

## REALIDADES E PERSPECTIVAS DOS RECURSOS HÍDRICOS<sup>7</sup>

A Ecologia não é uma ciência individualizada, mas de grupo que os cibernéticos deverão incluir num modelo que defina o fluxo da evolução, a longo e médio prazo de acordo com as probabilidades e as variáveis que as várias ciências em interação na Ecologia vêm prevendo progressivamente.

Posto isto, os humanos jamais poderão continuar pensando em termos políticos e econômicos, antes terão de fazê-lo em termos científicos, tecnológicos e organizativos, segundo diretrizes essenciais para que possamos controlar nossa evolução.

A Terra contém sistemas engenhosos e auto-renováveis da vida. Porque não concentrarmos e empenharmos neles nossa inteligências e conhecimentos? Todavia SKOLIMWSKI não é otimista quanto a este aspecto ao afirmar "que qualquer tentativa para humanizar o presente sistema, injetando-lhe valores mais humanos, está condenada ao fracasso porque o sistema é extremamente resistente a essas operações cosméticas".

Assim, a legislação ecológica não pode concentrar-se na repressão. Ela deve ser antes essencialmente preventiva e educativa. Assim sendo, ela não pode ser ditada por políticos e juristas que, normalmente não podem fazer previsões da evolução para além de 5 anos. É que a legislação ecológica ter-se-á de fundamentar numa estratégia que só poderá ser definida por cientistas e cibernéticos.

Nesta estratégia, teremos de enfrentar a premissa de que não poderemos viver em ambiente de alta qualidade. Mas mesmo assim, há que predizer determinadas normas que assegurarão um bom nível de qualidade ambiental, susceptível de assegurar nossa sobrevivência e evolução. E isso é possível nas condições aqui salvaguardadas. Jamais então se poderão sacrificar áreas de expressiva produtividade, como estuários e áreas costeiras, no caso dos recursos em causa. Assim, por exemplo, alguns "desertos" oceânicos com áreas parcialmente disponíveis poderão, em futuro não muito longínquo, constituir alternativas para implantação de certas indústrias, utilizando plataformas ou ilhas flutuantes susceptíveis inclusive da mudança de local, quando as condições de qualidade ambiental o imponham.

A implementação de complexos industriais sucedâneos de forma a constituírem uma cadeia de plantas para aproveitamento dos produtos de rejeição ou de subprodutos, operando portanto em circuito mais ou menos fechado, terão de tomar o lugar dos atuais complexos industriais especializados. A sincronização do desenvolvimento demográfico, do potencial de desenvolvimento econômico e da capacidade de resolução dos problemas ecológicos deverão constituir o código moral prioritário sem desvios e alternativas. E quem for contra, que faça seguir sua contestação de melhor solução.

Os diversificados recursos hídricos oceânicos e interlandes constituem matéria de particular relevância, integrando aspectos físicos, químicos e biológicos e as suas naturais e peculiares implicações tecnológicas e sócio-econômicas, sobre os quais se terão de concentrar e sistematizar as linhas de ação para o eco-desenvolvimento.

Assim é, que um sistema organizacional nestes moldes compreenderá:

- um setor primário de produção com seus meios logísticos quer marítimos quer limnéticos;
- um setor secundário com suas indústrias de beneficiamento e de transformação;

<sup>7</sup> Jorge Avelino da Lanca Falcão Paredes, Professor Substituto do Departamento de Geoquímica do IGEO/UFBA.

- um setor terciário de administração pesqueira e comercialização;
- um setor de investigação das pescas em seus vários níveis da cadeia trófica;
- um setor de preservação e conservação da qualidade ambiental, de acordo com suas aptidões e finalidades, ao qual associamos o da educação e formação de profissionais.

O fomento da "pecuária" nos espaços hídricos, marinhos costeiros e interlandes, naturais e artificiais, deverá ser então uma prática rotineira, particularmente nos países de baixa latitude, em decorrência do seu conspícuo potencial energético.

Em favor desta estratégia salienta-se que, na corrida à produção natural por captura, 3/4 partes desta é monopólio de apenas 14 países. O esforço de pesca em determinadas áreas oceânicas sobretudo nas mais ricas, vem aumentando, dispondo de uma tecnologia cada vez mais refinada. Esta situação faz naturalmente prever uma rentabilidade cada vez menor, relativamente ao esforço de pesca. Outro fundamento para a aquacultura relativamente a pesca é a dependência desta do combustível fóssil como fonte não renovável, enquanto a aquacultura pode ser praticamente baseada em fontes naturais de produção de energia, que referiremos mais adiante.

É precisamente entre aqueles 14 países que vamos encontrar os mais empenhados na aquacultura, afim de através dela atenderem aos compromissos de mercado concernentes aos "stocks" naturais, sobre os quais exercem seu esforço de pesca. No Brasil existem, nos seus 8 milhões de km<sup>2</sup>, 2,5 bilhões de hectares represados. O Brasil é, se não o mais rico, um dos mais ricos países em bacias hidrográficas. A sua costa - enorme - possui áreas estuarinas, baías e enseadas de invejar. Convém lembrar que os estuários são os ecossistemas de maior reprodutibilidade energética de entre todos os ecossistemas hídricos. Todos estes espaços aquáticos devem ser religiosamente preservados visto que eles representam uma riqueza potencial. Não menos importância terá a maricultura de áreas neríticas e mesmo de áreas oceânicas. De plataformas, à construção de ilhas flutuantes, estas com "enseadas" de cultivo ou servindo de base a "rebanhos" de peixe comandados por reflexos condicionados e tocadas por "pastores" marinhos domesticados para o efeito, tudo isso está em futuro próximo ao alcance do homem e da tecnologia desenvolvida por ele. Estas ilhas flutuantes terão ainda a vantagem de se deslocarem de acordo com as condições sazonais e dinâmicas mais favoráveis.

A captação de águas enriquecidas por ressurgências já vem sendo praticada em alguns países, incluindo o Brasil. Este, o caso do Projeto de Cabo Frio, de concepção do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira. Esta mesma opção pode ser concebida em plataformas localizadas em bancos ou nas proximidades de ilhas submarinas, onde se gerem ressurgências e outros tipos de mistura. A eutroficação de áreas marinhas, através do afundamento de lixo orgânico em locais racionalmente escolhidos (caso das áreas sujeitas a ressurgências), é cada vez mais viável para fomento da produção marinha. A ressurgência provocada de águas pouco profundas é já uma prática testada e com perspectivas futuras sobretudo em certos espaços hídricos interlandes e marinhos, aqui ficando uma boa sugestão para o aproveitamento do lixo orgânico. Não sem custos, está claro, porquanto se torna necessário fazê-lo chegar aos locais e fundos racionalmente escolhidos, onde serão reciclados.

Esta matéria prestar-se-ia a fazer voar a imaginação concebendo muitas mais situações que o futuro da maricultura e da aquacultura em geral vão ter de adotar. Vem sendo, assim, largamente experimentadas estruturas de diversos materiais implantados a várias profundidades de áreas costeiras com a finalidade de atrair e concentrar cardumes. Algumas destas são bem rudimentares e de utilização bem antiga, outras denominadas por recifes

artificiais induzidas pela concentração de cardumes em torno de velhos barcos afundados, vêm sendo desenvolvidos com sucesso.

Empreendimento industriais de aquacultura utilizando reflexos condicionados é uma realidade não só para nutrição automática de cardumes, mas também para concentração e captura destes. Estudos de acústica dos seres que habitam o mundo do silêncio para os homens, têm vindo a proporcionar melhor conhecimento destes e permitindo o seu uso de forma mais racional, já que a lei da crueldade-fisiológica é um determinismo ecológico.

As perspectivas da produção hídrica para o ano 2000, de acordo com RICHER, atingirá, incluindo a produção natural, 150-160 milhões de toneladas o que representa 30% das necessidades protéicas e 3% das carências calóricas. Segundo CHAPMAN, este cálculo atinge 400 milhões de tons., mas este autor está nele incluindo outros níveis tróficos, como algas e zooplâncton.

A ecologia do meio aquático é obviamente mais complexa que a ecologia continental, havendo que acrescentar-lhe uma 4<sup>a</sup> dimensão (a dinâmica de fluidos) além da sua 3<sup>a</sup> dimensão.

De acordo com a FAO, o Brasil tem um consumo de pescado relativamente baixo, em apenas  $\pm 8$  kg/cap/ano. A população brasileira atendendo ao seu crescimento demográfico, vai requerer um aumento de 1 milhão de tons., para manter o mesmo consumo per capita.

A situação é porém mais pessimista na medida em que, existe já uma escassez de alimento animal que se vai agravar com os números suprarreferidos. Mesmo assim, as previsões estimam um deficit de 50%, que para ser atenuado, requer um esforço grande no sentido de fomentar paralelamente a produção pecuária e produção hídrica, tanto por ação da aquacultura natural como da aquacultura intensiva. Por aquacultura natural consideramos os ecossistemas interlandes e litorâneos sujeitos a um esforço de pesca superior ao suportado por eles e carentes por isso da renovação de "stocks". A aquacultura artificial compreende a prática em sistemas simulados onde se assegura todo o ciclo de vida em regime extensivo ou intensivo. Qualquer destas duas práticas são de vital importância para o futuro da humanidade.

E não estará longe o dia em que tenhamos de criar em nossos jardins e em nossas áreas livres, proteína animal de pequeno porte, aquáticos ou terrestres. As proteínas já deficitárias serão o grande estigma da crise de fome mundial para qual se caminha. A biotecnologia caseira vai ser outra alternativa acessível ao homem. Proteínas de galináceos e de peixes serão então proteínas de porte médio, requerendo, mesmo em confinamento, espaços relativamente grandes.

Um sistema de cultivo intensivo, pressupõe um fluxo bio-econômico com inúmeras etapas, como controle ambiental, viveiros, nutrição, colheita e processamento que requerem investimentos e que no final terão de ser cobertas pelo mercado. Naquelas várias etapas - como o controle ambiental e o controle biológico - a conservação de energia e a conversão de energia são aspectos de suma importância. A acumulação de energia eólica para múltiplas finalidades é possível e viável. Merece uma profunda reflexão o que aconteceu nos países industrializados, onde a produção econômica duplicou em 20 anos; já o consumo de energia duplicou entre 10-15 anos, enquanto a duplicação da rejeição de lixo aconteceu em apenas 10 anos.

E cabe aqui lembrar que os grandes confrontos do homem não são só com a natureza: tomando o Brasil como exemplo, este País recebe em cada dia energia solar no valor aproximado de  $26 \times 10^9$  kilowatts/hora. E como o sol, quando nasce, é para todos, cada brasileiro está diretamente recebendo  $230 \times 10^3$  kilowatts/hora (OSWALD, 1976). É ape-

nas uma fração de toda esta energia que comanda todo o ciclo da água entre a hidrosfera - litosfera - atmosfera.

O maior problema com a energia solar é a eficiência de sua conversão e armazenagem, isto é, a forma como aproveitá-la. A população mundial no ano 2000 deve dispor de um potencial de produção, baseado em dados recentes, de apenas 5 acres/capita com as seguintes características de aproveitamento: 1/4 arável, 1/4 de pastos e 2/4 inaproveitáveis.

Desta situação infere-se que os espaços aquáticos e oceânicos vão, no futuro, deixar de ser só disputados ao nível dos Estados para passarem a sê-lo, também, ao nível de sociedades e ao nível individual, tal como vimos assistindo desde há séculos nos continentes. O nível trófico, entre os biota aquáticos que dispõe de maior eficiência de conversão e armazenamento da energia solar, são, como todos sabem as algas macroscópicas e microscópicas, muito especialmente estas. Embora a eficiência destas seja algo menor que os vegetais continentais, a 3ª e 4ª dimensão do meio hídrico permite produzir a mesma quantidade de matéria orgânica em áreas bem mais reduzidas. Por outro lado, as algas macroscópicas e microscópicas, sem outra utilização de maior interesse econômico, podem, através da energia transformada, ajudar à produção primária continental servindo com sua riqueza mineral "bombeada" do meio hídrico. Isto equivale ao estabelecimento de uma reciclagem mineral entre oceanos e continentes. Algas calcáreas como *Sythothamnion* (abundando o NE brasileiro), sendo fixadoras de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , oferecem ótimo adubo em solos ácidos. Mas isto não representa novidade visto que a utilização de algas macroscópicas, sobretudo dos sargaços, vêm sendo utilizados como fertilizantes, desde há séculos, por vários povos, dispensando o emprego de fertilizantes químicos. Mas não podemos ignorar que até mesmo estes fertilizantes naturais podem reciclar efeitos e contaminantes se não nos decidirmos, com a maior convicção, por uma estratégia ecológica.

O fitoplâncton pode atingir uma biomassa de muitos milhares de toneladas, milhares de vezes maior que a biomassa global acumulada nos peixes e outros organismos marinhos. Em termos de produção orgânica representa cerca de 126 bilhões de toneladas, de carbono comparado com 20 bilhões de toneladas, produzidas pela flora não aquática.

Estes microorganismos fotossintéticos podem "bombear" cerca de 4 bilhões de toneladas, de nitrogênio, e mais ou menos 500 milhões de toneladas de fósforo.

*Chlorella* e *Scenedesmus*, microalgas clorofíceas podem representar uma eficiência correspondente a cerca de 5-6 Kilo-calorias/grama de substâncias voláteis, como  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ , equivalentes a 50-70% da sua energia fixada. E estas algas são apenas 2 exemplos porquanto, muitas outras, entre as quais destacamos as algas azuis-verdes (Cianofíceas) muitas delas fixadoras do nitrogênio elementar podem ser utilizadas como conversores e acumuladores de energia. E aqui ressalta lembrar de outra aplicação de certas plantas superiores e das algas em sistemas de tratamento de meios poluídos para posterior utilização como fertilizante natural ou produção de energia, prática já bem conhecida, embora pouco praticada.

Quem pratica a aquacultura sabe, por experiência, a sua dependência de culturas contínuas ou semi-contínuas de algas necessárias para alimentação ou suplemento nutricional dos estados larvares de crustáceos e moluscos bivalves em desenvolvimento em suas "hatcheries" ("chocadeiras").

Na verdade as algas estão predestinadas a desempenhar relevantes e multi-serviços, e não só como conversores e acumuladores de energia, mas também como dietas subsidiárias de outros níveis tróficos, inclusive o do homem. Várias algas como as do Gens. *Porphyra*, *Gracilária*, *Laminária* e *Chondrus* (Irish Moss) vêm sendo, desde há séculos, usadas como alimento subsidiário e por isso todos nós sabemos que sua cultura é uma prática antiga prin-

principalmente entre japoneses e chineses. E, se aquelas algas, entre outras, servem ao homem, fornecendo-lhes, em especial, vitaminas e sais minerais em que são ricas, outras como *Macrocystis*, *rhodymenia* e *Alaria* são freqüentemente utilizadas como adicionais de forragens. E não só, porquanto derivados de vários tipos de algas, têm aplicação nas indústrias de cosméticos, farmacologia, medicina, tintas, vernizes, adesivos e colas, alimentos, celulósicas, detergentes, inseticidas, plásticos, borracha e confecção de películas fotográficas.

É já uma realidade nos EUA o cultivo de algas gigantes da espécie *Macrocystis* baseado em plataformas marinhas com tecnologia para gerar a ressurgência de águas do fundo para o conveniente "casamento" dos fatores minerais nutricionais e da energia solar. Nele se pretende o armazenamento de energia com uma eficiência de conversão de 5% para alimento do homem e 50% para a produção de combustíveis. A equipe envolvida neste projeto, estimou que uma "farm" marinha de cerca de 3 km<sup>2</sup> pode produzir o suficiente para alimentar entre 3.000 a 5.000 pessoas e a suficiente energia para 300 pessoas com as mesmas exigências energéticas per capita de um cidadão dos U.S.A.

Israelenses, utilizando a mesma água salobra com que fazem culturas nos desertos, cultivam algas de alto teor protéico que poderão ser também utilizadas para a extração de enzimas, entre outras utilidades como por exemplo a de produção de glicerol. Na Itália e em outros países, trabalha-se intensivamente e com sucesso na utilização de algas microscópicas para a produção de proteínas visando enriquecer as dietas humanas.

Já aludimos à utilização de certas algas e de plantas aquáticas no saneamento básico (tanques ou lagoas de oxidação), com a finalidade de atenuar altos níveis de BOD. Todavia esta função pode envolver tecnologias necessárias a eliminação de certos inconvenientes que podem incorrer na sua aplicação.

Em conclusão, a sua utilização tem limites e condicionalismos. É o caso da Baronesa ou Jacinto de água (*Eichornia crassipipes*), uma planta superior de água doce que durante muito tempo foi combatida como infestante e hoje devidamente condicionada, está prestando ótimos serviços no tratamento de efluentes de altos teores orgânicos e de metais pesados, desde quando se desenvolveu tecnologias para a aplicação do lixo que ela constitui. Esta planta de alta taxa fotossintética, prolifera vegetativamente, competindo com as bactérias saprófitas, consumindo matéria orgânica solúvel e "bombeamento" em grande escala, os excedentes de metais pesados na água. Mas tudo isto, porque a sua fácil captura, permite que os sais minerais, a matéria orgânica e os metais pesados nelas acumulados e sobretudo a energia nela fixada, possam ser utilizados e transformados como fertilizadores ou como forragem, ou como gás metano e conseqüentemente como energia. O maior inconveniente na utilização das algas ressalta da dificuldade de sua captura, particularmente as das algas unicelulares, que requerem meios bem mais sofisticados e onerosos. Mas em contrapartida elas oferecem uma possibilidade ainda não devidamente explorada: a da sua resistência conferida por adaptações mutagênicas a condições ambientais de exceção. Então, não será difícil de admitir a adaptação por recombinação genética de bactérias e algas a um determinado metal contaminante que acumulado por esta, pode seguidamente vir a ser recuperado após ação fermentativa ou lixiviação, objetivando a concomitante libertação de energia acumulada. Muitas "fantasias" como esta, são realidades ao alcance do atual "Know-how" do homem constituindo a ciência da biotecnologia.

A sobrevivência e ambiente é, como aqui se evidenciou, um binário que tem de se sustentar harmonicamente para se manter em equilíbrio. Vem sendo crescente a competição homem/natureza e sobretudo a competição interespecífica homem/homem, condição que impõe um também crescente desenvolvimento da inteligência coletiva.

Segundo Josué de Castro "só um novo tipo de homens capazes de ousar pensar, de ousar refletir e de ousar passar à ação poderá realizar uma verdadeira economia baseada no desenvolvimento humano e equilíbrio". É este o caminho para o desenvolvimento da inteligência que terá de passar pela educação, ensino, disciplina e organização.