



BIO DIVERS SIDADE

Henrique Lins de Barros

A VIDA NA
GOTA
D'ÁGUA

Estamos acostumados com o mundo ao nosso redor, com animais, plantas, montanhas, e tudo o mais. Porém, a ciência nos mostra que o mundo vai além de nossos sentidos e, em muitos casos, até mesmo de nossa imaginação.

A estrela mais próxima de nosso sistema solar, denominada Próxima de Centauri, está a 4,2 anos-luz de distância. Isto significa dizer que, se viajarmos na velocidade da luz de 300.000 quilômetros por segundo, levaremos 4,2 anos para chegar ao nosso destino. Para se ter uma idéia de quão distante fica nossa vizinha mais próxima, para alcançarmos a Lua seria necessário apenas 1,3 segundo, viajando na mesma velocidade.

No outro extremo, o que dizer da diversidade e quantidade de seres vivos encontrados no universo microscópico de uma gota d'água? É isso o que nos mostra, de uma forma agradável e interessante, o filme "A vida na gota d'água", concebido por Henrique Lins de Barros. Através das lentes de um microscópio é possível ver um mundo inusitado, habitado por amebas, protozoários, rotíferos, e muitos outros microorganismos lutando pela sobrevivência.

Produzido inicialmente na forma de vídeo pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins, com o apoio da FAPERJ, o filme foi reeditado e digitalizado nos estúdios da Rio TV, da Câmara Municipal do Rio de Janeiro, e somou-se ao presente texto sobre biodiversidade, também do próprio Henrique, publicado com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.

Este é, certamente, um rico material para aqueles que acreditam que descobrir novos mundos é parte indispensável desta instigante aventura que chamamos vida.

Alfredo Tolmasquim

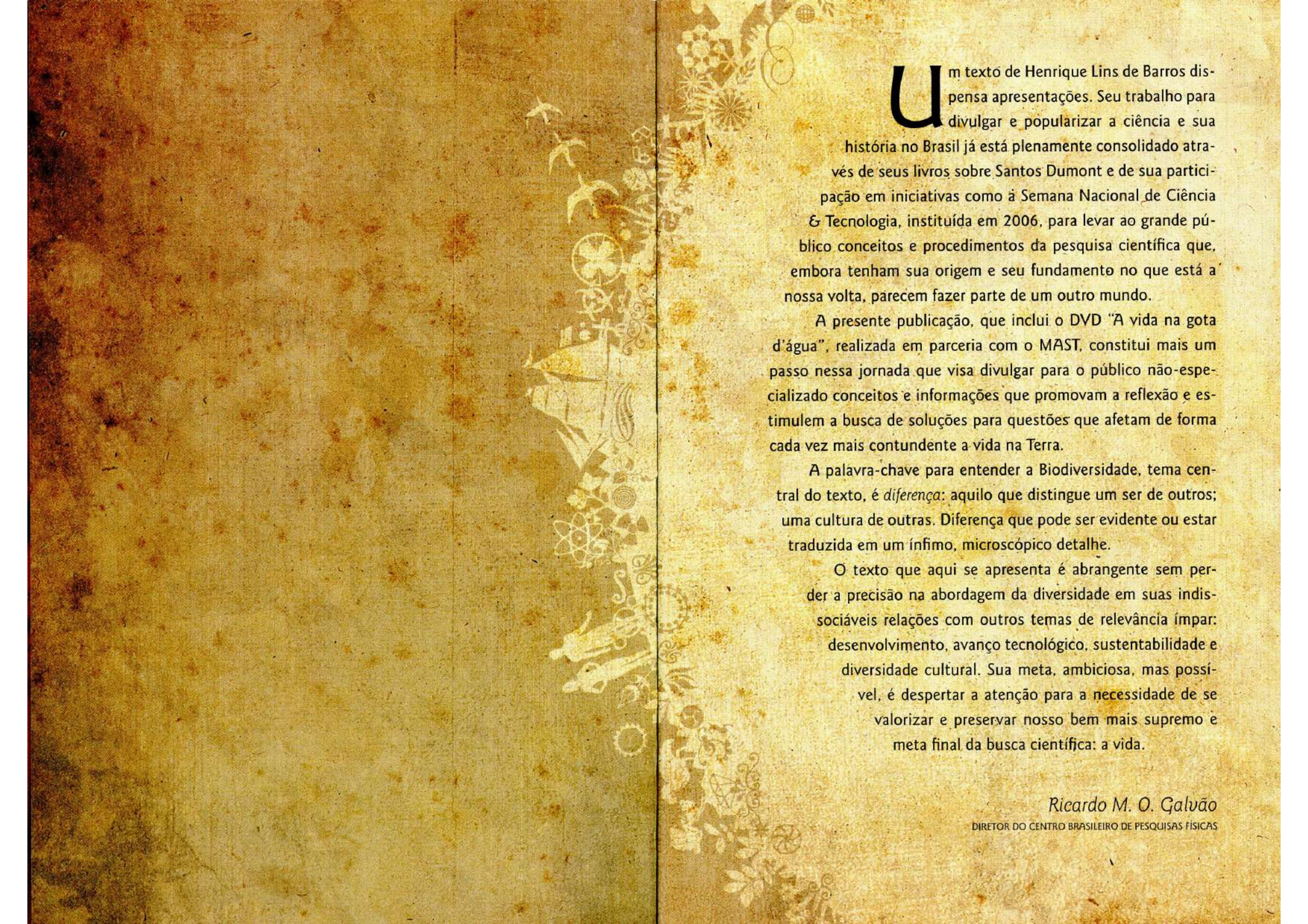
DIRETOR DO MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINIS

BIO DIVERS SIDADE



Ministério da
Ciência e Tecnologia





Um texto de Henrique Lins de Barros dispensa apresentações. Seu trabalho para divulgar e popularizar a ciência e sua história no Brasil já está plenamente consolidado através de seus livros sobre Santos Dumont e de sua participação em iniciativas como a Semana Nacional de Ciência & Tecnologia, instituída em 2006, para levar ao grande público conceitos e procedimentos da pesquisa científica que, embora tenham sua origem e seu fundamento no que está a nossa volta, parecem fazer parte de um outro mundo.

A presente publicação, que inclui o DVD “A vida na gota d’água”, realizada em parceria com o MAST, constitui mais um passo nessa jornada que visa divulgar para o público não-especializado conceitos e informações que promovam a reflexão e estimulem a busca de soluções para questões que afetam de forma cada vez mais contundente a vida na Terra.

A palavra-chave para entender a Biodiversidade, tema central do texto, é *diferença*: aquilo que distingue um ser de outros; uma cultura de outras. Diferença que pode ser evidente ou estar traduzida em um ínfimo, microscópico detalhe.

O texto que aqui se apresenta é abrangente sem perder a precisão na abordagem da diversidade em suas indissociáveis relações com outros temas de relevância ímpar: desenvolvimento, avanço tecnológico, sustentabilidade e diversidade cultural. Sua meta, ambiciosa, mas possível, é despertar a atenção para a necessidade de se valorizar e preservar nosso bem mais supremo e meta final da busca científica: a vida.

Ricardo M. O. Galvão

DIRETOR DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Costumamos não perceber a quantidade e variedade de formas de vida que fazem parte da nossa paisagem cotidiana. Passamos ao largo dessa paisagem e, no entanto, basta um olhar atento e cuidadoso para o mesmo cenário de todos os dias, para observarmos a grande diversidade de formas e organismos vivos que dele fazem parte. A diversidade que podemos apreciar no cotidiano é, porém, infinitamente pequena, quando comparada ao mundo microscópico – fora do alcance de nossos olhos.

A maior parte da história da vida na Terra teve como protagonistas organismos microscópicos que inicialmente habitavam as águas dos mares e passaram, pouco a pouco, a ocupar também as superfícies secas.

Durante essa migração – que levou mais de 3 bilhões de anos –, nosso planeta teve como únicas formas de vida microorganismos que “aprenderam” a nadar, a selecionar regiões mais ricas em nutrientes e que produziram novas substâncias, produto de seu metabolismo. Esta ação da vida alterou profundamente o aspecto da Terra e de sua atmosfera.

Foi somente há cerca de um bilhão de anos que surgiram os primeiros organismos multicelulares, sem que, contudo, desaparecessem as formas precursoras. Muito pelo contrário. A espantosa biodiversidade que testemunhamos hoje só é possível graças à proliferação dos microorganismos.

De volta ao ambiente primário desses seres minúsculos, o filme “A vida na gota d’água” aproxima, com a ajuda de um microscópio, nossos olhos curiosos dessas formas de vida que estão em toda parte mas não podemos ver.

A experiência foi realizada com o auxílio de uma câmera de vídeo comercial acoplada a um microscópio óptico com objetivas variando de 10X a 25X, que focalizaram amostras coletadas diretamente do

ambiente, sem que se fizesse qualquer procedimento de cultura ou de enriquecimento.

As amostras foram recolhidas das águas da Lagoa Rodrigo de Freitas, na zona sul do Rio de Janeiro, e de braços de pequenos rios também da região carioca. Assim, no filme podem ser vistos microorganismos que vivem em águas salgadas ou salobras, ou ainda em águas doces.

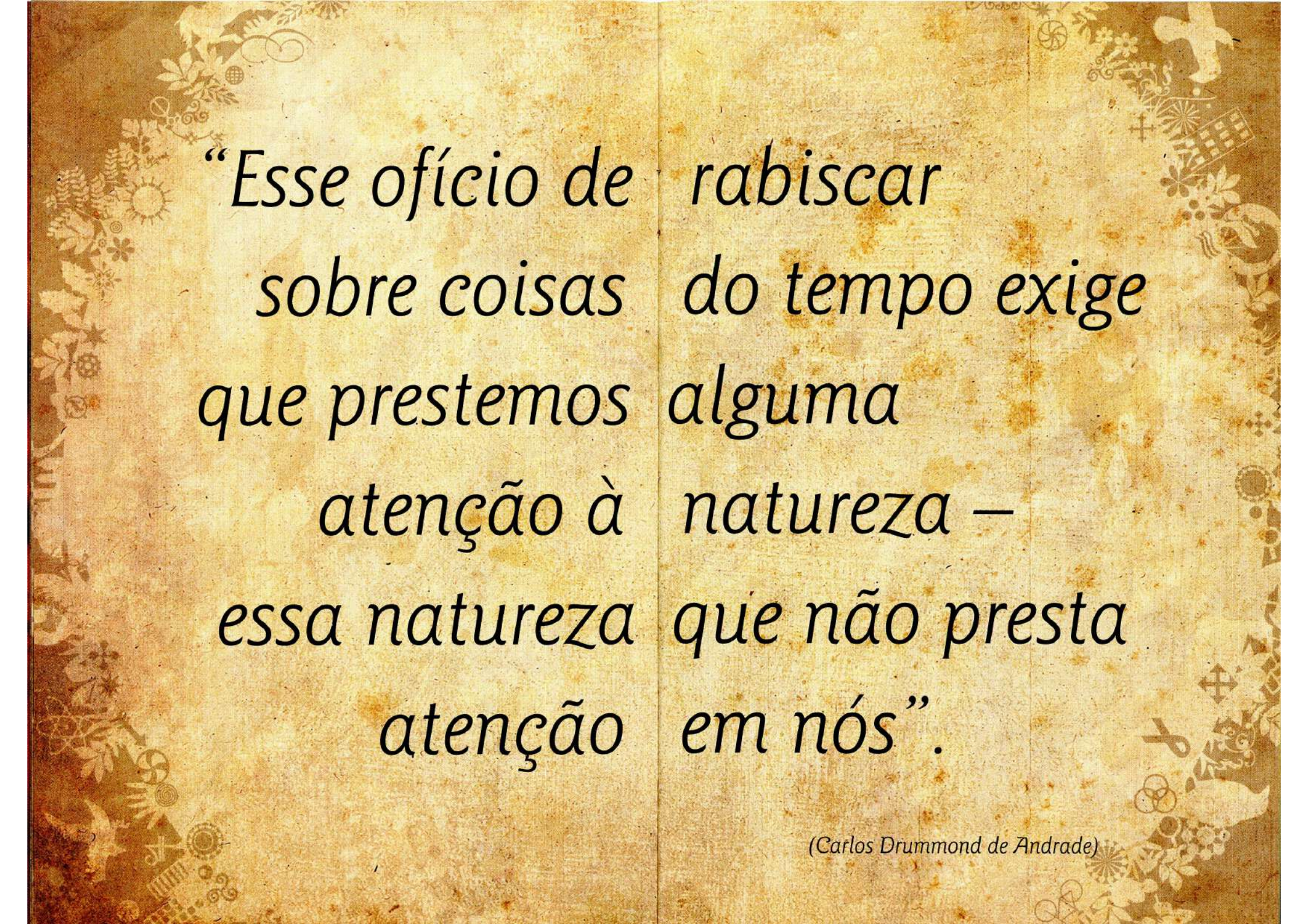
Somente um pequeníssimo fragmento da vida possível de ser evidenciado numa gota d’água vai aparecer na tela. E apenas isso já parece suficiente para supor a diversidade de organismos presentes na natureza! Mas aqui vale uma ressalva: não é em qualquer gota d’água que iremos encontrar microorganismos. E ainda uma outra advertência: o fato de existirem não indica necessariamente que a água seja impura ou prejudicial à saúde. O mundo é um pouco mais complexo.

Ao realizar esse filme, nosso objetivo foi “revelar” o que ocorre de baixo de nossos olhos, mas que nem sempre pode ser visto. Um mundo novo se descortina, com seres estranhos aos nossos critérios, mas em permanente atividade para garantir que nós, humanos, possamos viver.

Gostaria de agradecer aos colegas do MAST, em particular Durval e Ferreira, e a Ruben Djelberian que participaram da primeira versão do vídeo. O texto ganhou muito com as sugestões de Gil Souza e de Márcia Reis, ambas do CBPF, e que tiveram, apesar da carga de trabalho, o cuidado de fazer uma leitura crítica com belas sugestões. Aos colegas do grupo de Biofísica do CBPF, Eliane Wajnberg, Darci Motta, Maria de Lourdes Barriviera e Daniel Acosta-Avalos, pela permanente troca de idéias. A Ricardo Ferreira, da UFPe, e George Bemski (*in memoriam*), pelas gratificantes conversas. E, finalmente, ‘aos de casa’, Myriam, Monica, Flavia, Daniel, Rodrigo e Guillermo que, cada um com suas especialidades, sempre têm o que dizer.

Henrique Lins de Barros

PESQUISADOR TITULAR DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS



“Esse ofício de rabiscar
sobre coisas do tempo exige
que prestemos alguma
atenção à natureza –
essa natureza que não presta
atenção em nós”.

(Carlos Drummond de Andrade)

Aquilo que a Natureza dá ou fornece não deve ser criado ou inventado, mas encontrado.

(Francis Bacon, 1561-1626)

Três milhões ou cem milhões? Os mais otimistas apostam na cifra maior, enquanto os que se dizem mais realistas ficam com a menor. Conhecidas: cerca de dois milhões de espécies de seres vivos macroscópicos habitam o nosso planeta. Estudadas, uma pequena parcela deste número. Compreendidas: nenhuma. Não se compreende o que ocorre de tão singular num ser vivo, pois não se sabe o que é a vida.

Mas a vida é um fato comum na Terra. Em qualquer região da biosfera se encontra um rastro de vida. Qualquer ser vivo, seja ele um diminuto microorganismo que passa despercebido aos nossos olhos, ou um dos grandes mamíferos ou ainda as árvores, deixa a sua marca.



A vida surgiu cerca de um bilhão de anos após o aparecimento do Sistema Solar e logo alterou as características de um planeta que iniciava a sua história de mais de 4,5 bilhões de anos.

Ao estudarmos os seres vivos, encontramos certas características comuns a todos eles, o que nos leva a supor que todos possuem uma origem comum, um ancestral comum, como se fala no jargão científico.

Mas, se por um lado todos têm algo em comum, cada espécie apresenta uma peculiaridade que a distingue das demais.

Existem organismos capazes de viver em ambiente extremamente severo, como aqueles encontrados em águas profundas, em regiões de extrema salinidade, em habitat em que a luz solar não chega, em temperaturas desagradavelmente baixas.

A vida parece teimar em existir e sua capacidade de se adaptar é enorme. O que hoje existe, os vários milhões de espécies que conseguem manter suas atividades e se reproduzir, não existia há uns tantos milhões de anos. E o que existiu, os grandes dinossauros que desapareceram há uns 60 milhões de anos, ou os exóticos *Hallucigênia* que desapareceram no período Cambriano, deixou a sua assinatura em registros fósseis.

O que hoje existe, nós, nossos companheiros conhecidos, as pequenas bactérias, não existirá no futuro, pois os seres vivos alteram o meio em que vivem e nem sempre são capazes de se adaptar às alterações deste meio. Cada ser vivo possui um patrimônio de informações riquíssimo. Cada espécie encontrou uma solução única para manter a sua viabilidade.

As coisas estão no mundo, só que eu preciso aprender.

(Paulinho da Viola)

“... posso mencionar que, durante a primeira semana de nossa residência no Pará, embora eu estivesse constantemente excursionando pelas florestas existentes nas cercanias da cidade, não consegui enxergar sequer um único beija-flor, papagaio ou macaco. E, contudo, conforme posteriormente vim a descobrir, beija-flores, papagaios e macacos são ali abundantes! É necessário, porém, procurá-los, o que exige certa dose de familiaridade com eles, a fim de encontrar os locais que freqüentam. É preciso também alguma prática para que se possa avistá-los por entre a galharia das árvores, mesmo quando se pode escutá-los bem próximos da gente”.

(Viagens pelos rios Amazonas e Negro. Alfred Russel Wallace, 1853)

Alfred Russel Wallace (1823-1913) foi, junto com Charles

Darwin (1809-1882), um dos que propuseram a idéia de uma evolução por seleção natural. O que chama a atenção neste breve trecho de suas memórias é o fato de que para se ver a diferença é preciso saber encontrá-la.

Um grande salto ocorreu na História Natural em fins do século XVIII. Fortemente influenciados pelos avanços da física, os naturalistas começaram a procurar um quadro coerente capaz de descrever o mundo dos seres vivos sem que se ficasse na singularidade do indivíduo.

Para se pensar na diversidade é preciso saber classificar, saber agrupar a variedade de objetos de uma coleção. E isto só foi possível quando o naturalista e botânico sueco Carl Von Linneus (1707-1778), após uma série

de observações, propôs um sistema de classificação para os seres vivos. Neste sistema, adotado desde então, um organismo é classificado segundo um sistema que possui uma hierarquia. A categoria mais alta é o Reino, seguida do Filo, do Subfilo, da Classe, da Ordem, da Família, do Gênero e, finalmente, da Espécie. Cada uma das categorias é constituída por um grupo da categoria mais baixa. E uma espécie é caracterizada por dois nomes: o primeiro corresponde a seu gênero e o segundo a sua espécie. Esta é a designação binomial. Com este sistema de classificação foi possível caracterizar-se um organismo de forma unívoca e universal. Um cão, por exemplo, é um organismo do reino Animália, do filo Chordata, do subfilo Vertebrata, da classe Mammalia, da ordem Carnívora, da família Canidae, do gênero Canis e da espécie *Canis familiaris*. E nós, humanos, teríamos em comum com os cães o reino, o filo, o subfilo e a classe, mas nossa ordem seria a dos Primatas, a família Homi-

nidae, gênero Homo e espécie *Homo sapiens*. Este sistema de classificação pode se desmembrar em várias subcategorias, como, por exemplo, Subclasse, Superordem,... Atualmente são considerados cinco Reinos (Monera, Protista, Fungi, Plantae, Animalae).

As primeiras idéias de uma evolução dos seres vivos apareceram de forma mais estruturada com o naturalista francês Jean-Baptiste Antoine de Monet, Cavaleiro de Lamarck (1744-1829). Para ele seria impossível explicar a presença de tantas espécies desde o início da Criação. As idéias de Lamarck vão encontrar um inusitado defensor: o Barão Georges Cuvier (1769-1832), opositor ferrenho de Lamarck, mas que observou que os fósseis não eram simples pedras com exóticas formas de erosão, mas sim um registro de um mundo muito afastado no tempo.

O tempo não pára.

(Cazuza)

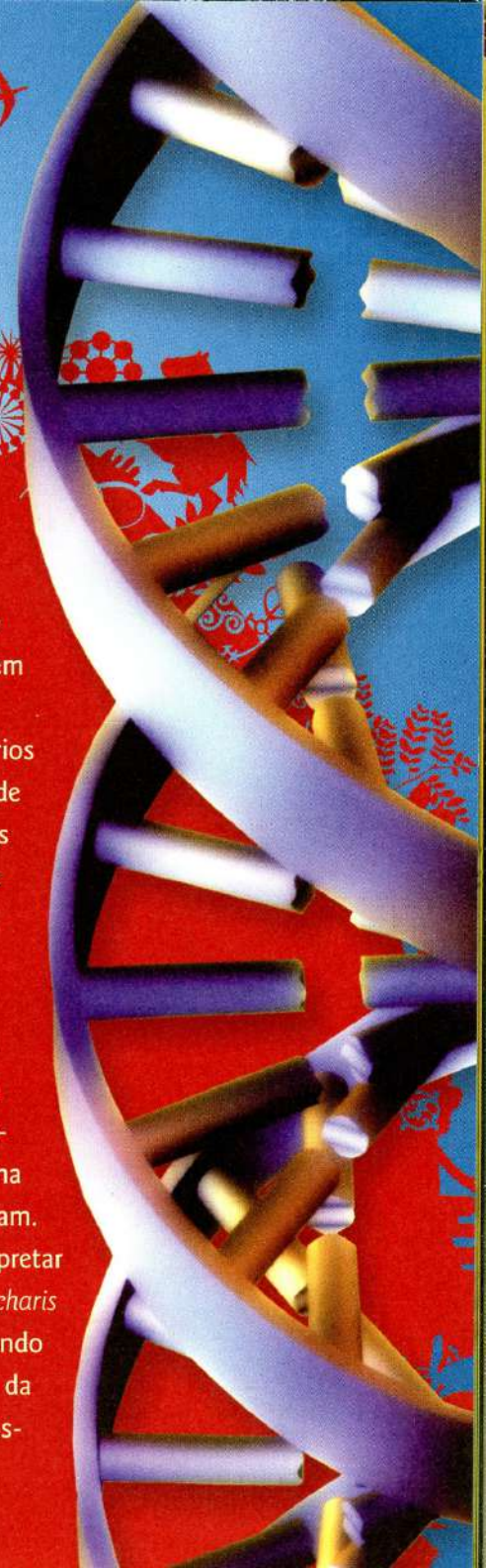
Em 1858 dois trabalhos foram apresentados na Linnéan Society, em Londres, dando conta de uma idéia nova e revolucionária sobre a evolução dos seres vivos. Os autores, Darwin e Wallace, defendiam a tese de que a evolução se dava por um processo de seleção natural. O conceito básico por trás do termo é o de que as características favoráveis que são hereditárias tornam-se mais comuns nas gerações futuras, enquanto características menos favoráveis tendem a desaparecer. A seleção natural revela-se no fenótipo, ou seja, nas características observáveis, como a forma, a cor, o comportamento ou mesmo propriedades bioquímicas. O fenótipo é passado de uma geração a outra pelo patrimônio genético do organismo contido na molécula do ADN. A alteração deste patrimônio genético ocorre devido a mutações nesta molécula.

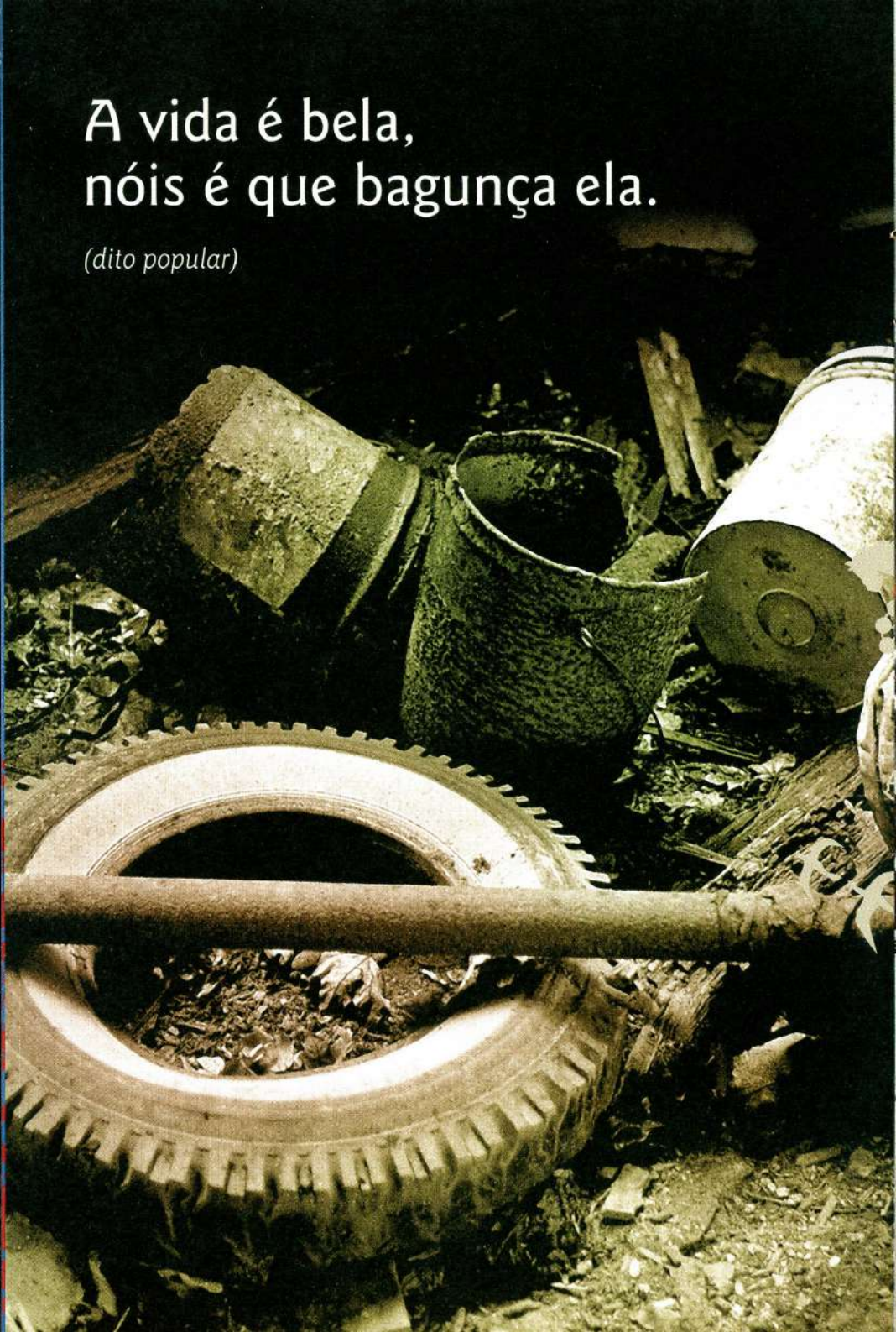
Embora a “Teoria da Evolução por Seleção Natural” possa explicar alguns processos observados e coloque em pauta a história da vida na Terra, ela não é capaz de explicar como a vida surgiu, ou mesmo como ela se desenvolveu, gerando novas espécies.

Por outro lado, ela nos dá um caminho para entender como a vida, em seu curso, pode ter tido início em um ancestral comum, desenvolvendo-se, adaptando-se a novos cenários, formando o que alguns autores chamam de “Árvore da Vida”: de um início em que somente uns poucos organismos estavam presentes, a vida abriu novas possibilidades.

A seleção natural não leva, como se poderia pensar, a uma redução do número de espécies com fenótipos diferentes. Muito pelo contrário. A tendência é se ter cada vez mais novas espécies que possam se adaptar a um ambiente que está em permanente mudança.

Na história da vida ocorreu, em vários momentos, o surgimento explosivo de novas espécies. Estas explosões de novas formas foram seguidas por períodos de extinção em massa. Um exemplo é a bem documentada explosão cambriana que ocorreu há cerca de 540 milhões de anos. Antes, a Terra era habitada por organismos compostos por uma única célula ou agrupados em colônias. De repente, num intervalo de tempo curto na escala geológica, novas formas surgiram. Animais tão estranhos que é difícil interpretar os registros fósseis. *Opabina*, *Anomalocharis* e muitos outros passaram por este mundo e deixaram pequenos vestígios. Mas é da explosão cambriana que surgem os ancestrais dos organismos que hoje existem.





A vida é bela, nóis é que bagunça ela.

(dito popular)

No século XVIII a Europa passou por uma transformação enorme com a utilização de grandes máquinas.

A Revolução Industrial teve início na Inglaterra em meados do século e logo se espalhou. Houve uma profunda mudança na economia, na sociedade e na cultura, e um aumento de produção e, associado a este aumento, um crescimento de produtos que contribuíram para a poluição.

Este quadro, iniciado há menos de trezentos anos, só tem se agravado. O uso de combustíveis variados, como o carvão e os combustíveis derivados do petróleo ou os biocombustíveis, ou a utilização da energia elétrica ou nuclear tem permitido um aumento significativo na produção de bens, na melhora da agricultura, da medicina, e de várias outras atividades humanas. Uma parcela da população mundial vive num conforto jamais imaginado em gerações passadas. Mas vários milhões de pessoas estão sendo deixados em um grau de miséria sem boas perspectivas de melhora. A outra face deste desenvolvimento, o impacto na Natureza, está atingindo graus alarmantes. As crises anunciadas são graves: aquecimento global, falta de água potável, ar irrespirável, falta de alimento. E elas deverão atingir mais fortemente as populações pobres, aumentando a distância entre essas populações e uma pequena parcela da humanidade que detém a riqueza do mundo. Mas a Natureza responde em outro tempo.

A fumaça das fábricas era um sinal de progresso no século XIX. E esta fumaça, seus gases, junto com os detritos atirados nas águas, contaminou a terra, comprometeu o habitat de diversas espécies, inclusive criando um ambiente que não é apropriado para o homem.

O que se pensou ser um progresso está agora cobrando um alto preço.


Pela fumaça, desgraça, que a gente tem que tossir.

(Chico Buarque)

A idéia de biodiversidade ganhou força durante a reunião da ONU realizada no Brasil em 1992: a Rio-92. Neste encontro oficializou-se o uso do termo "biodiversidade" para fazer referência à enorme diversidade de seres vivos. O que chamou a atenção foi um alerta feito por cientistas de que a maior riqueza da humanidade no século XXI está na espantosa diversidade de formas vivas. E mais, que esta riqueza ainda não estudada está sendo devastada rapidamente. O impasse que se coloca é algo nunca visto antes: para se manter um modelo econômico baseado no aumento da produção, a Natureza está sendo sacrificada. Espécies hoje existentes estão correndo o risco de serem riscadas da Terra, e esta perda não poderá jamais ser reparada. Estima-se que, por ano, entre 20.000 e 150.000 espécies desaparecem e tudo indica que a atividade humana tem um papel importante nesta extinção. Com isso, todo o potencial que estas espécies possuem estará para sempre perdido.

A biodiversidade passou a ser uma questão política e geopolítica. Mas onde se encontram os maiores nichos de diversidade? O Brasil é considerado como o país que possui maior biodiversidade, graças às grandes áreas verdes ainda existentes, como a Amazônia e o que ainda resta da Mata Atlântica. Dos cerca de 200 países do mundo, 17 detêm mais de 70% da biodiversidade. Esta riqueza potencial, porém, não se realiza por si. Para usufruir de tanta riqueza é preciso um grande investimento e o que se tem observado é a concentração de renda na mão de poucas pessoas: 90% da riqueza total do planeta está nas mãos de apenas 1% de seus habitantes.

FOTO: SANJA GJENEROVIC/OLAFIA



Sobre a cabeça os aviões,
sob meus pés os caminhões.

(Caetano Veloso)

A tecnologia avançada conseguiu resolver problemas impressionantes e tem encurtado a distância entre diferentes regiões do planeta. Graças aos meios de transporte e aos de comunicação é possível conhecer o que ocorre no outro lado do mundo em um curto intervalo de tempo. Vive-se o drama dos outros, independentemente de onde ele se encontra, numa pseudo-solidariedade impessoal.

A globalização tem colocado em risco uma outra riqueza inestimável: a diversidade cultural. É a capacidade de aceitar o outro com suas diferenças que contribui para a elaboração de diferentes visões do mundo, de diferentes conceitos morais e crenças.



Manda
chamar
os índios,
manda
chamar os negros,
manda chamar os
brancos, manda chamar
meu povo,...

(Roberto Mendes, José Carlos Capinan)

A conscientização de que a vida é um processo histórico e que a existência média de uma espécie parece se situar na casa de alguns milhões de anos despertou um alerta: como a vida humana irá suportar as violentas transformações causadas pelo avanço desenfreado da tecnologia desde o início da Revolução Industrial? O crescimento descontrolado da poluição altera de tal forma o ambiente que pode surgir em muito pouco tempo um cenário que impeça a sobrevivência de várias espécies, incluindo o *Homo sapiens*. Neste contexto, o estudo da vida na Terra assume um importante papel político e econômico, num mundo pautado pela idéia de desenvolvimento crescente que só pode ser mantido com o aumento da produção.

Ou se muda a nossa relação com a tecnologia, ou se pode decretar que queremos arriscar e viver crises dramáticas. Esta nova relação com a tecnologia disponível só poderá ser pensada se, por um lado, a sociedade tiver a informação necessária para poder optar, e se, por outro lado, as diferentes nações aceitarem as restrições que surgirão dela. Não se poderá de forma alguma pensar no futuro da humanidade em termos de um grupo de interesses. Neste quadro, a produção de ciência assume um papel político da mais alta relevância, pois será a partir da pesquisa que se poderá saber o alcance da aplicação de determinadas descobertas tecnológicas, bem como seus limites e suas implicações. E, para que esta nova relação com a tecnologia ocorra, será fundamental que a sociedade esteja informada e seja capaz de abrir mão de avanços que trazem conforto em curto prazo, mas comprometem gerações futuras.

É a vida, é bonita e é bonita.

(Gonzaguinha)

O Brasil tem um papel importante no mundo, pois possui, em seu território, a maior biodiversidade. Estima-se que quase 30% das espécies conhecidas são encontradas em solo brasileiro. Mas este número não passa de uma estimativa, pois falta aprofundar o estudo da natureza brasileira. Novamente no campo das estimativas, acredita-se que se conhece menos de metade do que existe na Amazônia. O Brasil tem, portanto, uma grande responsabilidade no panorama mundial e, em 2008, assumiu a presidência do Grupo de Países Megadiversos e Afins, posição que será mantida até 2010. Este grupo inclui, além do Brasil, a África do Sul, a Bolívia, a China, a Colômbia, o Congo, a Costa Rica, o Equador, as Filipinas, a Índia, a Indonésia, a Malásia, o México, o Peru, o Quênia, a Venezuela e Madagascar. Estes 17 países reúnem mais de 70% da biodiversidade da Terra e neles habitam pouco menos de 50% da população humana do mundo. O que chama a atenção, mas não deve constituir-se em surpresa, é o fato de que nenhum dos países do dito Primeiro Mundo está na lista dos países com megadiversidade e a explicação é simples: o desenvolvimento baseado nas noções de progresso e consumo levou a uma relação altamente destruidora e a Natureza deu a resposta.




Além da biodiversidade, não se pode deixar de lado a diversidade cultural, uma das grandes riquezas da humanidade.

Uma das ilusões criadas pela propaganda é a de que a chamada globalização está levando a uma uniformização cultural. Mas somente 10% da população mundial realizou grandes deslocamentos ou migraram de um lugar para o outro, ou seja, somente 600 milhões de indivíduos vivem em regiões de grande mestiçagem: os grandes centros urbanos, as zonas de escravidão, ou regiões de refúgio ou de exclusão. A última grande migração forçada foi causada pela Segunda Grande Guerra, quando, ao terminar o conflito, mais de 20 milhões de pessoas estavam 'fora do lugar', perdidas em terras destroçadas. Os demais vivem com seus concidadãos. E mais, não

é verdade que a mestiçagem leve a uma padronização,

seja ela no aspecto físico, como a cor da pele ou o tipo de cabelo, seja pelos valores culturais. O mundo não evolui para uma homogeneização. É esta diversidade de olhares e de interpretações do mundo que permite o surgimento das expressões artísticas mais fortes. É esta diversidade que permite apreciar e aceitar o outro, com suas criações e suas virtudes, assim como com seus defeitos e suas fraquezas. Esta aceitação do outro possibilita apaziguar conflitos que têm como origem tradições e elementos de identidade de um grupo.



Mas que bobagem, as rosas não falam.

(Cartola)

Como 'ouvir' a Natureza? Como descobrir os caminhos do futuro, se não temos, hoje, um conhecimento da própria Natureza e nem temos a sensibilidade necessária para ver as mudanças que estão ocorrendo, pois estamos viciados em olhar o valor de um produto e medi-lo em cifras financeiras?

Qual o valor da diversidade, seja ela biológica ou cultural? A resposta é simples e ao mesmo tempo perturbadora: é incomensurável! Não pode ser medida com cifras, em moedas, mas, sim, no valor da vida e a esta não se tem como atribuir um valor. É a vida, simplesmente a vida, o valor da diversidade. Sem ela, sem a diversidade, a vida vai se atrofiar e desaparecer. Cada indivíduo, cada ser vivo, não importa seu tamanho ou sua origem, depende de outros. E os outros são diferentes... Sem esta troca permanente a vida morre.

Uma das grandes preocupações atuais é o desmatamento de grandes áreas. O Brasil tem adotado políticas severas para reduzir o índice de desmatamento. Enquanto em 1998 estima-se que aproximadamente 13.000 km² tenham sido desmatados na Amazônia, em 2007, dez anos depois, esta cifra baixou para algo em torno de 10.000 km². O desmatamento está associado ao interesse extrativista. Desmata-se para aproveitar a madeira nobre, desmata-se para criar regiões de pasto ou para as plantações em grandes áreas. Desmata-se para abrir estradas, construir aeroportos e represas, ou para o uso do solo na mineração. Desmata-se para ganhar dinheiro.

*Nenhum tempo é tempo bastante
para a ciência de ver, rever.
Tempo, contratempo anulam-se,
mas o sonho resta, de viver.*

(Carlos Drummond de Andrade)



O desafio que ora se coloca é descobrir como lidar com uma Natureza que responde às ações em um tempo muito mais longo do que o tempo esperado. Mudanças produzidas no presente só terão uma resposta em um futuro distante. E, de acordo com todas as previsões, já ingressamos em um quadro de crises anunciadas sem que tenhamos soluções.

O que está se vivendo é o impacto entre uma visão imediatista, em que se olha o que se pode tirar da Natureza em benefício de uns poucos, e uma perspectiva de longo prazo, cujo horizonte está além de nossa imaginação, e que exige um modelo de desenvolvimento. Mais de metade dos investimentos globais ajudam somente cerca de 20 países, beneficiando menos de 15% da população mundial. E as cifras são mais alarmantes: 50% dos países mais pobres recebem 0,5% do produto global. Noventa por cento da riqueza global está nas mãos de apenas 1% dos habitantes!

Junte-se a isso o fato de que a água potável está desaparecendo

devido aos altos níveis de poluição. O ar que respiramos está sendo contaminado numa taxa sem precedentes. A produção de alimento, embora com um grande excedente, não está chegando às áreas mais carentes. Crises e crises que estão, direta ou indiretamente, associadas à preservação da Natureza.

O grande desafio que o mundo vive hoje é descobrir como preservar a existência da diversidade, biológica e cultural, para garantir que haja um futuro saudável não só para os humanos. Para que isto possa ocorrer, é indispensável que se conheçam mais e mais as sutis variações da Natureza. Neste campo não há disciplinas, mas uma necessidade imperiosa de se debruçar sobre a Natureza e utilizar todas as formas de conhecimento que temos para saber respeitá-la. Física, biologia, geologia, antropologia, história, política, economia... Não importa o nome da área de conhecimento, todas elas deverão estar debruçadas sobre a questão da diversidade para que não se repita um erro cujo preço está sendo alto: a destruição da diversidade em nome do progresso e de um lucro imediato.

A VIDA NA GOTA D'ÁGUA

Quais são os mistérios que esta lagoa esconde? Todo canto tem seu encanto. No Lago Ness, na Irlanda, o monstro mitológico esconde-se há séculos desafiando toda a tentativa que se fez para documentá-lo. Existe tal monstro? Ou tal monstro é um delírio?

A lagoa esconde-se em seu espelho d'água. Quando olhamos a água vemos a imagem do céu, o contorno das montanhas, as belas nuvens brancas. Mas não vemos seu interior, não penetramos em suas águas e acabamos vendo o mundo externo na imagem virtual. Perdemos assim a possibilidade de descobrir um mistério que se esconde abaixo da superfície. Só há um jeito de descobrirmos seus segredos. É entrarmos em suas águas, penetrarmos no mundo aquático e olharmos suas entranhas.

Vamos descobrir que existe vida, vida microscópica, além de camarões e peixes. Precisamos dos olhos de um microscópio para vermos este mundo que cabe numa gota d'água. Seus habitantes são organismos que podem ser UM milhão de vezes menores do que nós. Neste mundo microscópico nossos novos amigos têm nomes complicados. São rotíferos, amebas, paramécios e tantos outros desfilar e trabalhando na árdua tarefa de encontrar alimentos. Porque, como nós, eles também precisam comer.

São habitantes do mundo microscópico que se escondem na água. Mas falando em vida microscópica, ou não, vem logo uma série de perguntas sobre hábitos e necessidades. Veja, por exemplo, este rotífero, parece mais um enorme monstro marinho, embora tenha menos de 1/10 de milímetro de comprimento. Ainda assim, tão pequeno, ele é capaz de grandes proezas. Muitos vivem juntos a algas e musgos e resistem a condições extremas. Às vezes hibernam por até quatro anos. A luz do microscópio atravessa o seu corpo, permitindo ver o movimento contínuo de seu intestino e estômago. Seus dentes, chamados de masdax, trituram os alimentos, a maioria protozoários, e outros rotíferos.

Este bichinho nervoso e agitado, que parece não ter medo de nada, tem o pomposo nome de copépode. Parece-se com um camarãozinho, e de fato é um parente dos camarões, lagostas, enfim, de todos os crustáceos. Copépode é meio brigão, eu diria, mas é também bastante simpático. Muito de perto, ele mais se parece com um extraterrestre com suas várias antenas na cabeça e pernas ágeis, além de um par de olhinhos que muitas vezes se fundem num único olho no centro da cabeça. O que será que ele enxerga? Nós o encontramos por aí, em águas de lagoas ou do mar. Fazem parte do zoopla, que é a população de microorganismos das águas. É um bom petisco para alguns peixes



e até a colossal baleia aprecia bastante comê-los.

Por que organismos tão pequenos não podem se parecer conosco, mulheres e homens, e devem ter estranhos hábitos? Este é o nosso engano maior. Pensarmos que somos tão diferentes. Não pense, entretanto, que a vida nesta escala diminuta é tranqüila e calma. A luta pela sobrevivência é constante. Uma pequena morticela, por exemplo, é constantemente ameaçada pelos seus companheiros. Este protozoário, que tem minúsculos cílios na parte anterior da célula, lembra uma bela flor flutuante na água. Sua tranqüilidade é aparente. Quando algo a perturba, ela se encolhe rapidamente numa atitude de defesa. Este momento de defesa é comum a vários microorganismos. Este organismo ciliado, por exemplo, está encolhido porque encontrou um meio tóxico. Mais parece uma pequena bola. Nesta situação ele consegue reduzir ao máximo sua área de contato com o meio e se proteger do veneno. Mas nenhum ser vivo pode ficar encolhido o tempo todo se protegendo. Ele precisa necessariamente interagir com o meio para obter nutrientes e abrir mão de tudo o que não tem mais utilidade. Nosso ciliado acaba se rendendo e volta relutante à sua vagarosa caminhada em busca de alimentos.

É curioso percebermos que mesmo tão pequenos, os microorganismos se orientam e procuram ficar nas

regiões melhores para a sua sobrevivência. Alguns possuem sensores na superfície da célula que identificam os nutrientes fazendo com que eles nadem para as regiões de maior concentração de substâncias apetitosas. É uma espécie de olfato num nível microscópico que tem o nome de quimiotaxia. Outros simplesmente se deixam cair para o fundo, local onde há maior depósito de nutrientes. É a chamada geotaxia. Alguns, se orientando pela luz vinda da superfície, procuram a região da água onde deve haver maior quantidade de alimento. São organismos fototáticos. Existem ainda os que se utilizam do campo magnético da Terra. Estes organismos funcionam como pequenas bússolas capazes de nadarem na água. Orientam-se ao campo como agulha de uma bússola e nadam. Eles nadam para o fundo pois o campo terrestre é inclinado. Para que isso possa ocorrer, estes organismos possuem uma cadeia de cristais magnéticos microscópicos. Este mecanismo é conhecido como magnetotaxia.



Ação destes microorganismos sobre o meio é de fundamental importância para todas as formas de vida na Terra. Não devemos subestimá-los só porque os protagonistas são pequenos. É verdade que só os vemos com auxílio do microscópio. Mas

vemos a ação e as alterações que eles produzem porque existem em grandes quantidades. Eles se reproduzem facilmente, mas não imaginamos que estes seres tão pequenos possam apresentar diferenciação sexual. Os copépodes, por exemplo, são animais sexuais. *Madame* copépode tem antenas diferentes de *monsieur* e carrega, orgulhosa, seus ovos numa bolsa ventral. *Monsieur* prende-se nas antenas posteriores de *madame* e corre com ela uma longa corrida que só irá terminar quando o macho fertilizar a fêmea. Depois é só esperar que os copepodinhos irão aparecer para popular o meio.



Nos organismos unicelulares, a reprodução se dá, em geral, por divisão celular. Uma célula se divide em duas, de forma que o organismo jamais conhece sua mãe. Esta divisão pode ocorrer em condições próprias a cada vinte minutos. Falando-se assim não parece muito. Uma célula depois de vinte minutos, se divide em duas que, por sua vez, vinte minutos depois, irão dar quatro e assim por diante. No fim de doze horas a célula terá dado origem a mais de 65 bilhões de células. É claro que nem todas irão sobreviver porque são comidas por outros organismos que estão por perto.

Com estes números enormes é natural que possamos ver populações de microorganismos. Vamos observá-los, por exemplo, na cor da



água do mar ou da lagoa. Às vezes vemos a água mais escura ou mais verde.

Este efeito é devido à alteração da população de algas microscópicas. Se lembrarmos então que existem mais de 50 mil espécies diferentes só de protozoários, como os paramécios e as amebas, temos a idéia do populoso mundo que se esconde de nós devido ao tamanho reduzido de seus habitantes. Eles estão continuamente alterando a composição da água e do ar desde que a vida apareceu na Terra. Quando uma célula morre, ela libera compostos orgânicos que servirão de alimento para outros organismos. Ou então um come o outro porque nem sempre se tem tempo de esperar.



Acredita-se que a vida na Terra teve seu início há 3,5 bilhões de anos atrás quando surgiram as primeiras bactérias. Naquele tempo a atmosfera e as águas dos mares e lagoas tinham uma composição diferente. O ar, por exemplo, era rico em nitrogênio e gás carbônico, mas quase não tinha oxigênio. Além disso, a atividade vulcânica era intensa e terríveis tempestades elétricas deviam ser freqüentes. As águas eram ricas em compostos com carbono, indispensáveis para a vida. Estas substâncias serviram de primeira refeição para as primeiras células que apareceram na Terra.

No meio destes seres devem ter surgido, vários bilhões de anos depois, as primeiras células com uma substância nova chamada clorofila, responsável pela fotossíntese. No interior destas células teve início uma intrincada seqüência de reações químicas que, com o auxílio da energia solar, transformavam moléculas do meio em complexas substâncias orgânicas, liberando oxigênio molecular para a atmosfera. Com o tempo, a atmosfera da Terra foi sendo poluída com oxigênio. Esta alteração possibilitou o surgimento, na Terra, de novos organismos que utilizavam o oxigênio no seu metabolismo. Desta forma, a vida superior na Terra só foi possível graças à produção de oxigênio feita por organismos unicelulares clorofilados.

Esta situação ainda é verdadeira. Só vivemos porque uma enorme população de algas microscópicas está permanentemente produzindo oxigênio. O oxigênio, na forma de gás, ganha altura e atinge a atmosfera. Através da respiração, os animais obtêm energia e produzem a síntese de novos compostos orgânicos. A parte do oxigênio que não é utilizada pela respiração sobe mais alto e se recombina na alta atmosfera formando uma camada protetora de ozônio que evita a incidência de ondas ultravioletas que vêm do Sol, protegendo a vida na superfície. O organismo superior, por seu termo, libera água e gás carbônico que alimentam os microorganismos. O ciclo está fechado.

O grande agora alimenta o pequeno num tênue equilíbrio que se altera sutilmente há mais de um milhão de anos.

Entendemos alguns aspectos deste mundo microscópico. Mas ficamos impressionados com a diversidade do que observamos. Já-
mais iremos compreender, por exemplo, como estes microorganismos



não se chocam neste tráfego intenso. A ciência é capaz de explicar diversos fenômenos. Mas será ela capaz de desvendar todos os mistérios da vida? Numa pequena gota d'água retirada de uma lagoa encontramos tantas manifestações diferentes da vida que ficamos espantados com a complexidade da natureza e somos levados a ficar mais humildes. Cada dia mais humildes. Enfim, somos tão pequenos.

A VIDA NA GOTA D'ÁGUA

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Luís Inácio Lula da Silva

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Sergio Machado Rezende

SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA INCLUSÃO SOCIAL – SECIS

Joe Carlo Viana Valle

SUBSECRETARIA DE COORDENAÇÃO DAS UNIDADES DE PESQUISA – SCUP

Luiz Fernando Schettino

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS – CBPF

Ricardo Galvão

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS – MAST

Alfredo Tolmasquim

PROJETO “BIODIVERSIDADE”

COORDENAÇÃO

João dos Anjos (CBPF)

CONCEPÇÃO

Dayse Lima (CBPF)

SUPERVISÃO DE TEXTO

Márcia Reis (CBPF)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Ampersand Comunicação Gráfica (www.amperdesign.com.br)

APOIO

DEPARTAMENTO DE POPULARIZAÇÃO E DIFUSÃO DE C&T – DEPDI/MCT

SECRETARIA DE C&T PARA INCLUSÃO SOCIAL – SECIS/MCT

Este material foi produzido com o objetivo de estimular a difusão e popularização da ciência durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2008.

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS – CBPF

R. Dr. Xavier Sigaud, 150 – Ed. César Lattes – Urca - Rio de Janeiro – 22290-180 - RJ

Fone: (21) 2141-7291 - Fax: (21) 2141-7400 - www.cbpf.br

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS – MAST

R. General Bruce, 586 - São Cristóvão – 20921-030 - Rio de Janeiro - RJ

Fone: (21) 2580-7010 – Fax: (21) 2580-4531 – www.mast.br



Ministério da
Ciência e Tecnologia

