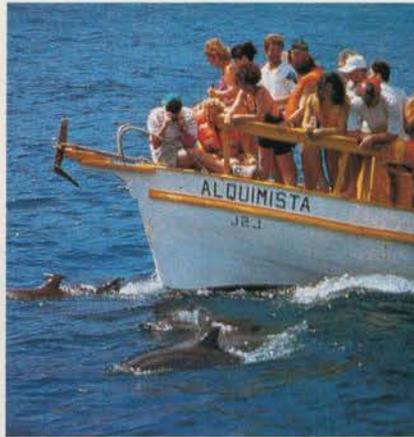
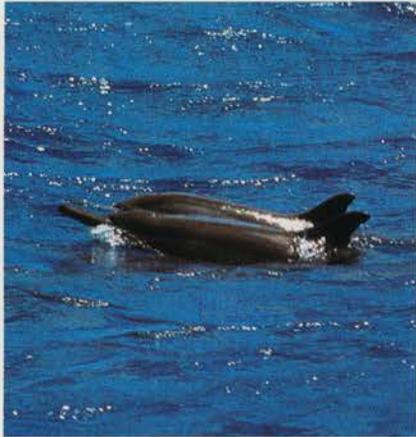
da Pedra significa para eles uma área de descanso, socialização, reprodução e criação dos filhotes, é fundamental que os efeitos desses distúrbios sejam avaliados. Um recente estudo sobre a interação golfinhos/turistas recomenda os procedimentos a serem adotados pelos ilhéus, pelos turistas e pela equipe do Parque Nacional Marinho para estimular um turismo em bases educativas.

Embora a principal área de concentração dos golfinhos rotadores esteja fechada à visitação, a água é um meio ideal para propagação do som, transmitindo-o muito mais depressa que o ar. Por sua vez, os cetáceos têm a audição extremamente eficiente, podendo ouvir e emitir uma gama de sons muito maior que a captada pelo ouvido humano. O nível de barulho proveniente do tráfego de barcos em frente à Baía pode lhes causar forte impacto acústico. A longo prazo, esse tipo de perturbação poderá interferir nos seus padrões comportamentais de reprodução e descanso, ou mesmo levá-los a abandonar a área.

De janeiro a fevereiro de 1993 e de julho de 1993 a março de 1994, foram realizadas 150 observações de ponto fixo no mirante da Baía dos Golfinhos, num total de quase 600 horas. Esse trabalho estabeleceu pela primeira vez registros concretos da atividade turística na enseada do Carreiro da Pedra nos dois últimos anos.

Durante o período de estudo, o número de barcos trafegando pela baía chegou a 17 por dia e os golfinhos estiveram presentes em 88,6% das observações. A interferência dessas embarcações foi caracterizada por dois padrões de reações: indiferença (45,6% dos casos) e reação positiva, quando os grupos de golfinhos se aproximavam para nadar na proa das embarcações (54,3%). Durante esse período, as embarcações passaram pela baía 1.362 vezes. Reações negativas, caracterizadas por fugas ou alterações no comportamento natural, não foram observadas.

Comparando as observações realizadas, pode-se dizer que o número máximo



Figuras 10, 11 e 12. Os golfinhos rotadores costumam aproximar-se das embarcações, nadando em suas proas.



Figura 13. A cooperação voluntária de ilhéus, visitantes e agências de turismo é fundamental para a conservação dos golfinhos rotadores em Fernando de Noronha.

de embarcações que trafegam por dia na baía aumentou em 1994. Aparentemente, esses cetáceos parecem habituados à presença humana no arquipélago. Mas, ainda que reações adversas e mudanças bruscas de comportamento não tenham sido detectadas, é fundamental monitorar a longo prazo a população de golfinhos rotadores de Fernando de Noronha, para determinar melhor os efeitos diretos e indiretos da atividade turística.

Algumas medidas preventivas foram determinadas pela autora deste artigo e implementadas em 1993, mas existe ainda muita dificuldade para colocá-las em prática. Os fiscais do Parque Marinho enfrentam a resistência, muitas vezes causada por ignorância, de alguns barqueiros e visitantes. Para diminuir esse problema, será iniciada neste verão uma campanha de

educação ambiental, incluindo palestras semanais, mostra de vídeos, caminhadas guiadas ao mirante da baía e distribuição de material didático com informações básicas sobre a bioecologia dos golfinhos rotadores, bem como sobre os procedimentos adequados para assegurar a conservação de *S. longirostris* e seu habitat. O objetivo da campanha é levar os visitantes e a comunidade local a compreender melhor a importância da Baía dos Golfinhos e as práticas conservacionistas ali desenvolvidas. Para isso, é fundamental a cooperação voluntária dos ilhéus, dos visitantes e das agências de turismo.

Considerando que 70% da área do arquipélago pertence ao Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, que as regiões insulares constituem ecossistemas frágeis, que há uma presença maci-

ça e diária de turistas na ilha, e que ainda não se conhece bem a influência das ações humanas sobre seus recursos naturais, torna-se também imperativo definir a capacidade de carga do arquipélago. Uma vez definida, ela deverá ser obrigatoriamente respeitada pelas agências de turismo.

Acreditamos que o turismo educativo desperta o interesse das pessoas e, se feito de forma racional e controlada, não oferecerá problemas graves para os golfinhos rotadores. A observação desses animais em seu ambiente natural desperta um envolvimento emocional muito forte. E esse é um dos primeiros passos para que se compreenda a necessidade de protegê-los e conservá-los.

A proteção e a conservação dos golfinhos rotadores é um processo dinâmico, envolvendo pesquisadores que têm um objetivo em comum. O uso das águas do arquipélago de Fernando de Noronha pelos golfinhos é muito importante para a comunidade, não só como atração turística e, portanto, retorno financeiro, mas sobretudo porque é um indicador da total saúde do ambiente marinho. É preciso garantir que não haverá mudanças irreversíveis contra os interesses de quaisquer dos seus usuários, sejam eles os golfinhos ou os homens.

**Liliane Lodi**

Fundação Boticário de Proteção à Natureza.



apresentam como principal constituinte uma proteína polifenólica, contendo em sua estrutura primária epetições de decapeptídeos e hexapeptídeos (figura 2). Essas seqüências de aminoácidos, assim como seu processo de obtenção, já se encontram devidamente patenteados, o que confirma o potencial de aplicabilida-

de que essa proteína encerra.

Considera-se muito provável que a capacidade adesiva da proteína adesiva do bisso – ou melhor, de sua proteína polifenólica – decorra da presença dos resíduos de 3,4-dihidroxifenilalanina (DOPA), os quais, sob ação do sistema enzimático fenoloxidase, seriam convertidos em qui-

nonas. Desde os anos 50 tem sido proposto que as quinonas, moléculas altamente instáveis, são capazes de formar ligações cruzadas com proteína e/ou outros polímeros naturais (ver 'O que são DOPA-proteínas').

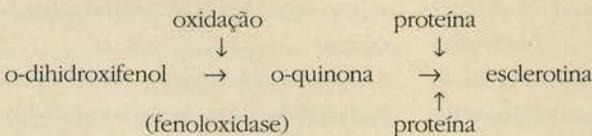
Materiais adesivos para aplicação em odontologia e medicina vêm desde há

### O que são DOPA-proteínas

As proteínas que contêm DOPA podem, do ponto de vista conceitual, ser comparadas aos pré-polímeros de resinas sintéticas, uma vez que os seus resíduos, quando oxidados a quinonas por ação do sistema enzimático fenoloxidase, são capazes de estabelecer uma rede polimérica, formando ligações cruzadas com proteínas e outros polímeros naturais.

O processo de formação dessas ligações cruzadas a partir de quinonas tem sido denominado de 'tanização', termo emprestado ao processo de manufatura de couros em que as peles são mergulhadas em taninos vegetais (fenóis condensados), para não se estragarem. Tanização equivale ao conceito de esclerotização de quinonas, proposto em 1940 por Mark Pryor, da Universidade de Cambridge (Inglaterra).

Na proposição original de Pryor, um o-dihidroxifenol seria oxidado à sua respectiva quinona, a qual, por sua vez, reagiria com aminoácidos de proteínas adjacentes, formando uma rede polimérica altamente resistente, a esclerotina. De modo esquemático, a proposição de Pryor pode ser assim representada:



A estabilização protéica resultante da tanização ou esclerotização de quinonas parece ser um fenômeno amplamente distribuído entre os seres vivos. Exemplos curiosos são encontrados no reino animal. O poliqueta marinho (*Phragmatopoma californica*) vale-se desse processo de forma engenhosa e peculiar. Esse anelídeo costeiro vive dentro de túneis cuja estrutura é reforçada por secreções que ele próprio produz, misturadas com restos de moluscos e areias. A estabilização dessa 'argamassa' resulta de um típico processo de tanização de quinonas.

As asas de insetos são um outro exemplo de como a tanização permite combinar leveza e resistência numa mesma estrutura. É entre os insetos que as vias metabólicas e os aspectos químicos da tanização foram melhor estudados. Outro proces-

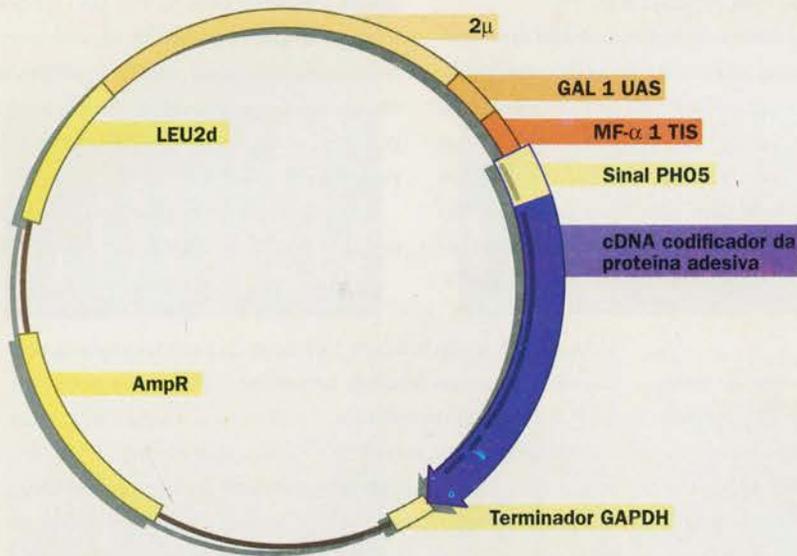
so bastante estudado é o de formação da parede dos ovos dos parasitas humanos *Fasciola hepatica* e *Schistosoma mansoni*.

Há vários anos estamos estudando a participação das DOPA-proteínas e, sobretudo, do sistema enzimático fenoloxidase na formação da parede dos ovos de *S. mansoni*. Considerando-se que esses ovos representam o evento básico para a patogênese da esquistossomose, é lícito supor que, compreendendo melhor os mecanismos moleculares envolvidos na formação das suas paredes, poderemos fundamentar novas estratégias de combate a essa importante parasitose humana.

Polipeptídeos contendo DOPA têm sido descritos em diversas outras espécies animais e bem caracterizados em algumas delas, quanto à composição e à seqüência de aminoácidos. A característica mais marcante desses polipeptídeos é a repetição de determinadas seqüências. Na figura 2, por exemplo, as seqüências representadas repetem-se de 75 a 80 vezes na proteína adesiva do mexilhão. Quanto à estrutura secundária das DOPA-proteínas, pouco é conhecido.

Durante estágio de pós-doutorado no National Institute for Medical Research (Mill Hill, Londres), Vanderlei Rodrigues, um dos autores deste artigo, trabalhando em colaboração com a equipe de Andrew Simpson, atualmente pesquisador do Instituto René Rachou (Belo Horizonte, MG), isolou um fragmento de ADN genômico (gene F10). A seqüência de aminoácidos da proteína presumivelmente codificada pelo gene F10 apresentou elevada taxa de tirosina. Várias evidências experimentais permitem inferir que essa proteína seja o principal precursor na formação da parede dos ovos de *S. mansoni*. Estruturas análogas parecem ocorrer na proteína adesiva do mexilhão e nas da teia das aranhas.

A respeito das seqüências repetitivas que caracterizam as DOPA-proteínas, pode-se dizer que cada uma delas, individualmente considerada, deve representar uma combinação de aminoácidos altamente eficiente para a formação de ligações cruzadas, conferindo resistência ou capacidade adesiva às proteínas onde estejam presentes. A repetibilidade representaria um fator aditivo ou multiplicador das propriedades inerentes a cada segmento.



**Figura 3. Vetor de levedura para expressão da proteína adesiva de mexilhão, contendo: origem de replicação do plasmídeo natural 2 $\mu$ , os elementos regulatórios da expressão gênica (GAL 1 UAS, MF -  $\alpha$  1 TIS), região iniciadora da tradução (sinal PHO5), região de término da tradução de glicerol-3-fosfato desidrogenase (GAPDH) de levedura, gene LEU2d como marcador para seleção em meio de cultura, gene AmpR para resistência a ampicilina.**

muito sendo pesquisados. Entre os adesivos biológicos, os derivados de fibrina são os mais tradicionais, porém estão longe do que poderia ser considerado ideal. As propriedades fundamentais esperadas de um adesivo com indicação médica e odontológica são: biocompatibilidade (que tenha baixa imunogenicidade e seja atóxico), boa aderência nas condições normais ou cirúrgicas e não-interferência nos processos normais de reparação de tecidos. A interação dessas propriedades tem orientado a pesquisa e a síntese desses materiais. Alguns trabalhos já realizados mostram que a proteína adesiva do mexilhão preenche satisfatoriamente tais requisitos.

Era óbvio que um composto com tamanho potencial de aplicabilidade não passaria despercebido aos sensores onipresentes da indústria biotecnológica: em 1986 a proteína adesiva extraída do mexilhão foi registrada comercialmente como Cell-Tak<sup>TM</sup> pela Biopolymer Incorporated, sediada em Farmington, no Estado de Connecticut, EUA.

Cell-Tak foi usada com sucesso, através de modelos experimentais *in vivo* para cor-

reção de perfurações da córnea e cirurgias oculares. Jeffrey B. Robin, da Universidade de Illinois (Chicago, EUA) e colaboradores mostraram que em cirurgias oculares realizadas em coelhos a utilização da proteína diminuiu o número de suturas, o que pode significar uma reabilitação mais rápida.

Comparando Cell-Tak com outras proteínas da matriz extracelular (laminina e fibronectina), Mary F. Noter, da Universidade de Rochester (New York, EUA), mostrou que a proteína do mexilhão é um substrato mais eficiente para agregação de linhagens celulares hipotalâmicas e de neuroblastomas. Trata-se de um resultado interessante, uma vez que a adesão celular a um substrato adequado é condição fundamental para uma resposta satisfatória aos fatores de crescimento e de expressão fenotípica.

O uso de Cell-Tak ainda é incipiente, uma vez que corresponde ao extrato bruto da proteína adesiva do mexilhão, de baixo rendimento e alto custo de obtenção. Alguns esforços têm sido feitos, sobretudo com o emprego de técnicas de biologia molecular, no sentido de otimizar e dar viabilidade comercial à sua produção.

R. L. Strausberg e R.P. Link, ex-pesquisadores da empresa de biotecnologia Genex, recentemente adquirida pela Enzon Inc. (ambas em Gaithersburg, Estado de Maryland), prepararam uma biblioteca de cADN a partir do ARNm de glândulas fenólicas de *Mytilus edulis* e identificaram seqüências codificadoras da proteína adesiva. O cADN foi clonado num vetor de expressão (figura 3), aliás já devidamente patenteado. Mesmo contendo seqüências e códons (trincas de bases de ADN, que determinam o aminoácido a ser inserido na molécula de proteína), que em geral não são intensamente expressos por *Escherichia coli* e leveduras, a proteína foi sintetizada de modo satisfatório nesses organismos.

A proteína 'engenheirada' apresentou peso molecular de 130.000, seqüências repetidas de hexapeptídeos e decapeptídeos muito semelhantes às patenteadas por Herbert Waite, exceto por não conter DOPA e exigir modificações pós-traducionais para apresentar propriedades adesivas. Essas propriedades foram obtidas por tratamento com tirosinase de cogumelo. A performance de adesão da proteína assim obtida foi testada *in vivo* usando um modelo de reparo de lesões em animais. O reparo na presença de adesão revelou-se normal.

Como se vê, o registro de patentes e a participação direta de setores da indústria química nas pesquisas evidenciam que o antigo 'caso' entre a biologia e o mexilhão já perdeu seu caráter meramente platônico e deverá resultar numa relação estável e duradoura. Quem viver verá.

**João Tadeu Ribeiro-Paes e Vanderlei Rodrigues**

Departamento de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP.

# A arma do futuro contra os cupins

*'Aventureiros' levam as iscas para dentro do ninho*

Fazer com que os cupins subterrâneos levem para dentro de seus ninhos iscas mortíferas, como há muito é feito pelas formigas, tem sido uma preocupação constante de alguns pesquisadores que estudam o inseto. Os cupins subterrâneos constituem uma das principais pragas em muitos países, inclusive no Brasil. Eles têm ninhos difusos no solo, mas geralmente se alimentam acima dele, consumindo madeira e derivados de celulose.

A alimentação dos cupins, ou térmitas, é um comportamento social: envolve a atividade de centenas ou milhares de indivíduos, coordenados por feromônios (odores que eles produzem e só eles sentem). Essas substâncias os estimulam a deixar o ninho e a se orientar na busca de alimento. Em verdadeiros batalhões, eles infestam prédios inteiros, subindo pelos conduites aos andares mais altos, destruindo batentes, rodapés, móveis, papéis e tecidos de algodão.

Estudos feitos em laboratório mostram que os cupins subterrâneos operários têm condições de avaliar o volume de uma determinada fonte de alimentos e decidir se a consumirá ou não. Situações experimentais indicam que eles mantêm uma taxa mínima de consumo de madeira mas, quando há um grande suprimento disponível, passam a se alimentar mais. A energia ingerida em excesso é canalizada para a reprodução, para a manutenção das castas dependentes e para a produção de alados, conhecidos popularmente como 'siriris' ou 'aleluias', que revoam para formar novas



**Cupim subterrâneo em madeira infestada.**

colônias de cupins.

A perda econômica causada por uma praga geralmente está na razão da sua densidade populacional: quanto maior o número de indivíduos, maior o prejuízo. Isto nem sempre é fácil de avaliar quando a praga – como é o caso do cupim subterrâneo – se oculta. Portanto, para combater esses insetos, é muito importante conhecer sua biologia e, principalmente, seu comportamento alimentar, pois se trata de 'vencê-los pelo estômago'.

Os processos tradicionais de prevenção ou eliminação dos cupins abusam dos inseticidas de solo e contaminam o meio ambiente, além de terem efeitos duvidosos. O aumento de número de pessoas conscientes da contaminação do ambiente por inseticidas e sua demanda por meios alternativos de controle das pragas tem contribuído para o incremento à pesquisa de novos métodos. Entre estes, as iscas parecem ser as mais eficientes armadilhas

a serem usadas num futuro bem próximo.

Nas décadas de 60 e 70, realizaram-se os primeiros testes com iscas para controle dos cupins. O ingrediente ativo, nessa época, era o mirex. A proibição do clordane, nos Estados Unidos, em 1980, despertou novamente o interesse por essa tecnologia. A idéia parece não apresentar defeitos: os cupins devem ser atraídos para as iscas, ingerindo-as. Essas iscas podem ser feitas com três diferentes ingredientes ativos: tóxicos de ação lenta, substâncias que alteram a fisiologia normal do inseto e agentes biológicos.

Os tóxicos de ação lenta agem sobre o estômago ou sobre o sistema nervoso dos cupins. As substâncias inibidoras da síntese da quitina interferem na muda do inseto (os cupins, de modo semelhante a outros insetos, necessitam formar uma nova 'pele' quando crescem, e esse processo é denominado muda. Essa 'pele' é formada por um material duro, a quitina). Os agentes de controle biológico são organismos vivos que atacam os cupins, como bactérias, fungos ou nematóides.

Dentro do ninho, milhares de cupins receberão concentrações letais do composto ativo das iscas, por sua alimentação direta das iscas ou via troca alimentar entre os membros da colônia. A grande mortalidade pode levar à extinção da colônia ou ao seu enfraquecimento, contribuindo para o abandono da estrutura infestada.

Depois do tratamento, é essencial que se faça um monitoramento das atividades

dos cupins nas vizinhanças. O risco de reinfestação é mínimo, pois a colônia, se não for extinta, ficará muito fraca. Ao contrário, com os processos tradicionais, que aplicam inseticidas diretamente na estrutura infestada, a colônia permanece vigorosa e pronta a reinfestá-la, se os cupins localizam uma brecha ou se houver degradação da barreira química.

Um aspecto positivo para o uso de iscas é a pequena quantidade de inseticida necessária. Enquanto nas aplicações convencionais centenas de galões de inseticida são usados no solo, calcula-se que, com as iscas, basta menos de 1 g para a colônia inteira. Além disso, porções não comidas de iscas podem ser removidas depois do tratamento, ficando a área totalmente livre de inseticida, exceto o que permanece no trato digestivo dos insetos mortos.

As pesquisas têm se direcionado para a supressão das populações de cupins subterrâneos (gêneros *Coptotermes*, *Heterotermes* e *Reticulitermes*), mas a tecnologia pode ser adaptada para cupins que infestam móveis, conhecidos como cupins de madeira seca.

Um desafio para os pesquisadores é como interceptar os cupins forrageiros,

isto é, os membros da colônia que saem para explorar e buscar novas fontes alimentares, aqueles que serão os portadores do veneno. As iscas para formigas e baratas têm sucesso porque se pode controlar o acesso delas aos alimentos e abrigos, deixando-lhes apenas a alternativa das iscas. No caso dos cupins subterrâneos, a isca vai competir com fontes de celulose disponíveis na natureza, e é impossível cercar o deslocamento dos cupins. Além disso, essas iscas não funcionam se estão muito distantes do seu 'alvo', e os cupins trabalham abaixo do chão, isolados das pistas voláteis. Isso não acontece com as formigas, que podem detectar feromônios ou odores de alimentos em um ambiente específico, como por exemplo, a cozinha de uma casa.

O maior obstáculo à implementação da tecnologia da isca é que conhecemos pouco os hábitos alimentares dos cupins e a dinâmica de suas populações. Em vista disso, o laboratório da dra. Barbara L. Thorne, na Universidade de Maryland, em College Park (EUA), vem se aplicando intensamente a dois tópicos, dentro da entomologia urbana (o estudo dos 'insetos da cidade'): a ecologia comportamental

dos cupins subterrâneos e a relação entre a biologia desses insetos e a implementação da nova tecnologia de controle.

Com a tecnologia disponível, as iscas muitas vezes permanecem meses no ambiente, antes de serem descobertas pelos cupins. Contudo, o 'tempo da descoberta' precisa ser rápido, pois os usuários não ficam satisfeitos com uma tecnologia que exija muitos meses para suprimir uma população de cupins.

É importante lembrar que a tecnologia da isca não é aconselhada na eliminação de cupins em ecossistemas naturais: não se pode esquecer que esses insetos têm papel fundamental na decomposição e reciclagem dos nutrientes, fatores essenciais para a vida.

**Ana Maria Costa Leonardo**

*Departamento de Biologia da Unesp (Rio Claro),*

*Universidade de Maryland (EUA) - Bolsista de Pós-Doutorado do CNPq.*

**Barbara L. Thorne**

*Departamento de Entomologia,*

*Universidade de Maryland, (EUA).*

# Morcego: uma vítima das superstições

*Pesquisa de opinião revela associação entre o morcego e a lenda do vampirismo*

A ordem dos quirópteros, à qual pertencem os morcegos, encerra a segunda maior diversidade entre os mamíferos da América do Sul. Com 167 espécies, é superada apenas pela dos roedores, que conta com 469 espécies. Apesar disso, os quirópteros são raramente citados em programas de conservação, ou mesmo incluídos em levantamentos faunísticos.

Nenhuma espécie de morcego foi citada na atual lista de animais brasileiros ameaçados de extinção. Entretanto, um número significativo de morcegos é sacrificado diariamente nos centros urbanos, em nome da superstição e da crença de que transmitam doenças, como a raiva. Enquanto isso, das 30 espécies européias de morcegos, oito estão ameaçadas de extinção, 15 são consideradas vulneráveis e quatro são raras.

Para que tal quadro não se repita no Brasil, é necessária a adoção de medidas preventivas, principalmente o esclarecimento sobre a importância dos morcegos como agentes polinizadores, dispersores de sementes e controladores de insetos, sobretudo nas áreas neotropicais (ver 'Flores pedem morcegos', *Ciência Hoje* nº 61).

Uma campanha com esse objetivo deve partir de um levantamento das principais dúvidas da população a respeito dos morcegos. Foi o que fizemos num *shopping center* do Rio de Janeiro, por ocasião da feira BarraJovem, evento destinado a adolescentes, para divulgação de novos produtos de esporte e vestuário, realizada em 1991.

Durante o período da feira, de 25 de outubro a 11 de novembro, monitores



**Close de um *Corollia Perspicillata*, frugívoro; espécie mais frequente no Brasil.**

treinados realizaram 523 entrevistas. Em cada entrevista eram feitas cinco perguntas e os adolescentes escolhiam a resposta que consideravam mais acertada entre cinco opções expostas num painel. Como o *shopping center* se localiza num bairro de classe média, a amostragem só abrangeu adolescentes considerados de médio a alto nível social e cultural. Do total de respostas, 21 foram descartadas, por não se adaptarem à faixa etária (9 a 16 anos) ou por permitirem resposta dupla.

A primeira questão enfoca a variedade de refúgios utilizados pelos morcegos, uma vez que é nos seus refúgios que esses animais ficam mais vulneráveis à destruição. Os morcegos utilizam grande variedade de refúgios diurnos: cavernas, ramos de árvores, superfícies inferiores de folhas, ocos de árvores etc. Nas áreas urbanas existem pelo menos seis espécies que comumente se refugiam em construções, sobretudo em telhados, onde podem causar alguns transtornos, como ruídos, odores desagradáveis, entrada eventual em cômodos.

A primeira questão foi "Os morcegos se refugiam em ...", sendo as opções, com o

percentual de respostas dadas: a) cavernas (21,6%); b) florestas (0,5%); c) árvores (3,4%); d) telhados (0,6%); e) mais de uma opção certa (73,9%). A opção correta é a última, escolhida pela grande maioria dos entrevistados.

Os morcegos têm hábitos crepusculares ou noturnos, fato que dificulta muito a observação detalhada de suas formas. Isso pode resultar em suposições errôneas quanto à sua classificação no maior

dos grupos zoológicos: alguns autores garantem que para muita gente é surpresa descobrir que os morcegos são mamíferos. Para testar essa afirmação, foi feita a segunda pergunta: "Os morcegos são...", com as seguintes respostas: a) insetos (0,2%); b) aves (2,8%); c) répteis (1,2%); d) mamíferos (90,0%); e) nenhuma das respostas (5,8%).

Únicos mamíferos com real capacidade de vôo, os morcegos representam um grande investimento parental, com baixa reposição populacional, isto é: o número de descendentes produzidos anualmente é pequeno e sua maturidade é tardia.

Na ordem dos quirópteros são reconhecidas atualmente 986 espécies, presentes em todas as regiões temperadas e tropicais do planeta. A terceira questão aborda esse aspecto: "Quantas espécies de morcegos existem no mundo?". As cinco opções foram: a) 1 a 250 (19,9%); b) 250 a 500 (18,9%); c) 500 a 750 (18,7%); d) 750 a 1.000 (23,1%); e) mais de 1.000 (19,3%). A amostragem leva a crer que as opções foram escolhidas ao acaso pelos entrevistados, pois todas as respostas estão muito próximas de 20%, permitindo concluir que esse dado é desconhecido do público.

A quarta questão tratou da alimentação dos morcegos. Estes apresentam a mais variada gama de hábitos alimentares, sendo conhecidas espécies insetívoras, carnívoras, piscívoras, nectarívoras, frugívoras, omnívoras e hematófagas. As opções foram: a) insetos (1,9%); b) néctar (1,6%); c) sangue (7,1%); d) frutas (6,9); e) mais de uma resposta certa (83,5%). É interessante notar que, embora as espécies mais frequentes em meio urbano apresentem hábito insetívoro e frugívoro, a hematofagia foi a característica mais citada.

Vale a pena ressaltar que cada espécie de morcego apresenta hábito alimentar diverso e apenas três das espécies conhecidas no mundo alimentam-se do sangue de mamíferos ou aves. Exceto por essas formas 'vampiras', todas as demais são de grande importância ecológica, graças a seus hábitos alimentares. As espécies insetívoras consomem diariamente grande quantidade de insetos nocivos ao homem, cerca de 50% de seu próprio peso. Aproximadamente 200 espécies de plantas dependem da polinização pelos morcegos, que carregam um número enorme de sementes até o local onde elas irão germinar.

Os mitos que cercam os morcegos, mais do que qualquer outro mamífero, foram o tema da quinta questão. Seria de esperar que as lendas sobre morcegos vampiros surgissem nos locais onde eles são encontrados, as Américas Central e do Sul. Entretanto, foi na Europa que surgiu o termo 'vampiro', o que a maioria dos entrevistados parece desconhecer. Eles

deviam completar a frase "A lenda do vampiro..." com as opções: a) originou-se do morcego (35,3%); b) surgiu na Europa (24,1%); c) só foi associada ao morcego vampiro no século XX (18,1%); d) é apenas em parte verdadeira (12,2%); e) nenhuma das respostas (10,4%).

Na lenda, os vampiros atacam pessoas durante a noite para obter sangue, adotando formas diversas, como cães, gatos, cobras, aves e morcegos. Só recentemente o morcego passou a ser citado como forma animal de pessoas atacadas de vampirismo. Foi com o romance de Bram Stoker, publicado em 1897, que a forma de morcego passou a ser associada ao vampirismo. Drácula, o mais famoso vampiro da literatura, foi inspirado no Conde Vlad, tirano romeno do século XV, portanto nascido



**Vampiro (*Desmodus Rotundus*), espécie encontrada na cidade do Rio de Janeiro.**

mais de 200 anos antes que os primeiros morcegos hematófagos fossem conhecidos no Novo Mundo, após o retorno dos conquistadores espanhóis à Europa.

Mas não é no mundo inteiro que os morcegos são associados a maus presságios: no Oriente, eles são um símbolo de boa sorte e de longevidade. No Egito e na Índia, foram considerados animais sagrados. Os índios amazônicos até hoje os utilizam como alimento. E o nome 'morcego' não tem qualquer conotação negativa: muito provavelmente é composto por *mus* (transcrição do latim para rato), *caecus* (cego) e *alatus* (alado), ou seja, 'rato cego alado'.

De posse dos resultados das entrevistas, concluímos dois pontos importantes: 1) a diversidade desse grupo é fato desco-



***Nictinomops Macrotyis*, espécie que se refugia em vôos de dilatação.**

nhecido do público, e 2) a grande divulgação da lenda do vampirismo, já associada à forma de morcego a partir do século XVIII, sustém a crença de que todos os morcegos são potencialmente hematófagos.

Uma campanha pela preservação dos morcegos não pode ignorar que a divulgação da diversidade na ordem dos quirópteros é dificultada pela biologia desses animais, em primeiro lugar porque seus hábitos são crepusculares e noturnos, e em segundo porque a grande maioria deles é de cor escura, o que dificulta sua observação. Além disso, são espécies que não costumam ser expostas em coleções didáticas ou zoológicas.

Um ponto fundamental é tornar conhecidos os hábitos alimentares dos morcegos urbanos, com insistência sobre sua importância como agente polinizador e dispersador de sementes. Sua grande eficiência na captura de insetos nocivos ao homem pode também suscitar grande interesse por parte do público-alvo.

Esclarecimentos a respeito do vampirismo, de forma a separar os fatos das crenças, são também oportunos. Afinal, o vampirismo faz parte da história do próprio homem, da arte e da literatura, e não pode ser esquecido. Entretanto, é importante enfatizar a inclusão tardia do morcego vampiro nessa história.

**Carlos Eduardo Lustosa Esbérard**

*Projeto Morcegos Urbanos,  
Fundação Jardim Zoológico da Cidade do Rio de Janeiro.*

FOTOS GENÍAS PELO AUTOR



***Phyllostominae*, espécie desaparecida das áreas de degradação.**

# COMPETÊNCIA PROFISSIONAL NASCE COM EDUCAÇÃO.

ART EXPRESS

Criatividade e participação total deixaram de ser atributos de gerência. A globalização da economia, com maior controle de qualidade e aumento da competição, exigem um trabalhador responsável por decisões e pela repercussão de suas atividades. O Programa de Educação para a Competitividade representa uma aliança inédita entre o setor produtivo e o sistema educacional de base.

FINEP



**Democratizando um ensino de qualidade.**

## Será que vai chover?

*Supercomputador do INPE dará maior confiabilidade à previsão do tempo no Brasil*

Desde 12 de novembro passado está em operação, no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), em Cachoeira Paulista, no interior de São Paulo, o supercomputador japonês SX3-12R, que dá ao Brasil condições de realizar previsões do tempo mais confiáveis, com antecedência de até cinco dias. Inaugurado pelo então ministro de Ciência e Tecnologia, José Israel Vargas, acompanhado de seu colega da Aeronáutica, Lélío Lobo, o supercomputador permitirá também que se conheça o clima do país com pelo menos três meses de antecedência. Com os novos equipamentos, o CPTEC tornou-se o mais avançado centro de pesquisa da área na América Latina.

"Agora o Brasil pode conhecer melhor seu próprio clima e contribuir para enfrentar o desafio da previsão climática", comemorou o ex-ministro de Ciência e Tecnologia. Graças ao CPTEC, será possível pre-

ver secas e inundações meses antes de sua ocorrência, o que possibilitará o planejamento de ações em diversas áreas, como agricultura, defesa civil, transporte e turismo.

O Centro, que faz parte do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sediado em São José dos Campos (SP), custou cerca de 40 milhões de dólares, pagos, segundo o ex-ministro Vargas, com recursos da privatização de estatais. Em média, serão gastos cerca de dois milhões de dólares para a manutenção da poderosa máquina, cuja capacidade de processamento é de 3,2 bilhões de operações por segundo.

Graças ao supercomputador, a equipe do CPTEC precisa de duas horas apenas para fazer previsões que, antes, com equipamentos menos sofisticados, levavam até 10 horas para serem feitas. "A previsão deve ser concluída e divulgada rapidamente para ter utilidade", disse o diretor do CPTEC,



**O supercomputador SX3-12R, instalado em Cachoeira Paulista (SP), permitirá que o Brasil faça previsões do tempo mais confiáveis.**

### Pastagem aumenta temperatura na Amazônia

Pesquisadores brasileiros e ingleses descobriram que o clima de áreas da floresta amazônica cuja mata foi substituída por pastagens se torna até 2,5°C mais quente e até 30% mais seco. Essa conclusão é um dos resultados das pesquisas do Estudo Anglo-Brasileiro de Observações do Clima da Amazônia (Projeto Abraços), desenvolvido desde 1990 pelo INPE e pelo Instituto Britânico de Hidrologia.

Cerca de 40 pesquisadores, incluindo estudantes brasileiros e 15 cientistas britânicos, participam do Abraços, que tem realizado observações em áreas de florestas e de pastagem em locais próximos a Ji-Paraná (Rondônia), Marabá (Pará) e Manaus. O custo do projeto é de aproximadamente 3,5 milhões de dólares, dos quais três milhões foram pagos pelo governo britânico.

Segundo o coordenador brasileiro do projeto, Carlos Nobre, embora pareça uma variação pequena, 2,5°C podem ser suficientes para influenciar o clima em outras partes do mundo. Os pesquisadores também obtiveram informações importantes sobre o ciclo do carbono.

Descobriram que em Ji-Paraná, pelo menos numa parte do ano, a floresta absorve mais carbono do que o libera na atmosfera. "Isso indica que a floresta amazônica pode ser um sorvedouro importante de carbono", comenta Nobre. Sempre se acreditou que a floresta é um sistema em equilíbrio, que absorve e libera carbono em quantidades iguais.

"Em Rondônia, isso não se confirmou, mostrando que as coisas podem não ser tão simples", disse Nobre. Na região observada em Ji-Paraná, a floresta ganha anualmente cerca de uma tonelada de carbono por hectare. São necessárias observações por períodos mais longos para que se saiba exatamente em que períodos do ano o fenômeno ocorre.

Carlos Nobre.

O Centro ocupa uma área construída de cinco mil metros quadrados, projetada especialmente para receber os equipamentos de supercomputação. Os prédios foram planejados para que possam ser ampliados em mais três mil metros quadrados e permitam a substituição dos equipamentos por outros mais modernos, sem que, para isso, seja preciso interromper as previsões.

O sistema de computação

deverá ser alimentado por informações dos satélites SCD-1, Meteosat e GOES, das redes de dados nacionais, coordenadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), da Organização Meteorológica Mundial e dos ministérios da Aeronáutica e Marinha. Além disso, o CPTEC se integrará a uma rede nacional formada por centros regionais.

Essa integração deverá garantir informações meteorológicas mais seguras, já que o

CPTEC trabalha com previsões globais e os centros se dedicam a acompanhar as características locais. O modelo numérico usado pelo CPTEC tem grau de resolução de 120 km, mais adequado para fenômenos de maior amplitude.

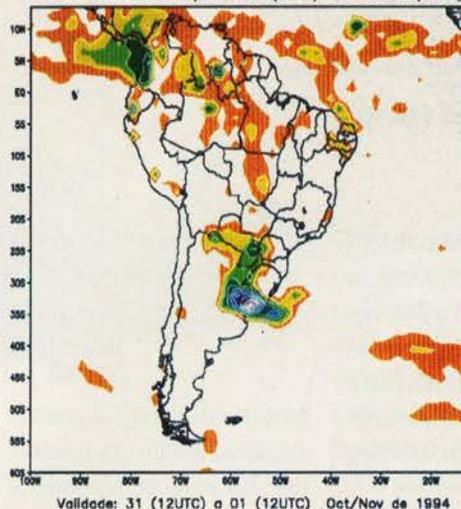
O CPTEC se dedicará especialmente a acompanhar o clima do Pacífico oriental da América do Sul e de parte do Atlântico. Mas, em cerca de 20% dos casos, poderá haver fenômenos de efeitos mais localizados, que meteorologistas e centros regionais, com resolução de menos de 20 km, terão melhores condições de identificar.

O modelo com que o CPTEC vai trabalhar não consegue representar bem as condições de tempo em áreas com relevo muito acidentado, como é o caso da Serra do Mar, onde há uma brusca elevação em menos de 20 km. "Em casos assim, é preciso que o meteorologista ajuste as informações que nós do CPTEC enviamos às que ele observa", explica Carlos Nobre.

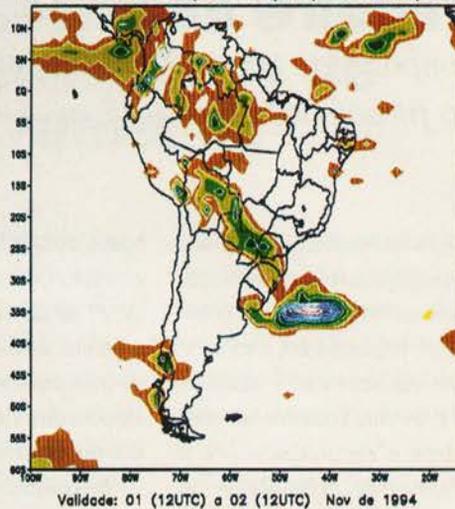
Meteorologistas do Inmet farão cursos de treinamento para aprender a analisar corretamente as informações transmitidas pelo CPTEC com base em modelos físico-matemáticos. "Não se faz previsão apenas com o computador. É preciso que os meteorologistas saibam avaliar o grau de confiabilidade das informações fornecidas", diz Nobre.

Ele espera que ainda no primeiro semestre de 1995 o CPTEC possa operar rotineiramente. Até lá, algumas dificuldades terão de ser superadas.

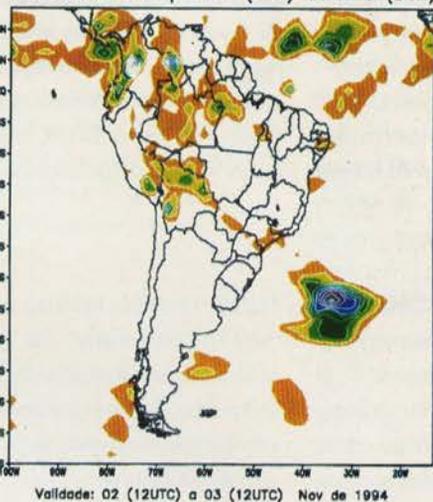
Previsão de Precipitação (mm) do NMC (36H)



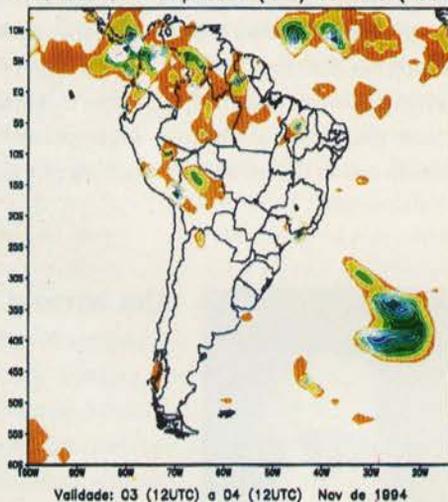
Previsão de Precipitação (mm) do NMC (60H)



Previsão de Precipitação (mm) do NMC (84H)



Previsão de Precipitação (mm) do NMC (108H)



**A seqüência mostra previsões quantitativas de chuva, de 31 de outubro a 5 de novembro de 1994, calculadas com base em modelo numérico de previsão do tempo, a partir das observações globais do dia 30 de outubro, à zero hora TMG (Tempo Médio de Greenwich). A previsão indica áreas de chuva moderada a intensa sobre a região Sul, entre 31 de outubro e 2 de novembro de 1994. A partir deste dia a previsão é de apenas núcleos isolados sobre São Paulo e Mato Grosso do Sul.**

Para que as previsões sejam feitas, o Centro precisa de dados globais, a serem repassados pelo Inmet. Mas o Instituto está desaparelhado para receber informações vindas dos EUA e retransmiti-las ao CPTEC.

Enquanto o Inmet não se aparelha, o Centro, para fazer previsões, usa informações recebidas por intermédio da rede de dados Internet. A saída é temporária, pois, além do

problema da confiabilidade, a Internet prioriza mensagens de curta duração. Com as previsões dessa fase inicial, os pesquisadores tentam estabelecer uma rotina operacional.

Mas a transmissão dos dados do CPTEC para os demais órgãos envolvidos no sistema de previsão meteorológica também não foi solucionada ainda. Está em processo de compra a linha da Embratel que será

utilizada para a comunicação com os ministérios da Aeronáutica e da Marinha. O sistema só estará operando plenamente quando houver uma linha direta entre todos os órgãos inter-relacionados.

**Margareth Marmori**

Ciência Hoje/Brasília, enviada especial a Cachoeira Paulista.

FIGURAS CEDIDAS PELO CPTEC/INPE

## Voltaire dura

*Simpósio de Ouro Preto mostra que as idéias do filósofo estão mais vivas do que nunca*

Não havia brasileiros presentes no prestigiado congresso internacional "Voltaire e seus combates", realizado em Oxford e Paris em setembro e outubro de 1994 para comemorar, com pompa e circunstância – e a presença de especialistas de dezenas de países –, os trezentos anos de nascimento do mais incensado filósofo da chamada Era das Luzes. Mas a data não passou em branco entre nós graças ao ativismo do recém-criado Centro de Es-

tudos do Século XVIII, em Ouro Preto (MG), que preparou, de 27 de novembro a 3 de dezembro, uma intensa semana de trabalhos em torno da vida e da obra do monumental pensador francês, nascido em Paris a 21 de novembro de 1694.

"Queríamos uma efeméride de grande ressonância nacional e internacional que pudesse, de alguma maneira, apresentar o Centro ao mundo, dar-lhe respeitabilidade internacional", declarou o filósofo Sérgio



*Voltaire*

Paulo Rouanet, côsul-geral do Brasil em Berlim (Alemanha), um dos mais entusiasmados membros do Centro e idealizador do Simpósio. Na opinião de Rouanet, "Voltaire é uma figura suficientemente significativa, seja para a Europa, para a América ou o Brasil, para justificar que dedicássemos a

ele um simpósio comemorativo dos 300 anos de seu nascimento".

Se há no Brasil uma cidade visceralmente ligada ao espírito voltaireano, esta é Ouro Preto, cujos homens cultos do século XVIII liam e conheciam Voltaire, muitos dos quais estiveram envolvidos no movi-



### Um homem de ciência

Embora a filosofia iluminista seja a vertente mais celebrada de Voltaire, seria puro reducionismo ignorar sua importância como escritor. Suas sátiras e epigramas são memoráveis; o poema épico *La Henriade* permanece um clássico freqüentemente esmiuçado por seus exegetas; suas peças são montadas até hoje, como *O órfão da China*, enorme sucesso entre os chineses em 1991, ou *Zaire*, que levou o público às lá-

grimas quando encenada em Paris e Fernay, em 1989. Na opinião de seu maior admirador no Brasil, o embaixador Sérgio Paulo Rouanet, suas novelas e contos constituem a parte mais permanente e mais bela de sua obra.

A importância do Voltaire historiador tem sido revista, não faltando quem veja nele o fundador da historiografia moderna, por ter deseuropeizado a história ao dedicar capítulos à Pérsia, à China, à Índia e até ao Brasil.

Mas, sem dúvida, sua face menos conhecida é a de homem de ciência, revelada no simpósio de Ouro Preto pelo físico

Márcio Quintão Moreno em sua conferência "Voltaire e a ciência newtoniana". As honras prestadas a Newton por ocasião de sua morte na Inglaterra, disse Quintão, certamente terão causado forte impressão em Voltaire, por exprimirem o respeito de toda uma nação pelo legado newtoniano, puramente intelectual.

Há quase um ano residindo naquele país, por força de um exílio, Voltaire estava entre os assistentes da extraordinária cerimônia de sepultamento de Isaac Newton, cujo corpo fora transportado por três duques, dois condes e o lorde chanceler da Inglaterra, após uma semana em câmara ardente, para ser enterrado na abadia de Westminster, em 4 de abril de 1727.

Pouco mais tarde, em 1733, já unido à matemática e astronoma Madame du Châtelet, encarregava-se de difundir a obra de Newton numa França ainda embevecida pela equivocada concepção cartesiana do universo. Seus estudos científicos, necessários à divulgação de uma obra revolucionária e difícil, acabariam por fazer de Voltaire um homem mais que interessado em ciência; fariam dele um militante da causa científica. A prova está no trabalho *Essai sur la nature du feu et sur sa propagation*, que integra suas *Obras completas*. Com esse ensaio Voltaire concorreu, juntamente com Madame du Châtelet e o matemático suíço Euler, a um concurso promovido pela Academia de Ciências da França, em 1738.

## Um Centro para o século XVIII

Criado formalmente em agosto de 1993, o Centro de Estudos do Século XVIII, dirigido pelo físico Ewaldo Melo de Carvalho, tem sua sede no antigo Palácio dos Governadores, onde hoje funciona a Escola de Minas de Ouro Preto. Embora seus objetivos sejam a geração e a difusão de conhecimentos sobre a sociedade e a cultura do Século das Luzes, o Centro preocupa-se também com os antecedentes e as conseqüências daquele período, bem como acolhe pesquisas e atividades plurais em filosofia, humanidades, artes, ciências sociais e políticas, ciência e técnica, integrando a interdisciplinaridade e a universalidade do saber e a contemporaneidade do passado.

No ciclo de conferências e debates sobre Voltaire, que efetivamente inaugurou o Centro de Estudos, foram apresentados onze trabalhos: "Voltaire hoje", Sérgio Paulo Rouanet (cônsul-geral do Brasil em Berlim); "Voltaire e a história", Afonso Carlos M. dos Santos (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais da UFRJ); "Voltaire e a ciência newtoniana", Márcio Q. Moreno (Departamento de Física da UFMG); "As luzes entre os poetas mineiros", Fábio Lucas (Departamento de História da UnB); "A tradição ilustrada e os direitos culturais", Fernando Corrêa Dias (Departamento de Sociologia e Antropologia da UFMG); "Cotidiano e solidariedade: vida diária da gente de cor nas Minas

Gerais do século XVIII", Julita Scarano (Departamento de História da Unesp); "Tolerância e o Novo Mundo: Voltaire diante do desconhecido", Estêvão C.R. Martins (Departamento de Filosofia da UnB); "O ingênuo de Voltaire", Luiz Fernando B. Franklin de Matos (Departamento de Filosofia da USP); "Voltaire e a opinião pública: a relação Voltaire e Rousseau", Milton M. do Nascimento (Departamento de Filosofia da USP); "Voltaire: a sátira da tolerância", Roberto Romano (Departamento de Filosofia da Unicamp); "Imagens da América na obra de Voltaire", Maria das Graças do Nascimento (Departamento de Filosofia da USP).

Na sala de exposições da Casa dos Contos, esteve em exibição durante o simpósio a mostra "Iconografia e textos de e sobre Voltaire" e, no Museu da Inconfidência, a exposição "Documentos originais sobre a Inconfidência Mineira". Na Sé de Mariana, a 10 km de Ouro Preto, a concertista Eli-sa Freixo apresentou peças do século XVIII para órgão e, no Centro Cultural da mesma cidade, o grupo de teatro da Universidade Federal de Ouro Preto encenou

uma adaptação para o palco da mais conhecida obra de Voltaire, a sátira *Candide*, "uma obra-prima do espírito humano", na opinião do embaixador Sérgio Paulo Rouanet. Para ele, *Candide* será lido enquanto houver humanidade.

**Fac-símile de uma carta de Voltaire em que ele faz uma descrição, cheia de equívocos, sobre a natureza e os costumes do Brasil. Os originais, comprados por Catarina, a Grande, da Rússia, estão depositados na Biblioteca Imperial de São Petersburgo. Trata-se da primeira versão do capítulo "Do Brasil", que apareceria em 1756 na obra *Ensaio sobre os costumes*.**

mento que culminou com muitas prisões e o esquarteramento do Tiradentes. Para uma população subjugada a um poder absoluto metropolitano e a uma tirania local fundada no arbítrio político e no obscurantismo religioso, era evidente que a obra do filósofo tinha relevância imediata. Afinal seu pensamento crítico, cultivado numa França entorpecida pelo fanatismo religioso e pelo despotismo de sua realeza, lhe custaram perseguições e exílios. Irreverente, inconformado,

anticlerical e, sobretudo, defensor absoluto da supremacia da razão sobre o instinto, Voltaire sempre encarnou o mais vivo ideal de liberdade.

"Mas que Voltaire está sendo celebrado hoje?", indagou



**Voltaire sentado numa poltrona. Silhueta de Jean Huber.**

Rouanet na conferência de abertura do Simpósio. "É um Voltaire morto, como na sensual estátua de Hudon, em que ele aparece nu aos 80 anos, ou um filósofo vivo, cujo pensamento pode ainda influenciar

nosso presente?" Para responder sua própria pergunta, ele recorreu ao poeta Paul Valéry, que, 50 anos atrás, quando a II Guerra Mundial ainda estava em curso e parte da França continuava ocupada, fez um discurso na Sorbonne para comemorar o mesmo acontecimento que ora celebramos: o nascimento do filósofo.

"Valéry não hesitaria em responder minha pergunta retórica", disse o embaixador. Para o poeta, não se tratava de homenagear uma estátua, mas

de convocar um companheiro de armas. Voltaire morreu em 30 de maio de 1778, mas o campeão da dignidade humana estava mais vivo do que nunca. "Voltaire vive, Voltaire dura", disse Valéry. "Ele é indefinidamente atual e por isso é chamado para a luta contra a barbárie nazi-fascista, para empunhar mais uma vez a bandeira da justiça e da liberdade, espezinhasdas pela mais homicida das guerras." "Mais que nunca precisamos de um Voltaire à altura de um mundo incendiado, capaz de maldizer o enorme crime que se perpetra sob nossos olhos", concluía Valéry, para quem a atualidade do filósofo estava em seu combate em prol do homem num momento em que os crimes contra a humanidade tinham atingido um novo e mais trágico patamar.

Ao declinar minuciosamente os males que afligem o Brasil deste fim de século – a pobreza, o analfabetismo, a injustiça, a discriminação contra minorias, "a pena de morte não-oficial contra meninos de rua e marginais adultos, falsos ou verdadeiros, executados por criminosos escondidos em órgãos públicos", entre inúmeras outras mazelas –, Rouanet reeditou o discurso inflamado de Paul Valéry ao invocar o espírito iluminado de Voltaire para combater a exacerbação, hoje em dia, do fanatismo, da tirania, da injustiça, da miséria e da violência.

### Roberto Barros de Carvalho

Ciência Hoje/Belo Horizonte, enviado especial a Ouro Preto.

## Uma nova visão do Sol

*Observações feitas durante o último eclipse devem revelar imagens tridimensionais da coroa solar*

Em breve serão construídas imagens tridimensionais da coroa solar, uma região tênue e azulada só vista quando o Sol é eclipsado pela Lua. Isso será possível graças aos dados recolhidos por meio de um método inédito, a polarimetria, durante o eclipse total ocorrido no último dia 3 de novembro. O fenômeno mobilizou o Sul do Brasil e, diante de um céu sem nuvens, emocionou astrônomos e leigos vindos de todas as partes do mundo.

As informações que vão permitir a construção de um Sol em três dimensões foram obtidas por cientistas da Universidade de São Paulo (USP), do Instituto de Astrofísica de Paris e do Instituto Izmiran, da Academia de Ciências da Rússia. "Esse e outros experimentos vão permitir avanços significativos na compreensão da atmosfera solar", disse Oscar Matsuura, pesquisador da USP que presidiu a Comissão Executiva Eclipse 1994, da Sociedade Astronômica Brasileira.

A comissão reuniu cerca de 35 cientistas brasileiros e estrangeiros nas cidades de Criciúma e Chapecó, em Santa Catarina, onde o eclipse foi total. Entre as instituições que participaram dos estudos estavam o Observatório Astrofísico de Abastumani, da Geórgia, o Instituto Sternberg, da Universidade de Moscou, o Observatório Central da Es-

lováquia, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Universidade Federal Fluminense, o Museu de Astronomia e Ciências Afins, a Universidade Estadual de Londrina, o Observatório do Valongo, a Universidade Federal do Rio de Janeiro, além da USP e do Instituto Izmiran.

Foram 15 experimentos coordenados pela Comissão Executiva Eclipse 1994, com previsão de troca de dados entre os pesquisadores, inclusive de informações sobre eclipses anteriores. Nas duas cidades, nas quais o fenômeno ocorreu com 10 minutos de diferença, foram observadas as mesmas estruturas do Sol através de métodos idênticos, para permitir o estudo da dinâmica dos fenômenos solares.

Além disso, vários experimentos mediram, por métodos diferentes, os mesmos parâmetros. "Os astrônomos ainda não sabem se determinados fenômenos são reais ou foram produzidos pelos instrumentos", explicou Matsuura, enfatizando que "as observações conjuntas e o cruzamento de dados vão permitir uma análise mais global do Sol".

Um fenômeno que os pesquisadores querem entender é a altíssima temperatura da coroa solar, que chega a dois milhões de graus centígrados,



**Em um céu sem nuvens, o eclipse total do Sol do dia 3 de novembro passado comoveu astrônomos e leigos.**

ao passo que a da superfície do Sol é de aproximadamente seis mil graus centígrados. "Não se sabe ainda que mecanismos físicos produzem esse superaquecimento", afirma Rute Trevisan, da Universidade Estadual de Londrina, responsável, do lado brasileiro, por um dos experimentos realizados em colaboração com o Observatório Astrofísico de Abastumani para desvendar o mistério.

Na opinião de Matsuura, uma área em que o Brasil está à frente dos países que colaboram nesses experimentos é a de tratamento digital de imagens, feito no Instituto Astronômico e Geofísico da USP. "As análises das variações nas imagens ali são feitas hoje com muita rapidez e precisão", relata o astrofísico.

Nesse eclipse, os astrônomos observaram o raio coronal, uma estrutura de aproximadamente 3,5 milhões de quilômetros (cerca de cinco raios solares) que pôde ser vista também, a olho nu, pelos leigos. "Só essa estrutura rende

assunto para estudarmos durante o resto de nossas vidas”, brincou Matsuura.

Segundo ele, só no final de 1995 serão apresentados os resultados das observações do último eclipse. Mas ele adianta que, como se esperava, o Sol estava “calmo”, isto é, na fase mais reduzida do ciclo de atividades, em que ocorrem poucas explosões. Ao contrário, no eclipse observado em 1991, no Amazonas, o Sol estava no auge de suas atividades. A comparação dos dados obtidos nos dois eclipses deverá ajudar os pesquisadores a entender melhor o comportamento do Sol.

Outros grupos de estudo, não vinculados à Comissão Executiva Eclipse 1994, também observaram o fenômeno. Um deles concentrou-se nas alterações do campo magnético e reuniu pesquisadores do Observatório Nacional, do Rio de Janeiro, da Universidade Autônoma do México e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, com o apoio da Fundação Universidade de Criciúma e da Prefeitura dessa cidade catarinense.

Um dos objetivos desse trabalho é entender como se comporta a camada E da ionosfera, localizada a 100 km da Terra. Os pesquisadores acreditam que durante o dia os raios solares incidem sobre os átomos que ali se encontram, provocando uma ionização: elétrons são arrancados dos átomos, gerando correntes elétricas que produzem um aumento do campo magnético medido no solo. À noite, há uma recombinação de elétrons e íons, formando novamente átomos neutros.

“Um processo semelhante, ocorre durante o eclipse, só que de forma brusca”, afirma Luiz Muniz Barreto, do Observatório Nacional. No último eclipse, os pesquisadores observaram que o campo magnético começou a cair rigorosamente no início do fenômeno. Depois, houve uma queda abrupta, que pode estar relacionada ao fato de, naquele momento, a Lua ter encoberto uma parte muito ativa do Sol. Mantendo uma simetria, o campo magnético voltou a subir quando a Lua saiu da frente daquela região do Sol.

### Comportamento caótico

A hipótese de que certos animais e vegetais apresentariam um comportamento caótico durante o eclipse total foi confirmada por uma equipe multidisciplinar de cientistas, reunindo físicos, astrônomos, biólogos e geógrafos. Observando a fauna e a flora do Parque Nacional de Foz do Iguaçu, no Paraná, eles constataram comportamento caótico entre os andorinhões das cataratas. Esses animais, que saem ao amanhecer e retornam a seus abrigos quando anoitece, sempre em grupos organizados, recolheram-se durante o eclipse, saindo caoticamente tão logo clareou.

Fato semelhante ocorreu com a conhecida dama-da-noite, cujas flores se abriam quando a Lua cobriu o Sol, simulando a noite. No auge do eclipse, elas se abriam e fechavam rapidamente, exibindo comportamento caótico.

Os parâmetros mais importantes para modelar matematicamente esse comportamento não-linear – luminosidade, temperatura e umidade – foram registrados pela equipe de cientistas que comandou as experiências e, em breve, devem constar de trabalhos a serem publicados em revistas especializadas.

No entanto, minutos após o fim do eclipse, o campo magnético inesperadamente voltou a cair. “Ainda não sabemos a causa dessa queda; pode ser até um fenômeno particular da região de Criciúma”, disse Barreto, que acredita ter alguns resultados até fevereiro deste ano. “Esse tipo de estudo que fizemos é importante para a pesquisa espacial e para a transmissão de ondas de rádio”, explicou Muniz Barreto.

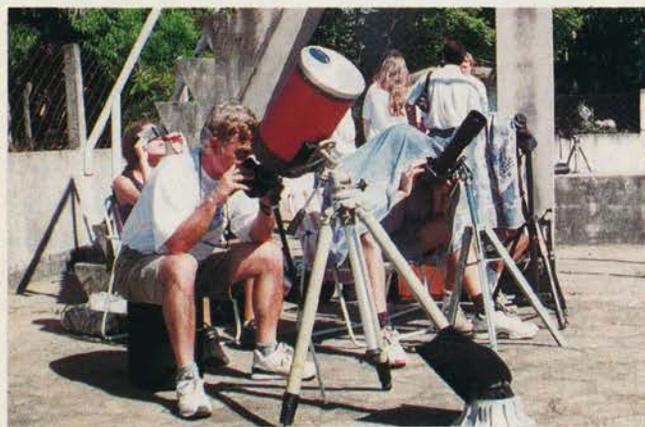
Em um estudo complementar ao da variação do campo magnético, Marcocede Rangel Nunes, do Observatório Nacional, Ricardo Zanon, Ana Hachemberg e Ivani Lawall, da Faculdade de Engenharia de Joinville (SC), mediram a velocidade do vento, a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa do ar. No período de totalidade do eclipse, a ener-

gia solar global chegou a níveis noturnos e a temperatura caiu três graus.

Em Foz de Iguaçu, pesquisadores do Parque de Aves, com a colaboração da Universidade Federal do Paraná, observaram que, quando a Lua começou a entrar na frente do Sol e o céu escureceu, muitas aves se comportaram como se estivessem no final da tarde: o canto era desse período do dia e muitas procuraram abrigo. Durante os quatro minutos de eclipse total, as aves diurnas interromperam suas atividades e o silêncio foi quase total. Já as aves noturnas saíram da inatividade. Ao clarear, elas retomaram suas atividades normais.

### Luísa Massarani

Ciência Hoje/RJ,  
enviada especial a Criciúma.



Para ver o eclipse, valia tudo: de vidro de soldador a câmeras fotográficas e lunetas.

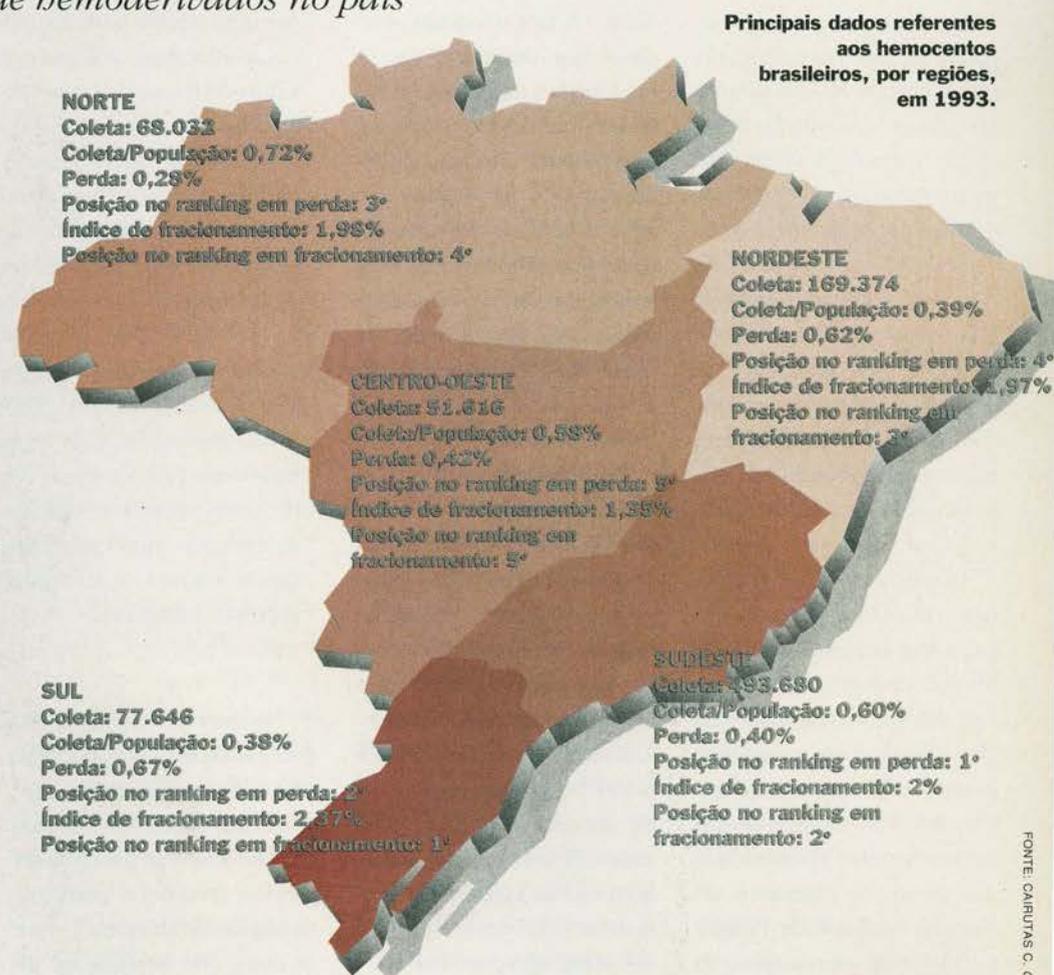
# Muito sangue derramado

*Pesquisa radiografa captação de sangue e produção de hemoderivados no país*

Mesmo considerados oásis de eficiência, se comparados às demais instituições de saúde pública brasileiras, os serviços de sangue estaduais ainda precisam trabalhar muito para transformar uma dura realidade: capta-se muito pouco sangue e ainda se desperdiça boa parte do que é coletado. A constatação é da bioquímica Cândida Mendes Cairutas, que, em 1993, estudou a situação dos 26 hemocentros do país. Os dados colhidos serviram de base para a monografia *Otimização das unidades de sangue coletadas nos serviços públicos do Brasil*, apresentada no I Seminário de Hemofilia do Nordeste, realizado nos dias 28 e 29 de novembro passado, em Recife.

Embora a Organização Mundial de Saúde estabeleça em 3% da população o número ideal de doadores, atingir a meta de 1% é mais compatível com o quadro de subdesenvolvimento predominante na maior parte do país. No entanto, a captação só chega a 0,5% da população: 769.748 bolsas em 1993.

De acordo com a pesquisa, o universo de doadores brasileiros é basicamente constituído por homens, em torno de 90%, com escolaridade concentrada no primeiro grau (cerca de 50%), oriundos, predominantemente, das classes C e D. Isso, por si só, já revela um



quadro de perdas. Para Cândida Cairutas, uma das primeiras providências a serem tomadas para atingir a otimização desse serviço, seria a mudança do perfil do doador.

O caminho é investir em campanhas que possam atrair as mulheres e pessoas de melhor nível sociocultural. Segundo a pesquisadora, as empresas, em geral, abrem suas portas para as ações de recrutamento de doadores. Mas quem efetivamente doa são os empregados. "Nunca se vê um homem de diretoria ou deten-

tores de cargos elevados doando sangue, servindo de exemplo", critica Cairutas. A captação de sangue nas classes mais abastadas garantiria um produto de melhor qualidade, uma vez que são pessoas que se alimentam bem, além de serem mais esclarecidas quanto a hábitos de higiene e prevenção.

A intenção de se captar mais doações de mulheres justifica-se porque, "em decorrência dos padrões culturais de nossa sociedade, a mulher brasileira é mais resguarda-

da e conservadora do que o homem em sua sexualidade, comportamento que induz a uma menor incidência, no sexo feminino, de doenças transmissíveis pelo sangue, a exemplo da sífilis e do vírus HIV", explica.

Outra providência seria captar os doadores de reposição. Estes prevalecem em 50% sobre os voluntários (49,8%). "A diferença é que o doador de reposição só comparece ao serviço de coleta para atender a uma necessidade de alguém próximo, ou seja, doa para pa-

FORTE: CAIRUTAS C. OTIMIZAÇÃO DAS UNIDADES DE SANGUE COLETADAS NOS SERVIÇOS PÚBLICOS DO BRASIL (1993).

rentes ou amigos que precisam se submeter a algum tipo de intervenção cirúrgica", justifica a hemopesquisadora.

O acondicionamento e a realização de testes sorológicos também se revelaram falhos em algumas unidades de saúde. Ainda existem serviços de sangue fazendo coletas em frascos de vidro", afirma Cairutas. Segundo ela, essa prática é totalmente errônea, uma vez que o vidro não permite a troca gasosa, oxigenação das células e eliminação de gás carbônico. Isso aumenta consideravelmente a perecibilidade do produto. É urgente o aporte de recursos para que todos os serviços substituam os frascos de vidro por bolsas plásticas (importadas ou nacionais de boa qualidade) e adquiram kits (todos importados) para a realização de exames de sorologia e compatibilidade de grupo sanguíneo.

Mas, de acordo com o estudo, o ponto mais crítico de todo o processo de captação reside no fracionamento. Fracionada, cada unidade de sangue pode transformar-se em, pelo menos, duas unidades e meia, isso em relação aos componentes. No Brasil, entretanto, cada unidade não chega a

duas, em média. "Das 26 instituições públicas pesquisadas, 42% apresentam um índice de aproveitamento inferior a 1,5. Só os hemocentros de Santa Catarina, Amazonas e Pará apresentaram um rendimento superior a 2,5", diz a pesquisadora.

Cairutas chama também a atenção para a necessidade de se fazer um trabalho de esclarecimento junto à classe médica, para que se evitem perdas por erro de indicação. "Esse ponto requereria um estudo mais aprofundado, mas a desinformação sobre a melhor utilização do sangue, seus componentes e derivados é uma realidade que não se pode omitir", afirma.

### Comparando resultados

Os resultados obtidos em cada hemocentro do país revelam algumas particularidades. São Paulo, por exemplo, com 245.380 bolsas coletadas, é o estado que mais recrutou doadores em 1993. Isso, no entanto, é pouco em relação à sua população, de aproximadamente 33 milhões de habitantes. Foram sete os estados que revelaram mais eficiência que São Paulo na relação Doador x População. Com uma coleta

de 5.065 bolsas para uma população de 267.266 habitantes, o Amapá apresentou o melhor rendimento: 1,9%. Crítica é a situação do Rio Grande do Norte e de Tocantins, cujas coletas não representaram sequer 0,1% de sua população.

No que diz respeito ao fracionamento, é em Santa Catarina que se verifica o melhor aproveitamento. Para uma coleta de 9.527 bolsas, foram produzidos 30.514 de componentes, o que resulta num índice de fracionamento de 3,2. Amazonas (2,67) e Pará (2,51) também possuem bons índices de fracionamento. Ceará (2,46) e Pernambuco (2,45) estão em situação intermediária. Os demais estados precisam melhorar muito, uma vez que multiplicação de sangue inferior a 2,5 é sinal de grandes perdas, além de revelar uma prática há muito abolida na medicina, a transfusão de sangue total.

### Sangue, produto múltiplo

Já houve um tempo em que a doação e, sobretudo, a transfusão eram consideradas práticas de risco. Hoje, além de segura, a transfusão é específica. O paciente só recebe o

componente ou derivado sanguíneo de que necessita.

Além de ser fracionado em quatro componentes (concentrados de hemácias e plaquetas, crioprecipitado e plasma), o sangue ainda é matéria-prima para uma série de produtos industrializados: albumina humana, gamaglobulina, cola biológica, PPSB, superóxido dismutase e catalese, além de sete fatores de coagulação. Esse tipo de fracionamento do plasma só é praticado em Pernambuco, São Paulo e Brasília, nestes dois últimos em pequena quantidade.

A defasagem brasileira com relação aos produtos industrializados a partir do plasma é enorme. O que sai da Fundação de Hematologia e Hemoterapia de Pernambuco (Hemope) representa apenas meia tonelada das sete requeridas pelo país. Segundo Cândida Cairutas, responsável pela Diretoria de Processamento Industrial do Plasma da Fundação Hemope, só com fator VIII a albumina humana (20%), gastam-se mais de 100 milhões de dólares por ano. Metade desse valor seria suficiente para a construção de três unidades de produção de hemoderivados nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste e tornar o país auto-suficiente no setor. "Todo esforço para a captação de novos doadores será inócua se o país não tiver condições de processar todo o sangue coletado", justifica Cairutas.

**Equipamentos utilizados na produção de albumina humana na Fundação Hemope.**



FOTO CEDIDA PELA FUNDAÇÃO HEMOPE

## Espionagem química

*Feromônios são usados para atrair inimigo natural do percevejo da soja*

Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), estão se aproveitando da espionagem química entre os insetos para combater a principal praga da soja. Eles estudam o uso de feromônios para atrair vespínhas capazes de impedir a proliferação do percevejo que ataca essa cultura.

Se as experiências derem certo, a agricultura brasileira poderá começar a livrar-se dos cerca de quatro milhões de litros de inseticidas usados



**Ninfas e indivíduos adultos (com asas verdes) do percevejo *Nezara viridula* se alimentando da soja.**

anualmente para combater os percevejos. Feromônios são compostos químicos voláteis, por meio dos quais os indivíduos de uma mesma espécie se comunicam (ver 'Feromônios no controle de pragas', em *Ciência Hoje* nº 60).

O percevejo macho da família dos pentatomídeos usa um feromônio para atrair a fêmea para acasalamento. Mas sua mensagem química pode ser 'interceptada'. Certos microhimenópteros conseguem reconhecer os sinais químicos emitidos pelo percevejo e interceptá-los em seu benefício. As vespínhas, por exemplo, furam os ovos do percevejo para fazer sua postura, matando-os e impedindo a reprodução do predador da soja.

"Os microhimenópteros estão sendo reconhecidos como um meio eficiente no controle biológico do percevejo, que causa danos irreversíveis à planta", diz o pesquisador Miguel Borges, responsável pelo projeto. O percevejo suga os grãos da soja, cuja qualidade e rendimento ficam afetados em virtude da diminuição da quantidade de proteínas e óleo.

Miguel Borges e sua equipe tentam sincronizar a chegada das vespínhas à plantação com a época de postura do percevejo. Em condições naturais, a vespínha procura a plantação de soja atraída pelo feromônio do percevejo e só parasita seus

ovos depois que a praga já se espalhou pela plantação e já é tarde para impedir os prejuízos. "Quando o inimigo natural chega, o estrago econômico já foi feito", diz Miguel.

Como as vespínhas adultas se alimentam de néctar, a idéia é atraí-las com feromônio sintético para a plantação na época da floração, quando elas terão alimento garantido para

– no caso, a vespínha – ressonde", diz Miguel. Ela pode se sentir atraída só pelo feromônio ou por sua associação com outros odores, como o cheiro da soja. Pode até ser que o odor irresistível para a vespínha seja resultado da mistura de feromônio com um tipo de cola que mantém os ovos do percevejo grudados uns nos outros.



**A vespínha *Trissollus basalis* parasitando ovos do percevejo *Nezara viridula*.**

se manter até que os percevejos ponham seus ovos. Os alvos principais do estudo da equipe do Cenargen são os percevejos marrom (*Euschistus heres*) e verde (*Nezara viridula*), que estão entre os mais comuns e prejudiciais à sojicultura.

*N. viridula*, popularmente chamado de maria-fedida ou fede-fede, é muito encontrado na região do Distrito Federal. Contra ele, os pesquisadores pretendem usar a vespínha *Trissollus basalis*. Contra o percevejo marrom será usada a vespínha *Telenomus pedisi*.

O desafio agora é chegar à dosagem adequada do composto sintético para atrair as vespínhas. "Precisamos saber exatamente a que o parasitóide

Os pesquisadores esperam chegar ao feromônio sintético depois dos testes de campo, que deverão levar em conta variáveis como o vento e a chuva. A expectativa é de que até abril de 1995 sejam realizados dois testes de controle do percevejo com as vespínhas atraídas artificialmente.

Com o apoio do CNPq, o Cenargen desenvolve esse projeto em parceria com as universidades de Viçosa (MG), de São Carlos (SP), Estadual do Norte Fluminense (RJ) e com o Centro Nacional de Pesquisa da Soja, da Embrapa, sediado em Londrina (PR).

**Margareth Marmorì**  
Ciência Hoje, Brasília.

# Prêmio para 'coração inchado'

Imunologista do InCor dá pistas para tratamento da cardiopatia chagásica crônica

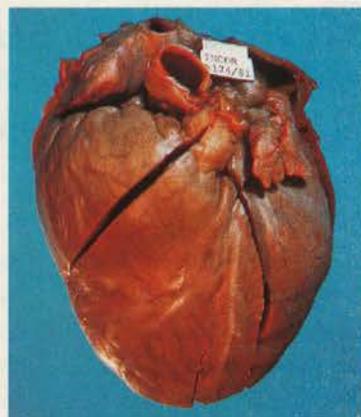
Por seu trabalho sobre os efeitos do *Trypanosoma cruzi* no coração, o imunologista Edécio Cunha Neto, do Instituto do Coração (InCor), do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, recebeu o prêmio Roche de incentivo à Pesquisa de 1994. O resultado de suas investigações, feitas no InCor como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em imunologia pela USP, abre perspectivas importantes para o tratamento da cardiopatia chagásica crônica, doença pro-

vocada pelo aninhamento do *T. cruzi* nas fibras cardíacas, popularmente conhecida por 'coração inchado'.

Nesse trabalho, Cunha Neto mostrou a existência de semelhanças químicas entre o protozoário causador da doença de Chagas e a principal proteína do coração, a miosina. "Ao identificar erroneamente a miosina como um componente do *T. cruzi*, os anticorpos do sistema imunológico do doente atacam ambos, comprometendo as fibras cardíacas", diz o

pesquisador. Há 10 anos trabalhando na área, ele finalmente conseguiu demonstrar em laboratório que linfócitos T isolados do coração de pacientes com cardiopatia chagásica são capazes de confundir regiões presentes na proteína B13 do *T. cruzi* com regiões semelhantes da miosina cardíaca, atacando-as indistintamente.

Para a médica Sílvia Brandalise, membro do comitê que julgou os trabalhos, a pesquisa de Cunha Neto permite en-



Cardiopatia chagásica crônica.

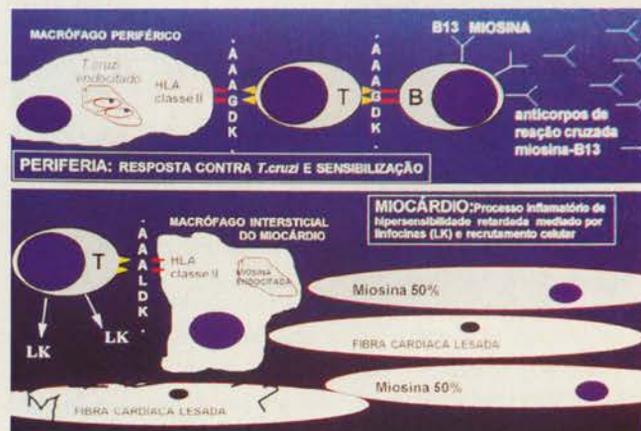
milhões de infectados pelo *T. cruzi* na América Latina (única região do mundo onde ela se manifesta), metade dos quais se encontra no Brasil. A doença de Chagas tem um alto índice de mortalidade, em decorrência principalmente de complicações cardíacas, que

## Roche premia talentos

Concedido a cada dois anos, o Prêmio Roche à Pesquisa foi criado com o objetivo de promover e valorizar a produção científica no Brasil. Em 1992, a bióloga Maria Elizabete Costa Moreira venceu a primeira edição do prêmio com sua pesquisa na área de leishmaniose. Na edição de 1994, cujo vencedor foi o médico Edécio Cunha Neto, concorreram 72 trabalhos nas áreas de oncologia, infectologia e imunologia. Cunha Neto recebeu o prêmio de 10 mil dólares e uma viagem a um dos centros de pesquisa da Roche: em Basileia, na Suíça, ou em Tutley, nos EUA.

A Roche está instalada no Brasil há 63 anos, tendo registrado, em 1993, faturamento da ordem de 220 milhões de dólares. A empresa tem duas unidades de produção (uma em São Paulo e outra no Rio de Janeiro), seis filiais de vendas e mais de 1.200 funcionários. Investe anualmente cerca de 1,3 bilhão de dólares em pesquisas científicas, o equivalente a 23% de seu faturamento no setor farmacêutico.

O júri do II Prêmio Roche à Pesquisa foi presidido por Charles Weissmann, diretor do Instituto de Biologia Molecular da Universidade de Zurique (Suíça), e integrado por Sílvia Brandalise, diretora da clínica do Centro Infantil de Investigações Hematológicas da Unicamp, Carlos Médicis Morel, presidente da Fundação Oswaldo Cruz, e Vicente Amato Neto, professor da Faculdade de Medicina da USP.



Etapas do trabalho em que foram constatadas as similaridades entre a miosina cardíaca e a proteína B13 do *T. cruzi*.

tender melhor a agressão imunológica ao coração de pacientes portadores de cardiopatia chagásica. "Com esses conhecimentos, tornam-se viáveis futuras abordagens terapêuticas e até mesmo algo semelhante a uma 'vacina' que interrompa o processo da lesão sobre o coração chagásico", diz ela.

Atualmente, há cerca de 20

afetam 30% dos infectados. Além de viabilizar o desenvolvimento da 'vacina', o trabalho de Cunha Neto permite, de imediato, a criação de um método não-invasivo para o diagnóstico da cardiopatia chagásica inicial.

**Vera Rita Costa**

Ciência Hoje/São Paulo.

## Branco versus índio

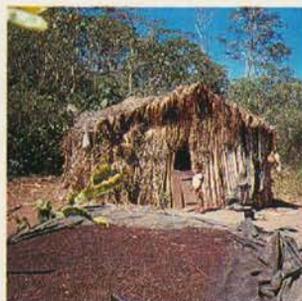
*Cultivos do 'civilizado' trazem pobreza e doença para os Tupi-Mondé*

Estudo da Fundação Oswaldo Cruz mostra o impacto desastroso sobre a qualidade de vida de grupos indígenas quando suas formas tradicionais de subsistência são substituídas por atividades de 'homens brancos'.

Segundo os pesquisadores, 43,8% dos índios Suruí, que vivem em Rondônia e no Mato Grosso, estão infectados com o fungo *Paracoccidiodioides*

*brasiliensis*, causador da paracoccidiodomicose, um tipo de micose pulmonar. Dos indivíduos que desenvolveram a doença, 57% morreram. É a primeira vez que se tem o registro de um surto dessa enfermidade entre índios.

Segundo Carlos Coimbra Jr., coordenador do estudo, a transmissão do fungo teria sido favorecida pela lavoura de café, incorporada recentemente às



**A substituição das formas tradicionais de subsistência pelo cultivo de café contribuiu para o quadro atual de desnutrição entre os Suruí e é apontado como causa principal da paracoccidiodomicose. Com a queda do preço do café no mercado, os Suruí passaram a comercializar madeira.**

atividades dessa população indígena. "É um fungo que existe normalmente no solo; quando a terra é revolvida para o plantio, o microrganismo se desprende, chegando aos pulmões do trabalhador e causando a infecção", explica Coimbra.

Entre os índios Gavião e Zoró, vizinhos dos Suruí, a prevalência da infecção é mais baixa, atingindo 6,4% e 14,9%, respectivamente, da população, e não há registros de pessoas que tenham desenvolvido a doença. Os Gavião e Zoró, bem como os Suruí, pertencem às populações Tupi-Mondé. Os três povos têm características culturais e biológicas

similares, mas os primeiros não cultivam o café.

Os efeitos da introdução da lavoura cafeeira entre os Suruí não se restringiram à paracoccidiodomicose. Como exige trabalho intenso, esse tipo de cultivo absorve toda a mão-de-obra, principalmente de homens. Com isso, a agricultura de subsistência tradicional, que antes fornecia comida para toda a tribo, foi posta de lado, sem ser substituída por outra fonte de alimentos para a população. Hoje, cerca de 46% das crianças Suruí sofrem de desnutrição crônica.

**Luisa Massarani**

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

### A paracoccidiodomicose

Tipo de infecção pulmonar causada pela inalação de esporos do fungo *Paracoccidiodioides brasiliensis*, a paracoccidiodomicose pode afetar várias partes do corpo, como a pele, os ossos e o cérebro, levando à morte, se não for diagnosticada corretamente.

Muitas vezes, a micose é confundida com tuberculose, produzindo diagnóstico equivocado. Vários Suruí foram vítimas desse erro que, ao induzir a um tratamento inadequado, agrava a doença. A terapia mais comumente empregada é a associação de sulfametoxazol e trimetropim, por dois anos consecutivos.

## Brasil na era dos biomateriais

*Pesquisadores criam produto alternativo de ponta*

Com o desenvolvimento de um novo material para ser usado no tratamento de doenças periodontais, que levam ao enfraquecimento da raiz do dente, o Brasil poderá, em breve, deixar de ser o "país dos desdentados". Essas doenças, que atingem cerca de 100 mi-

lhões de brasileiros, têm como uma de suas principais causas a falta de higiene bucal. Na ausência de tratamento, ocorre perda de dentes.

Desenvolvido pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), em colaboração com a

Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista de Araraquara, o novo material é uma membrana de colágeno de biodegradação programada que, justaposta à raiz do dente por um período de 40 a 60 dias, estimula o crescimento de novos li-



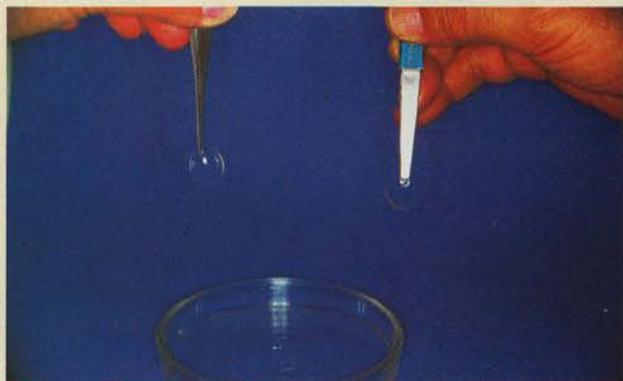
**As membranas de colágeno vão revolucionar o tratamento das doenças periodontais, que atingem cerca de 100 milhões de brasileiros.**

## Fármacos inteligentes

Entre outras linhas de pesquisa desenvolvidas pelo Grupo de Bioquímica e Biomateriais, está a de fármacos que são liberados gradativamente no organismo, também chamados fármacos 'inteligentes'. "Eles são mais eficientes que os fármacos tradicionais, mesmo em baixas doses, e têm menos efeitos colaterais", diz Goissis.

Uma lente de colágeno de uso oftalmológico para tratamento de conjuntivites e ulcerações da córnea foi criada pelo grupo segundo o princípio da liberação programada de fármacos. "A lente pode ser colocada até em postos de saúde, permitindo o controle de afecções oculares principalmente nos segmentos de baixa renda, nos quais a ausência de tratamento ou os tratamentos intermitentes podem ocasionar complicações graves num dos órgãos mais importantes do ser humano", enfatiza o coordenador do grupo.

Os pesquisadores estão em negociação para repassar a tecno-



**Películas oftálmicas contendo fármacos de liberação programada, desenvolvidas pelo Grupo de Bioquímica e Biomateriais da USP/ São Carlos.**

logia dessa lente e outros produtos a uma empresa cujo nome mantém em sigilo. A empresa pretende, segundo eles, repassar recursos para a construção de um centro de biomateriais.

gamentos das estruturas responsáveis pela fixação dos dentes.

Segundo Gilberto Goissis, coordenador do Grupo de Bioquímica e Biomateriais, cujos projetos têm o apoio do PADCT, essa membrana tem vantagens significativas em relação aos produtos convencionais disponíveis no

mercado. "Ela se degrada após o tempo necessário para a reparação do periodonto, tem alto índice de aceitação pelo organismo e estimula o crescimento do tecido", diz. Além disso, o produto custa menos de cinco dólares, e sua implantação requer uma única cirurgia. "O material importado sai por 150 dólares e exige

duas intervenções para ser implantado", garante Goissis.

O colágeno é barato, pois sua matéria-prima (tendões e intestinos bovinos e suínos) é obtida nos matadouros. O método de extração dessa substância, também desenvolvido pelos pesquisadores, é outra garantia de baixos custos. Os pesquisadores contam

com o apoio do PADCT, que já destinou 537 mil dólares para o desenvolvimento desse e de outros projetos na área de biomateriais (ver 'Fármacos inteligentes').

**Luisa Massarani,**

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

## Inimigos do colesterol

*Compostos isolados da soja reduzem teores de gordura no sangue e agem como antioxidantes*

Fonte de proteína comprovadamente eficaz na nutrição humana, a soja pode ser também um poderoso aliado contra doenças cardíacas provocadas por entupimento de artérias coronárias, hoje uma das maiores causas de mortalidade no mundo. É o que comprova te-

se defendida por Tânia Toledo de Oliveira no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Em experiência com substâncias isoladas de cultivares de soja em ratos, ela mostrou que sua ação pode reduzir em até 40% os teores de co-

lesterol na corrente sanguínea desses animais.

Iniciadas em 92, como parte de um programa de cooperação institucional entre a UFMG e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), as pesquisas envolveram o estudo de nove cultivares de *Glycine max*

(*Leguminosae*), dos quais foram isolados 13 compostos de natureza fenólica. Na primeira etapa, depois de isolados, identificados e quantificados, os compostos puros foram administrados em ratos, constatando-se que alguns deles foram capazes de reduzir, em cerca de 30%, os teores de lipídio na corrente sanguínea dos animais.

Posteriormente, as substâncias naturais isoladas foram quimicamente transformadas em laboratório e novamente



**Plantação de soja.**

testadas nos animais. Três delas mostraram-se mais ativas do que os produtos naturais originalmente isolados, reduzindo o teor de lipídio em cerca de 40%. Com novas modificações na estrutura molecular dos compostos, a pesquisadora acredita que será possível chegar a uma substância ainda mais eficaz, ampliando as perspectivas de se produzir, dentro de três a quatro anos, um medicamento altamente eficiente no combate ao colesterol.

Na próxima etapa do trabalho, a ser realizada no Departamento de Química da UFV, esses compostos fenólicos serão testados em aves, cujo metabolismo lipídico é muito semelhante ao do homem, depois em suínos, que acumulam grande quantidade de gordura no sangue, e no macaco *Rhesus*, último animal a

ser testado antes que a droga seja liberada para consumo humano. Naqueles animais, serão feitos testes toxicológicos mais específicos, para determinar a dosagem letal das substâncias e os prováveis efeitos colaterais, além de estudos sobre seu mecanismo de ação, para verificar como interferem no metabolismo lipídico.

Os resultados obtidos até o momento mostram que os compostos isolados da soja podem ter amplo leque de aplicações como medicamentos. Em diabéticos, por exemplo, revelaram-se duplamente eficientes: além de reduzir as taxas de colesterol, mostraram-se capazes de inibir a ação da enzima aldose redutase, que converte açúcares em álcoois, esses últimos responsáveis pela formação da catarata quando acumulados no cristalino ocu-

lar. Os compostos fenólicos podem ainda ser eficientes no combate a miopias, que também decorrem do acúmulo desses álcoois.

Testados como antioxidantes, esses compostos mostraram sua eficácia em diferentes aplicações. Sabe-se que algumas substâncias fenólicas inibem a ação do oxigênio sobre as gorduras, bloqueando a formação de radicais livres. Quando produzidos em grande quantidade, esses radicais oxidam as proteínas das membranas que protegem as células, destruindo-as. Ao bloquear a ação dos radicais livres, os compostos fenólicos impedem a oxidação celular e seu conseqüente envelhecimento.

Na indústria alimentícia, esses compostos podem ser usados para evitar a deterioração de produtos sujeitos à

oxidação, como enlatados de carne, óleos, manteigas e frutos em geral. Na indústria de cosméticos, um desses compostos isolados tem comprovada ação para retardar o envelhecimento da pele, pois, ao impedir a formação de radicais livres, minimiza o processo de envelhecimento celular. Eles podem ter ainda aplicação importante na farmacologia, impedindo a oxidação de medicamentos.

Em suas investigações, Tânia Toledo constatou também que os compostos de soja atuam na concentração de enzimas metabolizadoras de drogas. Verificou-se que as enzimas do fígado de ratos, isoladas após a administração dos compostos, foram sintetizadas em maior quantidade. Supõe-se que as substâncias químicas tenham sido modificadas pelas enzimas, tornando-se ainda mais eficazes.

Segundo o farmacêutico e químico Tanus Jorge Nagem, da UFV, coordenador da pesquisa, as investigações devem levar ao desenvolvimento de uma droga que, associada à alimentação ou em sua forma pura, possa minimizar os diversos problemas causados pelo colesterol.

A opção pelo estudo de substâncias isoladas da soja foi motivada pela pequena incidência de doenças cardíacas entre as populações orientais, particularmente entre os chineses, onde é relevante o consumo dessa leguminosa. "Como alimento, entretanto, é necessário ingerir grandes quantidades para se obter um efeito satisfatório", ressalva Nagem.



Cadê o parasita  
que estava aqui?

Se você pesquisa doenças infectuosas e parasitárias na infância, inscreva-se no V Prêmio Sendas.

Atenção médicos e pesquisadores de doenças infectuosas e parasitárias na infância: inscrevam-se no V Prêmio Sendas de Saúde. Vocês poderão botar R\$15.000,00 no bolso.

#### **Participantes**

Podem participar médicos e pesquisadores brasileiros com até 45 anos de idade.

#### **Inscrições**

As inscrições são individuais, e cada candidato deve apresentar seu currículo em 5 vias, destacando sua atividade de pesquisa na matéria. Os currículos devem ser entregues, ou remetidos comprovadamente, até 28/02/95, para Rod. Presidente Dutra, 4674, São João de Meriti, RJ, CEP 25565-350

#### **Prêmios**

Três pesquisadores serão premiados. O primeiro ganhará medalha de ouro, diploma e R\$ 15.000,00. Os outros dois ganharão medalhas de prata e menção honrosa.

#### **Conselho Curador**

Professor Clementino Fraga Filho  
Professor Carlos Chagas Filho  
Professor Darcy Fontoura de Almeida  
Professor Elíasar Rosa e Dr. Humberto Mota.

#### **Comissão Julgadora**

O Conselho Curador escolherá 5 especialistas brasileiros, que examinarão os currículos dos pesquisadores inscritos.



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

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

**Editores:** Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRRJ), Luiz Drude 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), Maria Elisa da Costa Santos (Secretária).

**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/FGV), 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/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

**Diretor:** José Monserrat Filho.

**Redação:** Marília Mendes Pessoa (Coordenação); Maria Ignez Duarte Estrada e Cássio Leite Vieira (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzevig (internacional).

**Edição de Arte:** Claudia Fleury (Coordenação), Carlos Henrique Viviane dos Santos (diagramação), Luiz Baltar (desenhos).

**Ciência Hoje BBS ( Bulletin Board System ) - Tel.: (021) 295-6198:** Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica).

**Administração:** Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Neuzia Luiza de S. Soares, Rodolfo P. dos Santos.

**Atendimento ao Assinante:** Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva, Luciene de Santos Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 295-6198 / 270-0548.

**Depósito e Expedição:** Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Maria Cristina Gonçalves da Silva, Rua Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel.: (021) 270-0548.

**Colaboraram neste número:** Pedro M. Persechini (Instituto de Biofísica/UFRRJ); Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema).

**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), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembek (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. Moyses Nussenzevig (Departamento de Física/PUC-RJ), 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 Melo (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPP), 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:** Margareth Marmorini - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala C065, 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. Luís 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 (jornalista), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smali (FPM), Celso Dal-Rê (IPT), Gláucio C. Lobão - Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, 3º andar, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05340-901, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-4192 / 814-6656.

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** - UFPE/Campus do Pici, CEP 60000-000 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 223-7012 (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 (Tarcísio 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/UFPP, Rua Arpígio 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 Ininga, 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/

**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 Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

**Correspondente em Buenos Aires:** Revista *Ciência Hoy*, Corrientes 2835, Cuero 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\$ 50,00.

**Fotolito:** Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** M. Kistemberg Distribuidora de Jornais e Revistas Ltda. **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 (UFRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

**Publicidade: Rio de Janeiro:** Irani F. Araújo, tel.: (021) 295-4846 / 295-6198, fax: (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.

**Assessoria de Imprensa:** Edna Ferreira (Nouvelle Comunicação e Produções Ltda.).

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

Programa de Apoio a Publicações Científicas

SCT/PR

CNPq

FINEP

INSTITUTO VERIFICADOR DE CIRCULAÇÃO

**SBPC** 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) 223-5613 / 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,

UFPR, Av Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tel.: (0442) 62-1478/26-2727, fax: (0442) 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 José 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) - UFSM, Rua Floriano Peixoto, 1750, sala 315, CEP 97060, Santa Maria, RS, tel.: (055) 221-5829 (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacéuticas/CIF/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) 224-1331, r. 355 (Antônio Pócio 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/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 33-0011, r. 126 (Giancarlo Conde Xavier Oliveira); **SP** - (subárea II, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dêrtia 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).

NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA, 70% DO TEMPO É DESPERDIÇADO. 30% DO MATERIAL É JOGADO FORA. NA MAIORIA DAS VEZES A TECNOLOGIA É ULTRAPASSADA E FALTA PLANEJAMENTO.

COM ESTA FERRAMENTA  
VOCÊ PODE MUDAR  
ESTA SITUAÇÃO.

MÃOS À OBRA.

PRÊMIO  
JOVEM  
CIENTISTA

*Qualidade e  
Produtividade  
na Construção Civil.*

Categoria Graduados:	Categoria Estudantes:
1º Prêmio: R\$ 7.000,00	1º Prêmio: R\$ 2.500,00
2º Prêmio: R\$ 5.000,00	2º Prêmio: R\$ 1.500,00
3º Prêmio: R\$ 3.000,00	3º Prêmio: R\$ 1.000,00

"Qualidade e Produtividade na Construção Civil" é o desafio proposto aos jovens talentos para resolver os problemas da Construção Civil como desperdício, falta de planejamento e outros. Os trabalhos devem conter pesquisas e estudos sobre desenvolvimento de materiais básicos, materiais de revestimento e isolamento, processos de construção com novas tecnologias, projetos arquitetônicos mais adequados, etc. Mãos à obra.

**Inscrições até 31 de março de 1995.**

Informações: CNPq (Prêmio Jovem Cientista) SEP/507-B-70740-901  
Brasília-DF - (061)274.1155 ramal 222.

 CNPq  
CONSELHO NACIONAL  
DE DESENVOLVIMENTO  
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

 GERDAU

 FUNDACÃO  
ROBERTO MARINHO

Houve Um Tempo Em Que  
Descobrir Qualidade Em  
Fotolito Dependia De  
Persistência, Paciência  
E Uma Boa Dose De Sorte.



Tempo em que qualidade e Brasil eram fatores difíceis de se conjugar. Tempo em que não existia um fotolito chamado Studio Portinari.

O Studio Portinari foi planejado e realizado dentro de uma base totalmente digital. Um fotolito equipado com sistema Scitex de última geração, instalado na Torre do Rio Sul e que contratou e formou profissionais do mais alto nível para sua operação. Esta configuração empresarial significa custos competitivos, agilidade e qualidade.

Ligue para o Studio Portinari. Você vai descobrir que Brasil, qualidade e fotolito já têm nome e endereço fácil de se encontrar.



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

