

The background of the cover is an aerial photograph of a tropical river system, likely in the Amazon basin. The river is a prominent blue line winding through a dense green forest. A yellow grid is overlaid on the image, suggesting land use planning or agricultural expansion. The text is large, bold, and semi-transparent, allowing the background image to be seen through it.

# DESAFIO AMAZÔNICO O FUTURO DA CIVILIZAÇÃO DOS TRÓPICOS

SCT/CNPq

Programa do Trópico Úmido

EDITORA



UnB

---

A questão amazônica tem inquietado não só a comunidade científica mundial, preocupada com a preservação ambiental do planeta, mas também a comunidade política e econômica. Esse sentimento tem provocado muitos debates que colocam algumas questões fundamentais para a compreensão do trópico úmido.

Objetivando aprofundar uma discussão *multidisciplinar* sobre como responder ao desafio amazônico para empreender um processo civilizatório, a Universidade de Brasília e a Fundação Joaquim Nabuco realizaram o 4º Congresso de Tropicologia sobre o tema 'O Futuro da civilização dos trópicos'.

Os conferencistas (físicos, geólogos, agrônomos, biólogos, ecologistas, políticos) foram convidados pelo seu conhecimento e experiência nas diversas áreas envolvidas na construção conceitual que se pretendia elaborar.

Os temas básicos foram apresentados em nove conferências, divididas em quatro grandes grupos: o conceito de tropicologia; o homem

---

**DESAFIO AMAZÔNICO: O FUTURO DA  
CIVILIZAÇÃO DOS TRÓPICOS**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Reitor: Antonio Ibãnez Ruiz  
Vice-Reitor: Eduardo Flávio Oliveira Queiroz

EDITORA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

*Conselho Editorial*

Antonio Agenor Briquet de Lemos (Presidente)  
Cristovam Buarque  
Elliot Watanabe Kitajima  
Emanuel Araújo  
Everardo de Almeida Maciel  
José de Lima Acioli  
Luiz Humberto Miranda Martins Pereira  
Odilon Pereira da Silva  
Roberto Boccacio Piscitelli  
Ronaldes de Melo e Souza  
Vanize de Oliveira Macêdo

Este livro contém trabalhos apresentados no 4º Congresso de Tropicologia, realizado em 1987, sob o patrocínio da Universidade de Brasília e da Fundação Joaquim Nabuco, e organizado por José Walter Bautista Vidal, que também participou da seleção dos textos incluídos neste volume.

A edição foi possível graças ao apoio recebido da Secretaria de Ciência e Tecnologia e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Programa do Trópico Úmido, administrado pela Coordenação de Programas Estratégicos do CNPq. Também participou da produção desta obra o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Energia da Universidade de Brasília.

**DESAFIO  
AMAZÔNICO  
DE FUTURO  
A RECONSTITUIÇÃO  
DOS TERRAÇOS**

**Sergio de Salvo Brito (ed.)**

*SCT/CNPq*  
Programa do Trópico Úmido

EDITORA  
  
UnB

Este livro ou parte dele  
não pode ser reproduzido por qualquer meio  
sem autorização escrita do editor

Impresso no Brasil

Editora Universidade de Brasília  
Campus Universitário – Asa Norte  
70910 – Brasília – Distrito Federal

Copyright © 1990 by Editora Universidade de Brasília  
Direitos exclusivos para esta edição:  
Editora Universidade de Brasília

*Supervisão Editorial*

Regina Coeli Andrade Marques

*Equipe Editorial:*

Amabile Pierroti  
Fátima Rejane de Meneses  
Regina Coeli Andrade Marques  
Thelma Rosane Pereira de Souza  
Wilma Gonçalves Rosas Saltarelli

*Supervisão gráfica:*

Antônio Batista Filho  
Elmano Rodrigues Pinheiro

*Capa:*

Elmano Rodrigues Pinheiro

ISBN

85-230-0298-7

Dados de catalogação na publicação (CIP)  
da Câmara Brasileira do Livro (CBL)

---

Desafio amazônico: o futuro da civilização dos  
trópicos / Sérgio de Salvo Brito (ed.). – Bra-  
sília : Editora Universidade de Brasília ; CNPq  
1990. 6

247.p  
90-1431

## SUMÁRIO

Os trópicos e a civilização: antecedentes históricos de um tema atual Sérgio de Salvo Brito	1
Gilberto Freyre e a tropicologia Fernando de Mello Freyre	17
Modificações da Amazônia nos últimos 300 anos: suas conseqüências sociais e ecológicas Enéas Salati	23
<i>DEBATES</i>	39
Ecologia, limnologia e aspectos socioeconômicos da construção de hidrelétricas nos trópicos José Galizia Tundisi	47
<i>DEBATES</i>	73
Diversidade biológica, paradigma para uma civilização tropical Herbert Otto Roger Schubart	87
<i>DEBATES</i>	99
A Amazônia e o clima da Terra Luís Carlos Molion	107
<i>DEBATES</i>	120
Formação de maciços florestais nos trópicos Maurício Hasenclever Borges	135
<i>DEBATES</i>	152
A questão energética mundial e o potencial dos trópicos Luís Pinguelli Rosa	165

<i>DEBATES</i>	184
Os trópicos e o Primeiro Mundo Senador Severo Gomes	189
<i>DEBATES</i>	198
Potencialidades para uma civilização dos trópicos José Walter Bautista Vidal	213
<i>DEBATES</i>	232

**ECOLOGIA, LIMNOLOGIA E ASPECTOS  
SOCIOECONÔMICOS DA CONSTRUÇÃO DE  
HIDRELÉTRICAS NOS TRÓPICOS**

**José Galizia Tundisi**



## INTRODUÇÃO

A construção de reservatórios para diversos fins é uma das grandes experiências humanas na modificação dos ecossistemas naturais. Pequenos sistemas de acumulação de água, com o propósito inicial limitado, foram substituídos por maciços empreendimentos utilizados principalmente para a produção de energia elétrica e outros fins múltiplos, entre os quais se destacam: irrigação, produção de biomassa, transporte e recreação. O rápido aumento na construção de reservatórios e a grande dimensão desses ecossistemas artificiais têm produzido inúmeros problemas devidos às alterações nos sistemas hidrológico, atmosférico, biológico e social na região de construção e na área atingida pelo lago artificial. Uma represa é sempre construída em um sistema privilegiado para a produção de energia elétrica e, ao interceptar o fluxo de água de um rio, além das inúmeras modificações causadas em um amplo espectro de atividades e processos ao longo da bacia hidrográfica, passa a funcionar como um 'vaso de reação' ou 'coletor de eventos'.

Todo ecossistema aquático continental apresenta uma dependência e uma relação hidrogeoquímica com as condições geológicas básicas da bacia hidrográfica e com a origem das águas naturais que constituem os sistemas lótico e lêntico de uma bacia.

As represas artificiais são, portanto, complexos sistemas intermediários entre rios e lagos, cuja evolução depende da entrada de inúmeras informações no tempo e no espaço. Essas informações interferem com os processos de evolução das comunidades planctônicas, bentônicas e de peixes, e com a composição química do sedimento e da água. Além disso, represas são também uma intersecção importante no ecossistema terrestre, principalmente considerando-se a grande dimensão desses ecossistemas artificiais.

O estudo da Ecologia de represas tem, portanto, um aspecto teórico extremamente importante quando se considera o problema da evolução de ecossistemas, a teoria da informação aplicada à Ecologia e à Limnologia, e o estabelecimento de filtros ecológicos progressivos às comunidades. Por exemplo, um dos problemas essenciais a resolver em Ecologia fundamental é o acompanhamento da colonização e evolução das comunidades nos ecossistemas.

Além disso, há um aspecto prático importante quando se considera o problema do manejo dos reservatórios, uma vez que as grandes massas de água assim produzidas podem ser utilizadas para diversos fins, além da produção de energia elétrica.

## *A BACIA HIDROGRÁFICA E AS REPRESAS COMO UNIDADE*

No Brasil há inúmeras represas construídas em várias regiões com a finalidade de produção de energia elétrica ou de reserva de água e cultivo de peixes. Nos últimos vinte anos, deve-se ainda considerar a construção de grandes reservatórios no Nordeste e o início da construção de grandes barragens na Amazônia.

Em todos esses casos há uma interferência muito grande dos reservatórios nos vários sistemas de bacia hidrográfica. O novo ecossistema assim produzido constitui uma unidade de considerável complexidade ecológica, com múltiplas interações. Os dois tipos principais de escoamento que podem ocorrer nas bacias hidrográficas, que são o sistema dendrítico, com acentuada declividade, e o sistema em planície, com declividade mais suave e com meandros, sofrem profundas modificações com o represamento. Uma das conseqüências imediatas é o desaparecimento, pela elevação do nível de água, das inúmeras lagoas marginais nos sistemas de várzeas com baixa declividade e meandros. Essas lagoas marginais funcionam como capacitores da biomassa para os rios.

Nos sistemas dendríticos aumenta o transporte de sedimento, das porções mais elevadas para as regiões mais baixas da bacia hidrográfica. As inúmeras alterações que ocorrem nas bacias hidrográficas após a construção do reservatório podem ser sintetizadas da seguinte forma:

- *A Introdução de um Novo Modelo Energético*

Qualquer sistema aquático é caracterizado por três interfaces principais: interface ar-água, interface sedimento-água e interface organismos-água. Uma das principais alterações que ocorrem quando se constrói uma barragem é a ampliação dessas interfaces. Assim, um *novo modelo de fluxo de energia* é introduzido com a construção do reservatório.

- *Alterações no Ciclo Hidrológico*

Modificações no balanço hídrico, principalmente em regiões áridas e semi-áridas.

- *Impactos Geofísicos*

Modificações na morfologia dos sistemas terrestres, sismos produzidos pelas construções dos reservatórios, aumento da salinidade dos solos em certas regiões. Aumento da erosão.

- *Impactos sobre o Microclima Regional*

- *Impactos sobre os Sistemas Aquáticos*

Alterações na matéria orgânica dissolvida, condutividade da água, transporte e concentração de sedimentos. Aumento da superfície de evaporação, modificações na estrutura térmica vertical.

● *Impactos sobre a Flora e Fauna Terrestre e Aquática*

Desaparecimento de vegetação terrestre e das matas ciliares que constituem importantes sistemas de manutenção da diversidade. Alterações da fauna de peixes e aumento da biomassa de macrófitas aquáticas. Desaparecimento da fauna terrestre.

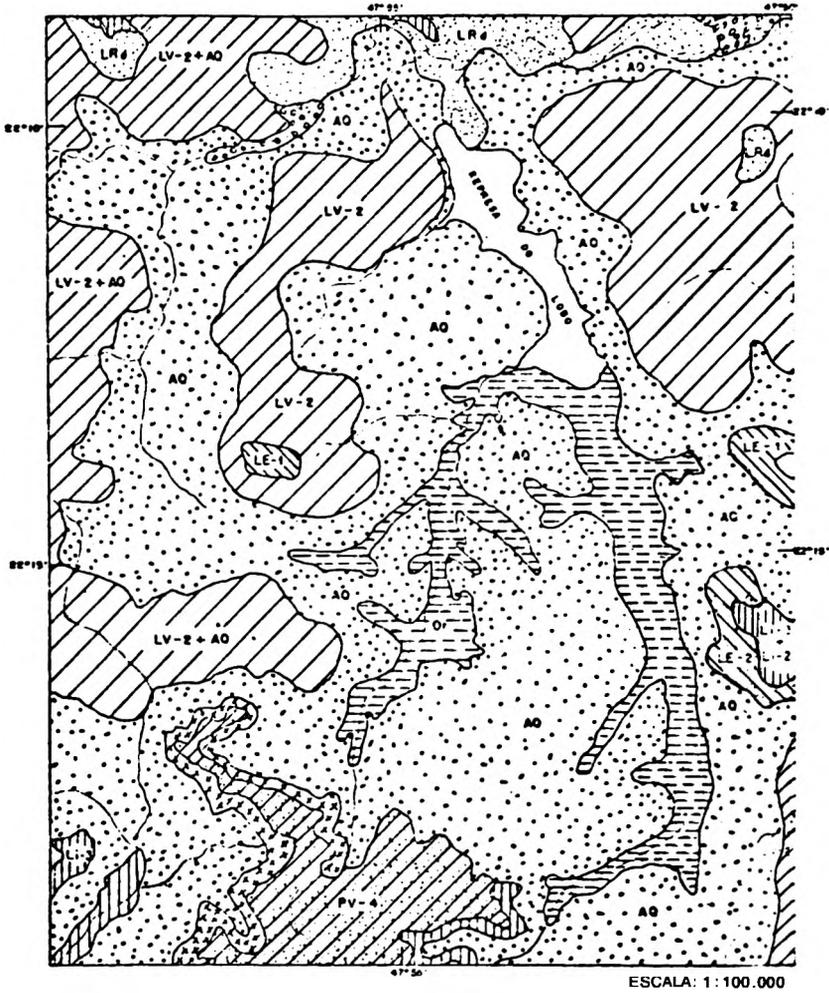
● *Impactos sobre o Homem e as Atividades Humanas*

Alterações das vias terrestres de comunicação, rompimento das atividades agrícolas, modificações estéticas na bacia hidrográfica, desaparecimento de sítios arqueológicos e necessidade de relocação das populações. Alterações das condições sanitárias e aumento da possibilidade de expansão da distribuição geográfica de vetores de doenças de veiculação hídrica.

Uma das características importantes da inserção entre a represa e a bacia hidrográfica é a modificação dos 'filtros ecológicos' que atuam como fator seletivo das comunidades, populações e espécies. O sistema terrestre e aquático em mosaico é modificado para um sistema aquático em que a micro-heterogeneidade espacial, vertical e longitudinal, é a função de força preponderante na distribuição dos organismos e na organização espacial das comunidades. A sedimentação em represas é um processo extremamente importante, pois limita o tempo de vida da represa, reduzindo o hipolimnio. Também esta sedimentação é uma consequência dos usos da bacia hidrográfica; por exemplo, o desmatamento acelera a sedimentação, seja pela ação das chuvas, seja pela ação do vento. Pode-se afirmar, portanto, que a entrada inicial de material nos reservatórios é devida à geoquímica da bacia hidrográfica e à situação desta com relação às atividades anteriores ao fechamento da represa, como o desmatamento, o uso de fertilizantes e de defensivos agrícolas.

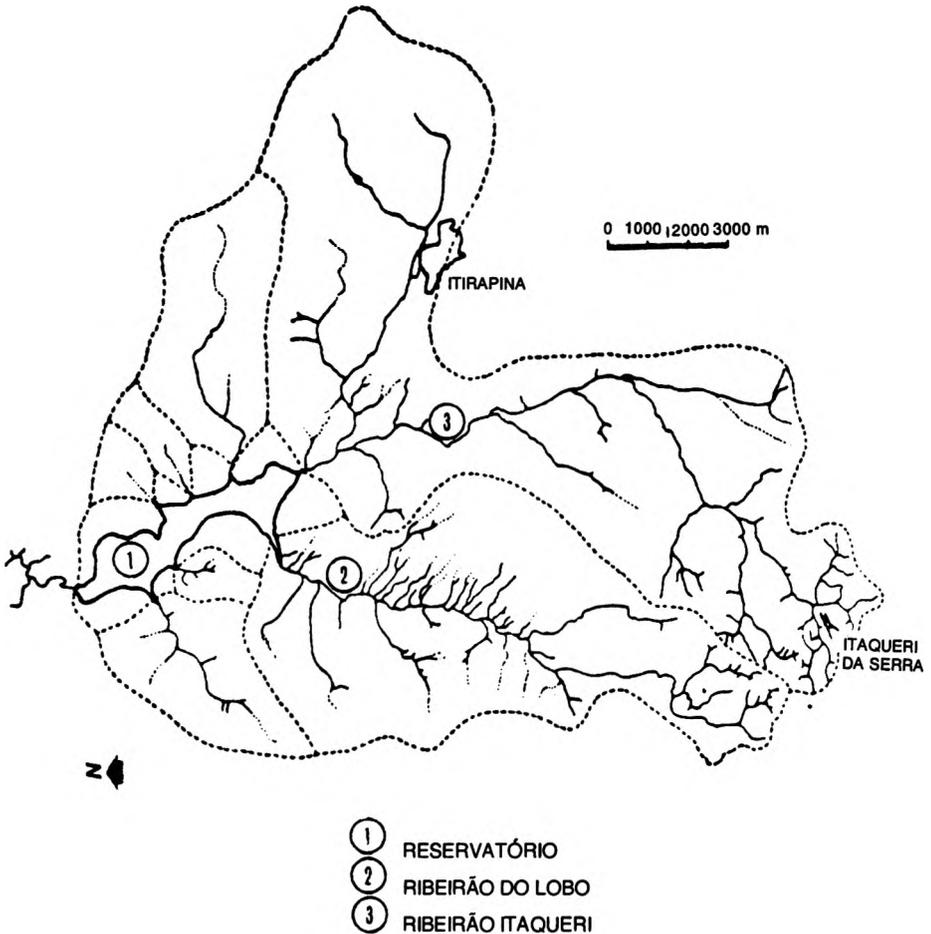
Esta nova unidade represa-bacia hidrográfica é uma unidade ecológica de alto valor teórico e aplicado. As figuras 1 e 2 mostram a represa do Lobo (Broa) no centro do estado de São Paulo, com o mosaico de solos na bacia hidrográfica.

Deve-se ainda destacar que as represas nas bacias hidrográficas representam, ainda, uma nova possibilidade de dispersão e colonização para muitos organismos, inclusive dos sistemas terrestres adjacentes, podendo também tornar-se uma barreira geográfica importante, isolando componentes ao nível de populações e de comunidades.



LEGENDA			
	LATOSSOLO ROXO		TERRA ROXA ESTRUTURADA
	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO		AREIAS QUARTZOSAS PROFUNDAS
	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO (LE - 1)		SOLOS LITÓLICOS
	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO (LE - 2)		SOLOS HIDROMÓRFICOS (O)
	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO		SOLOS HIDROMÓRFICOS (H)

**FIGURA 1.** REPRESA DO LOBO (BROA) NO CENTRO DO ESTADO DE SÃO PAULO, MOSTRANDO O MOSAICO DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA. (Fonte: Prado, Hélio do; Oliveira, João Bertoldo de. Coordenador: Almeida, Célio Luís F. de, 1981. *Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo*). É muito importante o conhecimento do mosaico de solos em uma bacia hidrográfica, devido à multiplicidade de usos que pode produzir.



**FIGURA 2.** CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO E REPRESA DO LOBO, ESTADO DE SÃO PAULO. Esta bacia hidrográfica tem sido estudada há muitos anos como um modelo de trabalho experimental que procura desenvolver alternativas para estudos básicos e vãos múltiplos.

### **REPRESAS COMO ECOSISTEMAS: PROCESSOS E MECANISMOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO**

Para a compreensão das represas como ecossistemas devem-se considerar as principais diferenças entre esses ecossistemas artificiais, os lagos e os rios. As

principais diferenças que ocorrem entre represas e lagos estão basicamente relacionadas com a origem dos dois ecossistemas. Lagos têm uma variada origem, dependendo de eventos diversos relacionados com a situação geomorfológica regional. Dos diversos mecanismos, e da geoquímica local, originam-se sistemas com processos específicos. Na América do Sul muitos dos sistemas lacustres estão diretamente relacionados com a dinâmica dos rios e, conseqüentemente, há uma dependência direta nas comunidades dos lagos da influência dos rios e vice-versa.

Os sistemas de várzeas que constituem os grandes deltas internos de rios tropicais, como o Amazonas, o Paraguai e o Paraná, dependem fundamentalmente dos mecanismos de inundações para o enriquecimento dos lagos. Nas represas a origem do sistema é menos variada: esses ecossistemas constituem uma intersecção em um determinado ponto do curso do rio, o qual, pela situação geológica, hidrológica e de vazão, representa um sistema ideal para a construção do represamento e para a geração de energia elétrica no futuro. Um dos aspectos essenciais do mecanismo de funcionamento de uma represa é a sua estrutura espacial, horizontal e vertical, muito mais heterogênea que um lago. Se muitos lagos apresentam um termoclima estável durante determinados períodos, uma represa, cuja estratificação térmica é menos estável, pode, no entanto, apresentar diversos tipos de sistemas de advecção resultantes da entrada de água nos rios, o que ocasiona uma estrutura vertical heterogênea, laminada, e transporte advectivo de material em suspensão e de organismos. Esse sistema interfere com os processos de mistura vertical e pode produzir estratificações adicionais não relacionadas com o aquecimento térmico na superfície. Além dos problemas de transporte vertical e lateral, uma represa pode ainda, como conseqüência da construção, apresentar fluxos de água em diferentes níveis, os quais são dependentes da altura da saída da água para as turbinas. Esse sistema, sem dúvida, é um importante fator ecológico no isolamento das massas de água, no transporte de nutrientes, de organismos planctônicos e de sedimentos, podendo ser também considerado como um importante sistema de fertilização da zona eutrófica.

A organização morfológica e morfométrica de uma represa que depende do tipo de construção e do estabelecimento de princípios básicos de funcionamento para geração de energia elétrica tem uma conseqüência ecológica importante: a compartimentalização do reservatório em unidades e subunidades representadas pelos braços de diferentes afluentes. Muitos apresentam uma compartimentalização horizontal, em subsistemas com diferentes padrões de circulação e tempos de residência.

A organização espacial das represas inclui não só essa compartimentalização, mas a diferenciação entre três regiões principais: a região lótica, a região de transição e a região lêntica. Esses três blocos dinâmicos distinguem-se por seus mecanismos de funcionamento hidráulico, transporte de sedimento, penetração de luz e também pelas características da comunidade planctônica e

bentônica, que respondem mais rapidamente às condições de maior fluxo ou estagnação de água e à granulometria e composição química do sedimento.

As represas podem ser caracterizadas como um ecossistema com ampla heterogeneidade espacial e vertical, devido aos inúmeros compartimentos, o que não só as torna extremamente interessantes do ponto de vista teórico, mas proporciona inúmeras possibilidades de exploração das diferenças espaciais no manejo: cultivo de organismos em determinados compartimentos, utilização de água para irrigação a partir de outros compartimentos situados nos braços do reservatório.

Represas construídas em série, em um rio, também têm características importantes como ecossistema. Se as entradas de nitrogênio e fósforo forem pequenas ao longo da série e maiores na represa que inicia esta, pode-se considerar, então, que o sistema funciona como um quimiostato (figura 3).

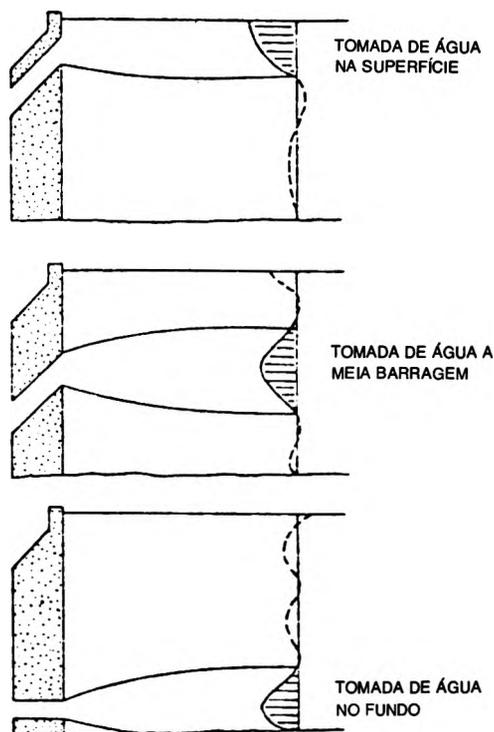
Cada represa elimina parte do ciclo de nutrientes, ocorrendo a diminuição progressiva dos efeitos de eutrofização. Tal fato pôde ser estudado nas represas do médio Tietê com as modificações na concentração iônica, penetração de luz, condutividade, produção primária de filoplâncton. Em contraste com represas, rios são ecossistemas em que o gradiente horizontal predomina sobre o gradiente vertical, e em que a profundidade é geralmente menor que a das represas. Nos rios predomina também o fluxo de água como função de força principal. Um rio depende muito mais de material alóctone que é introduzido (restos de vegetação e de organismos terrestres, sedimento) do que um sistema lêntico, uma vez que nesta há preponderância de organismos fotossintetizantes e de material autóctone (figuras 4 e 5).

### *SUCESSÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS COMUNIDADES: COLONIZAÇÃO DE REPRESAS*

Desde o princípio deste século, ecólogos como Clements, Cowles e Shelfor preocuparam-se com o problema de sucessão temporal das comunidades vegetais terrestres. Os estudos desenvolvidos por Naumann e Thieneman para lagos introduziram alguns conceitos fundamentais referentes à classificação e tipologia desses ecossistemas, com base no grau de trofia. Em 1942, trabalhando em um pequeno lago (Cedar Lake), Lindeman avançou consideravelmente o estudo e a comparação do problema da evolução de lagos do ponto de vista de alterações nas relações alimentares e no fluxo de energia (teoria trófico-dinâmica), através de um determinado período de tempo (quatro anos).

Entretanto, as represas são ecossistemas artificiais cuja idade é bem conhecida; além disso, durante o período de enchimento do reservatório, há modificações muito grandes do ponto de vista de circulação, vazão, fluxo de água, de transporte e acumulação do sedimento. Essas modificações podem ser acompanhadas, e o estudo das diversas etapas de sucessão biológica, conjuntamente com as progressivas alterações das condições físicas e químicas, constitui uma importante contribuição ao desenvolvimento de teorias de colo-

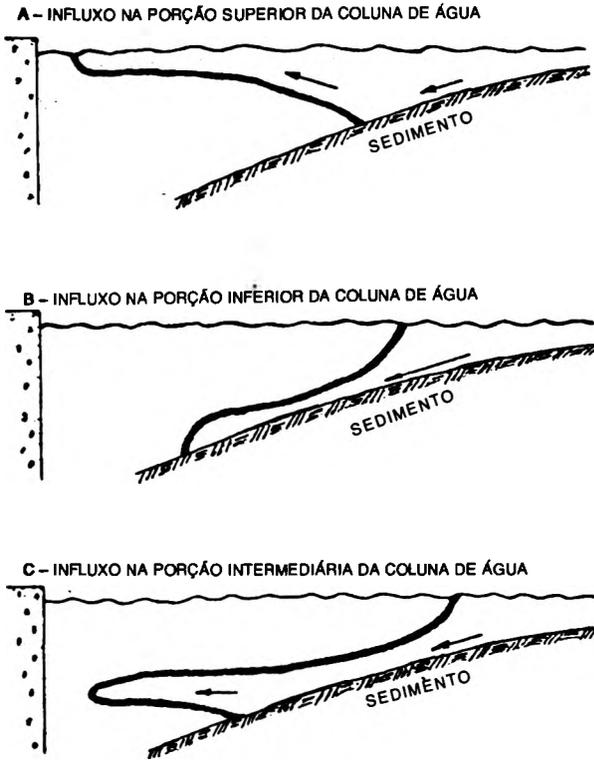




**FIGURA 4.** EFEITOS DA SAÍDA DE ÁGUA EM DIFERENTES PROFUNDIDADES E A ORGANIZAÇÃO VERTICAL DO RESERVATÓRIO.

nização de ecossistemas e da evolução progressiva dos sistemas de filtros ecológicos que se sucedem após as modificações iniciais produzidas pela barragem.

Deve ser mencionado que, se um rio apresenta uma estrutura espacial longitudinal diversificada, uma represa apresenta uma estrutura espacial longitudinal e vertical bastante diversificada. Estas diferenças resultantes dos processos de advecção e circulação, e dos efeitos das funções de força, tais como o vento, contribuem preponderantemente para as alterações espaciais e temporais que ocorrem com a comunidade planctônica, bentônica e de peixes.



PRINCIPAIS TIPOS DE INFLUXO DE ÁGUA DE RIOS NOS RESERVATÓRIOS

**FIGURA 5.** PRINCIPAIS ENTRADAS DE RIOS EM REPRESAS E DIFERENTES CORRENTES DE ADVECÇÃO. (Fonte: SCOPE, 1965).

Um dos processos importantes que ocorrem após a construção da barragem é o impedimento da migração de peixes, o que implica uma reorganização da rede trófica nas represas após o fechamento do rio.

A colonização das represas ocorre rapidamente, logo após o fechamento do rio e a estabilização do nível da água, de oxigênio dissolvido e de substratos no sistema. Por exemplo, em represas não desmatadas, os troncos das árvores remanescentes podem servir como um substrato importante para um grande número de invertebrados. Os troncos podem funcionar como um elemento de nucleação para invertebrados que ou se estabelecem sobre eles ou cavam túneis.

Esta colonização é feita primordialmente através dos rios que alimentam a represa, mas outros mecanismos ocorrem: por exemplo, as represas funcionam como rotas alternativas de pássaros que migram, o que pode introduzir inúmeros organismos se as condições forem favoráveis ao seu desenvolvimento. Certas espécies de organismos planctônicos (animais e plantas) que possuem estágios de seu ciclo de vida resistentes ao dessecamento e são dispersos pelo vento são também introduzidas no reservatório. Por outro lado, a introdução de espécies exóticas de peixes, com vistas à exploração da piscicultura, contribui para alterações rápidas no processo de sucessão, uma vez que certas espécies de organismos do plâncton e do bento colonizam o sistema por essa via (transporte por peixes).

Além disso, mudanças rápidas na estrutura da rede trófica podem ocorrer. Zaret e Paine (1973) demonstram, por exemplo, que a introdução de um predador eficiente, *Cichla ocellaris*, na represa de Gatun (Panamá), provocou drástica redução da fauna de peixes: de treze espécies de peixes existentes antes da introdução do predador, apenas duas permaneceram. Outras mudanças em vários níveis da rede trófica também ocorreram.

A dispersão de parasitoses e de doenças de veiculação hídrica por efeito do aumento da área inundada, que funciona como um ponto para aplicação da distribuição geográfica, deve ser levada em conta na ecologia da barragem, principalmente nos trópicos. A construção de barragens na África aumentou a incidência de certas doenças, como a esquistossomose, devido ao aumento da área disponível para a colonização pelo molusco, que é um vetor importante no ciclo da vida do parasita.

Van der Heide (1982) acompanhou a sucessão das espécies planctônicas na represa de Brokopondo, Suriname, uma represa tropical que inundou grande parte de floresta úmida. A seqüência de alterações que ocorre das condições do rio para a de represa foi descrita por esse autor da seguinte forma e com as seguintes fases:

- a) circulação completa nos rios e riachos que formam a represa e nos estágios iniciais do fechamento;
- b) inundação das áreas da floresta e incorporação da floresta ao sistema aquático;
- c) diminuição da turbulência;
- d) poluição orgânica;
- e) eutrofização;
- f) estratificação térmica;
- g) sedimentação e retirada da matéria orgânica e sedimentos;
- h) oligotrofização.

As etapas de *b* e *e* são consideradas transicionais. Esta situação transicional ocorre também no espaço. A distribuição temporal do plâncton mostrou, nesta

região de transição, predominância de Euglenofíceas, rotíferos e crustáceos, e mais tarde, com a estabilização do nível de água, massas de algas filamentosas e de *Eichornia crassipes* (aguapé) desenvolveram-se. Também devido ao aumento de substrato disponível, proporcionado pelas macrófitas aquáticas, a comunidade perifítica desenvolveu-se consideravelmente após o estabelecimento daquelas.

Portanto, o processo de sucessão temporal e espacial das comunidades nas represas depende da rapidez do enchimento, do desmatamento ou não, antes do fechamento, do estabelecimento de uma extensa zona do litoral que amplia o substrato, e dos processos de colonização a partir da bacia hidrográfica. O conhecimento destas etapas de sucessão e das modificações químicas que ocorrem nas represas é também importante para um futuro manejo do reservatório e para o controle das condições que limitam a produção da biomassa que pode ser utilizada para diversos fins e das condições sanitárias da água. Como os lagos, as represas também sofrem um processo de evolução. Como o tempo de existência de uma represa é perfeitamente conhecido, os processos evolutivos que ocorrem como 'registro' das atividades humanas podem ser acompanhados.

### *A EVOLUÇÃO DE REPRESAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: UM ESTUDO DE CASO IMPORTANTE*

Como já foi mencionado anteriormente, o processo de acompanhamento da evolução de represas artificiais constitui um importante dado para caracterizar aspectos da evolução de ecossistemas. O estado de São Paulo apresenta uma oportunidade muito grande para este tipo de estudo, devido à distribuição geográfica das represas, sua localização em regiões de diferentes altitudes, em bacias hidrográficas que cobrem uma vasta área do estado e situadas em um amplo contexto diversificado de concentração industrial, econômica e populacional (figura 3). Isto significa a entrada e o acúmulo progressivo de diferentes formações, as quais, dependendo da evolução do reservatório, do tempo de residência e da intensidade dos eventos, registram rapidamente as diversas fases sob a forma de organização e estrutura das comunidades, composição química do sedimento e da água e o acúmulo de material poluente dissolvido na água ou mobilizado na cadeia alimentar.

Portanto, a construção de represas representa um marco importante do ponto de vista ecológico, pois introduz um referencial no tempo, relativo aos impactos de atividades humanas no ecossistema, e ao mesmo tempo permite, com um acompanhamento detalhado, detectar respostas de componentes do ecossistema.

### *O PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO EM REPRESAS*

Eutrofização de reservatórios ou de lagos é o processo que resulta em um aumento de nutrientes essenciais para o fitoplâncton e macrófitas aquáticas,

principalmente nitrogênio, fósforo, carbono, ferro. Dos conceitos iniciais mais simples de estado trófico desenvolvidos por Weber (1907) e modificados por Naumann e Thieneman posteriormente chegou-se a uma complexa série de variáveis múltiplas para designar estado trófico. Evidentemente, só se pode definir eutrofia e oligotrofia (lagos ou represas oligotróficas são pobres em nutrientes) em um contexto regional comparativo.

A eutrofização, segundo Margalef (1983), caracteriza um estado de tensão, acelerando os ciclos de nitrogênio e fósforo e eliminando nitrogênio em excesso para a atmosfera, e fósforo e carbono para o sedimento.

Ao processo de eutrofização que se acelerou muito nos países desenvolvidos nos últimos dez anos denomina-se eutrofização cultural. No Brasil, existem exemplos muito claros de eutrofização cultural, principalmente no lago Paranoá (Brasília), na lagoa da Pampulha (Belo Horizonte) e na lagoa Taquaral (Campinas). Além disto, muitas represas no estado de São Paulo, próximas ou não a grandes centros urbanos, apresentam um avançado estado de eutrofização.

No estado de São Paulo, as principais causas da eutrofização são as seguintes:

- Despejos de esgotos domésticos
- Despejos industriais e detergentes
- Despejos de resíduos de atividades agrícolas (fertilizantes, cinzas)
- Poluição do ar e queda de material da atmosfera (em forma de partículas ou com água de chuva)

Nos países de clima frio, o uso de sal em estradas e ruas pavimentadas, para evitar o congelamento no inverno, tem adicionado concentrações elevadas de sal em lagos e represas.

Em alguns casos específicos, no Brasil, a vegetação remanescente em represas (não desmatadas) também é causa de eutrofização.

O processo de eutrofização nas represas constitui, sem dúvida, um filtro ecológico muito seletivo com relação à diversidade e sucessão de espécies. As consequências da eutrofização nos sistemas aquáticos são, principalmente, as seguintes:

- Aumento da biomassa e da produção primária de fitoplâncton
- Diminuição da diversidade de espécies
- Diminuição da concentração de oxigênio
- Diminuição da transparência da água
- Aumento da concentração iônica
- Aumento de fósforo no sedimento
- Aumento de frequência de florescimentos de cianofíceas.

Essas modificações globais que ocorrem são, entretanto, reguladas por uma série de fatores, e um dos mais importantes é o tempo de residência da água na represa, o qual funciona como um sistema de controle da biomassa e da concentração de nitrogênio e fósforo.

O processo de eutrofização e a sua evolução dependem, portanto, das características básicas de funcionamento das represas e de sua capacidade reguladora.

### ***MECANISMOS DE CORREÇÃO E PREVENÇÃO DE EUTROFIZAÇÃO***

Existe uma série de técnicas que são geralmente utilizadas para a minimização dos efeitos da eutrofização cultural. Técnicas de prevenção de eutrofização também têm sido utilizadas. Em geral, estas metodologias envolvem os seguintes processos:

- a) Diminuição e remoção da entrada de nitrogênio e fósforo.
- b) Aeração do hipolimnio.
- c) Remoção periódica das macrófitas aquáticas.
- d) Remoção dos sedimentos do fundo.
- e) Diminuição do tempo de residência.
- f) Isolamento químico do sedimento.

Técnicas mais recentes que envolvem controle biológico de eutrofização referem-se ao uso de predadores seletivos, os quais, ao deixarem de predar certos componentes específicos da rede trófica, como o zooplâncton herbívoro, possibilitam o aumento da pastagem sobre o fitoplâncton e a remoção do mesmo. Essas técnicas de biomaniplulação de reservatórios para o controle da eutrofização, aliadas à manipulação do tempo de residência e às alturas da saída da água, são aspectos importantes relacionados com o manejo do reservatório.

### ***REPRESAS ARTIFICIAIS E A TEORIA DA INFORMAÇÃO EM ECOLOGIA***

A sucessão das comunidades, a organização especial das mesmas nas represas e a diversidade de espécies dependem, portanto, da progressão dos processos seletivos que se vão estabelecendo à medida que as condições de rio são alteradas para as de represa. O processo de seleção ocorre através do estabelecimento de 'filtros ecológicos' que funcionam como informação ao sistema biológico. A eliminação progressiva de algumas espécies é resultante da ação desses filtros. Os organismos que permanecem na situação de represa são aqueles que passam pelo processo seletivo gerado pelas diversas alterações físicas, químicas, biológicas e hidrodinâmicas.

Um exemplo claro do funcionamento desses mecanismos e da alteração da estrutura da rede alimentar pode ser dado, quando se verifica que o aumento da

profundidade da represa em relação ao rio causa uma diminuição ou extinção da luz que chega ao fundo. Conseqüentemente, inúmeros organismos dos fitobentos podem desaparecer e com eles a fauna de peixes que se alimenta dos mesmos. O aumento da zona litoral e a flutuação do nível que ocorre nas represas representam também um outro filtro ecológico importante, que elimina alguns organismos, devido ao dessecação, e possibilita o desenvolvimento de espécies que resistem a esse dessecação.

As informações físicas e químicas ficam registradas no sistema e nos diversos agrupamentos espaciais. Por exemplo, altas concentrações de mercúrio e sulfato no sedimento e na água são resultantes da poluição do ar. O tempo de residência da água na represa é outro filtro ecológico importante. Baixos tempos de residência implicam uma alta taxa de reprodução para organismos planctônicos, a fim de repor as perdas de biomassa com potencial produtivo, devido à saída da água.

Pode-se, portanto, sintetizar que, depois de um determinado período de tempo, o qual depende do volume e vazão, a situação ecológica encontrada na represa é o produto líquido das entradas (influxo de nitrogênio e fósforo, sedimentos), do sistema de origem (geoquímica da bacia hidrográfica, composição química das águas naturais) e dos mecanismos de funcionamento do reservatório, incluindo os problemas de geração de energia e as atividades na bacia hidrográfica. As represas funcionam, portanto, como filtros ecológicos e reservatórios de informações da bacia hidrográfica, o que tem como conseqüência o estabelecimento de novas estruturas na comunidade e outras características químicas e ecológicas. As informações sobre os eventos ecológicos, biológicos, sociais e econômicos ao longo da bacia hidrográfica e no espaço ficam, portanto, registradas nas variáveis de estado e nos processos que ocorrem nas represas.

### *USOS MÚLTIPLOS E MANEJO DE REPRESAS: A CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA FUNDAMENTAL*

A evolução tecnológica produziu grandes modificações nos usos de represas. Inicialmente, esses sistemas foram construídos com a finalidade de irrigação, controle de enchentes e suprimento de água. Com a possibilidade de geração de energia, grandes sistemas começaram a ser instalados e, evidentemente, o impacto causado pela construção e as alterações na bacia hidrográfica ampliou-se consideravelmente. Atualmente, muitas represas ocupam milhares de quilômetros, com grande volume de água acumulada. Só no estado de São Paulo calcula-se que as represas artificiais construídas inundaram cerca de 15 000 km<sup>2</sup>. Nos últimos 20 anos, grandes represas têm sido construídas na África e na América do Sul, o que adicionou mais um problema, que é a localização nos trópicos desses grandes ecossistemas. Pode-se, também, verificar que as represas de menor porte, provavelmente, são mais utilizadas para diversos fins do que as de maior porte. Estas têm sido construídas fundamentalmente para a geração de energia, com algumas indicações para usos múltiplos, que efetivamente pouco

ocorrem. Somente nos últimos dez anos é que, pelo menos no Brasil, têm-se intensificado os estudos visando a uma utilização diversificada da represa.

A maioria dos usos de represas está diretamente relacionada com as possibilidades tecnológicas, tradição e nível de desenvolvimento econômico e social do País. Depende, também, em grande parte, dos usos tradicionais do sistema na bacia hidrográfica. Por exemplo, em muitas regiões, a construção da barragem implicou modificação de uma atividade agrícola ou de pastoreio para uma atividade de pesca.

A utilização de uma represa para diversos fins implica, evidentemente, um manejo adequado, o que é sempre problemático em sistemas de grande porte. As diversas técnicas de manejo devem considerar, por exemplo, alteração do nível de água (para controle de cheias ou irrigação), controle de eutrofização, produção de biomassa no reservatório (peixamento) ou fora dele (tanques de piscicultura), sistemas de navegação (dragagem e remoção do sedimento) e equipamentos adequados para recreação e lazer. Certas técnicas de irrigação que utilizam água do hipolimnio, rica em nutrientes, têm sido recentemente incorporadas aos sistemas de manejo. É fundamental para o manejo desses sistemas o conhecimento básico que se tenha do reservatório. Por exemplo, a manipulação do tempo de residência, que é feita para regular o desenvolvimento de florescimentos indesejáveis de cianofíceas, implica um conhecimento científico bastante avançado dos processos que geram esses florescimentos. Além disso, essa manipulação do tempo de residência (também acoplada em alguns casos à altura da saída da água) é feita durante períodos limitados de tempo e com níveis operacionais extremamente bem conhecidos, a fim de ajustar os mecanismos de circulação, de renovação de água, de eliminação dos florescimentos e de produção de energia elétrica.

As opções para manejo ainda são relativamente escassas no Brasil. Entretanto, a evolução da pesquisa científica e o aprofundamento dos conhecimentos dos processos deve possibilitar (com a utilização de represas-piloto em sistemas de pequeno porte, experimentalmente) a implantação de técnicas apropriadas de manejo com características regionais. Por exemplo, o manejo de represas na Amazônia ou Nordeste deverá ser basicamente diverso daquele do estado de São Paulo, devido não só às diferenças regionais ecológicas, que incluem um amplo espectro, mas à própria diversidade dos ecossistemas e ao uso regional, à distribuição das populações.

Um aspecto importante no manejo da represa ainda pouco utilizado no Brasil (apenas foi intensivamente testado na represa de Lobo-Broa) é o de biomaniplulação, que inclui, por exemplo, a introdução ou remoção de predadores seletivos, com a finalidade de provocar repercussões em vários elos da cadeia alimentar (por exemplo, a remoção de peixes planctófagos implica um crescimento mais rápido do zooplâncton, cujo pastejo sobre o fitoplâncton aumenta e controla o florescimento de certas espécies de fitoplâncton). Por outro lado, o manejo de sistemas em cascata com várias represas no mesmo rio (casos do rio Grande, rio Tietê, rio Paranapanema, no estado de São Paulo), constitui-se uma

tarefa aplicada de grande alcance, devido aos regimes operacionais diversos desses sistemas em linha, tempos de residência diferentes e estas outras peculiaridades que devem ser consideradas para o conjunto de represas.

A introdução de técnicas de manejo representa um passo importante na Ecologia aplicada a reservatórios e constitui uma importante consequência de pesquisa fundamental aprofundada nesses ecossistemas artificiais.

Deve-se considerar, ainda, que um sistema de manejo de reservatórios necessita de um amplo embasamento de informações científicas realizadas a longo prazo em represas experimentais, nas quais se podem reproduzir certas situações mais facilmente, devido à pequena dimensão do sistema. Deve, ainda, ser destacado o fato de que estudos limnológicos comparados em represas com diferentes tempos de residência, em bacias hidrográficas de várias dimensões e condições diversas e em áreas com diferentes impactos, é fundamental para o estabelecimento de sistemas de manejo aprofundados e adequados à realidade regional e local.

## CONCLUSÕES

A ecologia das represas de grande ou pequeno porte está fundamentalmente relacionada com os sistemas integrados ecológicos que atuam na bacia hidrográfica. Os mecanismos de funcionamento ecológico das represas como ecossistemas dependem basicamente das condições originais da bacia hidrográfica, do acúmulo de informações, ecológica, social, econômica, espacial e temporal no reservatório e dos processos operacionais que são necessários para a geração de energia e outros usos. As represas diferem dos lagos porque apresentam uma origem aproximadamente mais homogênea e, principalmente, porque podem ser consideradas ecossistemas 'jovens', nos quais o acompanhamento dos processos evolutivos, em nível de ecossistemas e de comunidade, constitui informação de alto valor científico e aplicado, uma vez que permite identificar problemas para um melhor manejo.

A organização espacial das represas difere daquela dos rios e lagos por ser mais diversa e heterogênea, o que implica alta importância teórica desses ecossistemas e a complexa utilização que pode ser dada a eles com o manejo diferenciado dos inúmeros compartimentos.

As características dinâmicas das represas podem ser atribuídas aos próprios processos e mecanismos de funcionamento resultantes da dinâmica da bacia hidrográfica, incluindo-se aí a ação do homem e sua função na construção, manejo e recuperação desses multiplicadores de energia.

As atividades humanas na bacia hidrográfica, incluindo usos, ocupação do terreno e nível de entrada de energia externa, estão registradas no reservatório, sob diversas formas: composição e estrutura das comunidades, composição química do sedimento e da água e desenvolvimento de macrófitas aquáticas.

O manejo de reservatórios deve incluir diversas técnicas e metodologia adequadas para cada represa, bacia hidrográfica e seqüência de represas e, sem

dúvida, necessita das informações ecológicas básicas relacionadas com os processos em vários níveis e as características de evolução desses ecossistemas sob os impactos. Esta manipulação inclui usos múltiplos, tais como irrigação, produção de biomassa, controle da água e da eutrofização, além do planejamento de sistemas de transporte adequado, não poluente e de facilidade para a recreação e lazer.

Análises globais que enfoquem problemas ecológicos, econômicos, sociais e epidemiológicos devem ser estimuladas quando se considerem os possíveis benefícios, os impactos e os custos da construção de represas, principalmente nos trópicos.

### *PERSPECTIVAS PARA FUTUROS DESENVOLVIMENTOS*

O estudo de reservatórios, como todo estudo ecológico e limnológico, apresenta duas fases bem distintas: a caracterização e descrição do sistema e, em seguida, a compreensão dos mecanismos de funcionamento ao nível de ecossistema, de comunidade e de populações. Estudos auto-ecológicos são também importantes, principalmente relacionados com o possível cultivo e aproveitamento da biomassa.

Um dos aspectos importantes a desenvolver é a compreensão dos mecanismos hidrodinâmicos que regulam os processos biológicos, tais como o desenvolvimento e a sucessão de espécies e a biomassa.

Além disso, deve-se compreender que os reservatórios apresentam processos peculiares de circulação de nutrientes resultantes da advecção, e efeitos do vento e da altura das saídas de água.

O controle da biomassa em reservatórios para ampliar a capacidade de exploração racional e a regulação da eutrofização, sem dúvida, devem basear-se em mecanismos hidrodinâmicos, hidrotérmicos e de vazão/volume. Dentre estes principais mecanismos deve-se considerar a influência do tempo de residência nos diversos processos. Este estudo só pode desenvolver-se em bases comparativas.

Deve, ainda, ser enfatizado que o estudo de reservatórios tem, necessariamente, que considerar a bacia hidrográfica como unidade, uma vez que as respostas de funcionamento desses ecossistemas estão intrinsecamente relacionadas com mecanismos e processos que ocorrem em toda a bacia.

Um outro aspecto importante, que deve ser considerado como futuro desenvolvimento, é o investimento científico em comportamento hidrogeológico do solo e da água, imediatamente após a inundação.

Possibilidades de biomanipulação de represas, com o uso de organismos controladores e estudos em grandes ecossistemas artificiais (tanques) experimentais dentro do reservatório, devem ser consideradas como importantes aspectos futuros no estudo de reservatórios.

Com relação aos reservatórios em construção na Amazônia, deve-se considerar que um aspecto importante do problema é o estudo dos efeitos da

vegetação nas massas de água represada. Frequentemente ocorre a formação de um hipolimnio anóxico com grande capacidade redutora, e de água 'quimicamente agressiva' (Van der Heide, 1982), que resulta em grandes problemas ecológicos quando é descarregada a jusante. Os aspectos químicos e físicos associados com os problemas ecológicos produzidos por essa massa de vegetação submersa são também perspectivas importantes no estudo dos reservatórios. Deve, ainda, ser mencionado o problema da evolução dos reservatórios sob diversas condições diferenciais da entrada de material alóctone e do efeito das atividades humanas.

Outro problema importante que deve receber maciço investimento científico é o de aproveitamento dos braços do reservatório para cultivo semi-intensivo e como lagoa de estabilização para tratamento primário e secundário, para impedir descarga de nutrientes em excesso na massa de água principal.

A utilização futura dos reservatórios, com a implantação de alternativas adequadas, depende de um processo contínuo de acompanhamento que possibilite conhecer as modificações no sistema biogeofísico com o decorrer do tempo, e progressivamente acoplar as estruturas sociais e os usos múltiplos com essas novas características. A estimativa e o prognóstico destas alterações só podem ser feitos com um sistema de monitoramento que permita levantar as características físicas, químicas, ecológicas e sociais. Portanto, as universidades regionais têm um papel fundamental no desenvolvimento destes programas e no planejamento e acompanhamento da inserção regional do empreendimento.

A proposta de alternativas deve considerar as alterações estruturais em diversidade espacial e ecológica e acoplá-las à diversidade de usos e à alteração das estruturas sociais, concomitantemente. Os impactos socioeconômicos dos reservatórios incluem principalmente estes usos múltiplos e os problemas da relocação das populações resultantes da implantação de hidrelétricas. A relocação de populações regionais tem um profundo envolvimento sociocultural e econômico, pois se trata de alterar formas tradicionais de usos de terra e do ecossistema regional para novas perspectivas, com a introdução de metodologias e tecnologias diversas nem sempre adequadas à realidade local. É muito possível que os processos sociais e econômicos resultantes sejam muito mais severos após a construção da barragem do que durante a relocação.

Os relatórios de impacto ambiental devem, sem dúvida, levar em conta estes aspectos e propor alternativas de uso e formas de relocação que contemplem a inserção regional sem transformar os relocandos em 'prisioneiros tecnológicos' do empreendimento.

#### *AGRADECIMENTOS*

- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelos auxílios concedidos para o desenvolvimento de pesquisas, cujos resultados foram citados ou utilizados neste trabalho: Tipologia de Reservatórios do Estado de São Paulo – Proc. 78/1290: Limnologia da Represa de Barra Bonita do Estado de São Paulo – Proc. 83/1360-3.

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos auxílios concedidos para o desenvolvimento de projetos cujos resultados foram utilizados neste trabalho: Proc. 405432/83 e Proc. 400920/83.
- A Organização dos Estados Americanos (OEA), pelo auxílio concedido para o desenvolvimento do projeto Limnologia e Ecologia de Represas e Lagos do Estado de São Paulo e do Brasil.
- A Universidade de Brasília (UnB), pelo convite e suporte para participação do Seminário de Tropicologia.

#### BIBLIOGRAFIA

- ACKERMAN, W.C.; WHITE, G.G.; WORTHINGTON, E.B. and J.L. Evens (ed.), 1973. Man made lakes: their problems and environmental effects. *Geoph. Mon.* 17, 847 p.
- ADAMS, S.M.; B.L. KIMMEN and G.R. PLOSKEY, 1983. Sources of organic matter for reservoir fish production: a trophic dynamics analysis. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 40(9): 1480-95.
- AGGUS, L.R., 1969. *Bottom fauna development in beaver reservoir, Northwest Arkansas, during the period of filling, 1964-1966*. Ph. D Thesis. Auburn, Auburn University, 105 p.
- ALZAGUIR, F., 1976. O rio Grande - suas barragens e estações de piscicultura. In: J.I. VARGAS; C.G.C. LOUREIRO & R. MILLARD DE ANDRADE (ed.). *Anais do I Encontro sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca Continental*, p. 445-453. Fundação João Pinheiro, Diretoria de Tecnologia e Meio Ambiente, Centro de Recursos Naturais, Belo Horizonte.
- APPLEGATE, R.L. and J. W. MULLAN, 1976. Standing crops of dissolved organic matter, plankton, and seston in a new and an old Ozark reservoir. In *Reservoir fishery resources symposium*, presented by the Reservoir Committee of the Southern Division. Washington, D.C., American Fisheries Society, p. 517-30.
- ARCIFA, M.S.; CARVALHO, M.J.; GIESENELLA GALVÃO, S.M.F.; SHIMIZU, G.Y.; FROELICH, C.G. and CASTRO, R.M.C., 1981. Limnology on the reservoirs in Southern Brazil. *Verh. International Verein Limnol.* vol. 22, p. 1048-53.
- ARCIFA, M.S.; FROELICH, C.G. and GIASEBELLA GALVÃO, S.M.F.; 1981. Circulation patterns and their influence on physico-chemical and biological conditions in eight reservoirs in Southern Brazil. *Verh. International Verein Limnol.*, vol. 21, p. 1054-59.
- BALL J.; C. WELDON and B. CROCKER, 1975. Effects of original vegetation on reservoir water quality. *Tech. Rep. Tex. A & M. Water Resour. Institute.* (64): 120 p.
- BALON, E.K. and COCHE, A. G. (eds), 1974. *Lake Kariba, a man made tropical ecosystem in Central Africa*. Junk. The Hague XII, 767 p.
- BARBIERI, G., 1975. *Sobre o crescimento relativo de Gheophagus brasiliensis (Quoy & Gaymard, 1824) na represa do Lobo*. Tese Sc de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 135 p.
- BARBOSA, F. A. and TUNDISI, J.G., 1980. Primary production of phytoplankton and environmental characteristics of a shallow quaternary lake at Eastern Brazil. *Arch. Hydrob.*, 90 (2): 139-61.
- BARMAN, E.H. JR. and D. J. BAARDA; 1978. An evaluation of the effects of drawdown on the trophic status of a small reservoir. *Publ. Georgia Institute Techn. Environ. Resour. Cent.* (ERC-01-78), 73 p.
- BARNES, J.R.; R. OVINK and K.W. CUMMINS, 1978. Leaf litter processing in Gull Lake, Michigan, USA. *Verh. Intern. Verein Limnol.*, 20: 475-79.
- BAXTER, R., 1977. Environmental effects of dams and impoundments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 8: 255-83.
- BAXTER, R.M. and P. GLAUDE, 1980. Environmental effects of dams and impoundments in Canada: experience and prospects. *Can. Bul. Fish. Aquat. Sci.*, (205): 1-34.

- BEADLE, L.C., 1974. *The inland waters of tropical Africa longman*. New York, 365 p.
- BENNDORF, J., 1973. Prognose des Stofflanshaltes von Stangewissern mit Hilfe kontinuierlicher und semikontinuierlicher biologischer Modelle. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 58: 1-18.
- BENNETT, G. W., 1962. *Management of artificial lakes and ponds*. New York, Reinhold, 283 p.
- BENSON, N.G., 1973. Evaluating the effects of discharge rates, waters levels, and peaking on fish population in Missouri river main stem impoundments. *In.: Man Made lakes: their problems and environmental effects*. Richmond, William Bird Press, p. 683-9.
- \_\_\_\_\_, 1976. Water management and fish production in Missouri river – main stem reservoirs. *In.: Instream flow needs*, J. F. Osborn and C.H. Allman (ed.) Washington, D.C., American Fisheries Society, 2: 141-7.
- BERNACSEK, G.M., 1984. Guidelines for dam design and operation to optimize fish production in impounded river basins (based on a review of the ecological effects of large dams ins Africa). *CIFA Tech. Pap.*, (11): 98 p.
- BONETTO, A.; DI PERSIA, D.; MAGLIANESI, R.; CORIGLIANO, M.C., 1976. Caracteres limnológicos de algunos lagos eutróficos de embase da la región central de Argentina. *Ecosur*, 3 (5): 47-120.
- BOYD, C.E.; 1971. The limnological role of aquatic macrophytes and their relationship to reservoir management. *In.: Reservoir fisheries and limnology*, G.E. Hall (ed.) *Spec. Publ. American Fisheries Society*, (8): 153-66.
- BRANCO, S.M., 1966. *Estudos das condições sanitárias da represa Billings*. Faculdade de Higiene e Saúde Pública, Universidade de São Paulo, p. 57-86.
- BREZONICK, P.L., 1976. Trophic classifications and trophic state indices: rationale, progress, prospects. Report to the Florida Department of Environmental Regulation. Tallahassee, 45 p.
- BROHIER, R.L., 1966. *Ancient irrigation works in Ceylon*. Ceylon Government Press, Colombo, 79 p.
- BROOKS; J.L. and S.I. DODSON, 1965. Predation, body size, and composition of the plankton. *Science*, Washington, 150: 28-35.
- BURGIS, M.J., 1978. Case studies of lake ecosystems at different latitudes: the tropics. The lake George ecosystem. *Verh. Intern. Verein Limnol.*, 20: 1139-52.
- CARLSON, R.E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogra.*, 19: 767-73.
- CHAMBERLAIN, L.L., 1972. Primary productivity in a new and an older California reservoir. *California Fisheries Game*, 58: 254-67.
- CHURCHILL, M.A., 1957. Effects of storage impoundments on water quality. *J. Sanit. Eng. Div. Am. Soc. Civ. Eng.*, 83 (SA-1; Paper 1171): 1-48.
- CLAFIN, T.O., 1968. Reservoir aufwuchs on inundated tress. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 87: 97-104.
- COMITA, G.W., 1972. The seasonal zooplankton cycles, production and transformation of energy in Severson lake, Minesota. *Arch. Hydrobiol.*, 70: 14-66.
- COWELL, B.C. and P.L. HUDSON, 1967. Some environmental factors influencing benthic invertebrates in two Missouri river reservoirs. *In: Reservoir fishery resources symposium*, presented by the Reservoir Committee of the Southern Division, Washington, D.C., American Fisheries Society, p. 541-55.
- CROUZET, E.B.B., DUSSART, D. Defaye, 1979. *Les retenues d'eau: création, evolution, impacts, surveillance*. I.B.D. Surlat. 258 p.
- EFFORD, I.E., 1975. Assessment of the impacts of hydro-dams. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32(1): 196-209.
- ELETROBRÁS, 1983. *Informações sobre atividades de meio ambiente nas empresas do setor elétrico*, p. 1-73.
- FELLS, E. and R. KELLER, 1973. World register on man-made lakes. *Geophys. Monogr.* 17: 43-9.
- FINDENEGG, I., 1966. Factors controlling primary productivity, especially with regard to water replenishment, stratification, and mixing. *In: Primary productivity in aquatic environments*, C.R. Goldman (ed.). Berkeley, University of California Press, p. 105-19.

- FITZGERALD, G.P., 1970. Aerobic lake muds for the removal of phosphorus from lake waters. *Limnol. Oceanogr.*, 15: 550-5.
- FORD, D.E., 1980. Reservoir mixing processes. EWQOS, U.S. Army Corps of Engineers. *Information Exchange Bulletin*. E-80-7, p. 2-5.
- FRIENDRICH, C.A., 1958. Some forestry aspects of reservoir clearing. *Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc., Game Fish. Comm.*, 12: 156-8.
- GANF, G.C. and HORNE, A.J. 1975. Diurnal stratification, photosynthesis and nitrogen fixation in a shallow equatorial lake. (Lake George, Uganda). *Freshwat. Biol.*, 5: 13-9.
- GLOSS, P.A.; MAYER, L.M. KIDD, D.E., 1980. Advective control of nutrient dynamics in the epilimnion of a large reservoir. *Lim. and Oceanog.* 25 (2): 219-228.
- GOLDMAN, C.R., 1966. Micronutrient limiting factors and their detection in natural phytoplankton populations. In: *Primary productivity aquatic environments*, C.R. Goldman (ed.), Berkeley, University of California Press, p. 121-35.
- GOLDMAN, C.R. and B.L. KIMMEL, 1978. Biological processes associated with suspended sediment and detritus in lakes and reservoirs. In: *Current perspectives on river-reservoirs ecosystems*, J. Cairns, Jr., E.F. Benfield and J.R. Webster (ed.). Blacksburg, North American Benthological Society, p. 19-14.
- GOLTERMAN, H.L., 1971. *Methods for chemical analysis of fresh waters*. Oxford, Blackwell, IBP Handbook nº 8.
- GOODLAND, R.J.A., 1979. Environmental optimization in hydrodevelopment of tropical forest regions. *Proceedings of the symposium: man made lakes and human health*. Paramaribo, University of Suriname, p. 10-20.
- HECKY, R.E. and S.J. GUILFORD. 1984. Primary productivity of Southern Indian lake before, during and after impoundment and Churchill river diversion. *Can. J. Fish. Aquat. Science*, 41(4): 567-78.
- HENDERSON, F., 1973. Stratification and circulation in Kainji lake. In: Ackerman et alii (ed.). *Man made lakes: problems and environmental effects*. Geophy. Monogr., 17 p., 489-494.
- HENRY, R. and TUNDISI, J.G., 1982. Efeitos de enriquecimento artificial por nitrato e fosfato no crescimento da comunidade fitoplanctônica na represa do Lobo (Broa-Itirapina, SP). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 34: 518-24.
- \_\_\_\_\_, 1983. Responses of the phytoplankton community of a tropical reservoir (S. Paulo, Brazil) to the enrichment with nitrate, phosphate and EDTA. *Int. Revue. Ges. Hydrob.*, 68: 853-62.
- HER, S.C., 1981. The effect of light attenuation on the relationship of phytoplankton biomass to phosphorus levels. In: *Phytoplankton environmental interactions in reservoirs*, vol. I, M.C. Lorenzen (ed.). *Tech. Rep. U.S. Army Eng. Waterways Exp. Stn.*, (E-81-13): 365-77.
- IRWAIN, W.H., J.M. SYMONS and C.G. ROBECK, 1967. Water quality in impoundments and modifications from destratifications. In: *Reservoir fishery resources symposium*, presented by the Reservoir Committee of the Southern Division. Washington, D. C., American Fisheries Society, p. 130-52.
- JACKSON, T.A. and R.E. HECKY, 1980. Depression of primary productivity by humic matter in lake and reservoir waters of the boreal forest zone. *Can. J. Fish. Aquat. Science*, 37(12): 2300-17.
- JENKINS, R.M., 1970a. Large reservoirs – management possibilities. *Proc. Annu. Meeting Midwest Assoc. Game Fish Comm.*, 36: 82-9.
- JOHNSON, N.M. and MERRIT, D.H., 1979. Convective and advective circulation of lake Powell. Utah, Arizona, during 1972, 1975. *Water Resour. Res.*, 15: 873-84.
- JONES, J.R. and R.W. BACHMANN, 1967. Prediction of phosphorus and chlorophyll levels in lakes. *J. Water Poll. Control Fed.*, 48: 2176-82.
- \_\_\_\_\_, 1978. Phosphorus removal by sedimentation in some Iowa reservoirs. *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 20: 1576-80.

- JORGENSEN, S.E., 1976. A eutrophication model for a lake. *J. Ecol. Modell.*, 2: 147-65.
- \_\_\_\_\_, 1980. *Lake management*. Oxford, Pergamon Press.
- \_\_\_\_\_, 1983. Eutrophication models of lakes. In: S.E. Jorgensen (ed.). *Application of ecological modelling in environmental management*, p. 227-80.
- KAMP-NIELSEN, H., 1975. A kinetic approach to the aerobic sediment-water exchange of phosphorus in lake Esron. *J. Ecol. Modell.*, 1: 153-60.
- KIELL, D.J., 1982. Development of a reservoir preparation strategy. *Can Water Resour. J.*, 7(2): 112-31.
- LENTVAAR, P., 1973a. Lake Brokopondo. *Geophys. Monogr.*, 17: 186-96.
- \_\_\_\_\_, 1973b. Further developments in lake Brokopondo. *Surinam. Amazoniana*, 4(1): 1-8.
- LENTVAAR, P., 1975. Hydrobiological observations in Surinam with special reference to the man-made Brokopondo lake study. *Fauna Suriname Other Guyanas.*, 15: 1-174.
- LEWIS, W.M., 1973. The thermal regime of lake Lanao (Phillipines) and their theoretical implications for tropic lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 200-17.
- LIMA, W.C.; TUNDISI, J.G. and MARINS, M., 1979. A systemic approach to the sensitivity of *Melosira italica* (Ehn) Kutz. *Rev. Bras. Biol.*, 39(3): 559-63.
- MACHERETH, J.F.; HERON, J. and TALLING, J.F., 1978. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Fresh. Biol. Assoc. Scient. Publ.: Titus Wilson & Son Ltd. Kendall. 127 p.
- MARGALEF, R., 1976. *Limnología de los embalses españoles*. Dirección General de Obras Hidráulicas. Dep. de Ecología de la Universidad de Barcelona, 423 p.
- MARTIN, D.B. and ARNESON, R.D., 1978. Comparative limnology of a deep discharge reservoir and a surface discharge lake on the Madison river, Montana. *Fresh. Biol.*, 8: 33-42.
- MARTIN, D.B. et alii 1981. Spring and summer water levels in a Missouri river reservoir: effects on age of fish and zooplankton. *Trans. American Fish. Society*, 110: 370-81.
- MATSUMURA TUNDISI, T.; K. HINO; S.M. CLARO, 1981. Limnological studies at 23 reservoirs in Southern part of Brazil. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 21: 1040-7.
- MATSUMURA TUNDISI, T. and TUNDISI, J.G., 1976. Plankton studies in a lacustrine environment. In: Preliminary data on zooplankton ecology of Broa reservoir. *Oecologia*, 25: 265-70.
- MILLS, E.L. and A. SCHIAVONE, 1982. Evaluation of fish communities through assessment of zooplankton populations and measures of lake productivity. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 2(1): 14-27.
- MORTIMER, C.H., 1951. Water movements in stratified lakes deduced from observations in windermere and model experiments. *Union Geodes. et Geophys. Intern.*, vol. 2, p. 335-348.
- NEEL, J.K., 1967. Reservoir eutrophication and dystrophication following impoundment. In: *Reservoir fishery resources symposium*, presented by Reservoir Committee of the Southern Division. Washington, D.C. American Fisheries Society, p. 322-32.
- OSTROFSKY, M.L., 1978. Trophic changes in reservoirs: an hypothesis using phosphorus budget models. *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol.*, 63(4): 481-99.
- PAIVA, M.P., 1977. The environmental impact of man made lakes in the Amazonian region of Brazil. In: *Proceedings of the symposium: man made lakes and human health*. Paramaribo, University of Suriname, p. 52-71.
- PARSONS, J.W., 1957. Fishery management problems and possibilities on large Southeastern reservoirs. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 87: 333-55.
- PATERSON, C.G. and C.H. FERNANDO, 1969. The macro-invertebrate colonization of a small reservoir in Eastern Canada. *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 17: 126-36.
- PETR, T., 1978. Tropical man made lakes: their ecological impact. *Arch. Hydrobiol.*, 81(3): 368-85.
- REYNOLDS, R.C. and JOHNSON, N.M., 1974. Major element geochemistry of lake Powell, Lake Powell. *Res. Prog. Bull.* 5, UCLA.
- ROCHA, O., 1978. *Flutuação sazonal e distribuição da população de Diaptomus fuscatus Sars (Copepoda Calonoidea) na represa do Lobo (Broa), São Carlos, SP, São Paulo*. Tese de mestrado. 147 p.

- ROCHA, O. and MATSUMURA TUNDISI, T., 1983. Biomass and production of *Argyrodiaptomus furcatus* a tropical calanoid copepod in Broa reservoir. Southern Brazil Developments in Hydrobiology. (*Workshop on Tropical Zooplankton*).
- ROY, D., 1982. Aquatic ecology monitoring network of the James Bay Power Company. *Can. Water. Resour. J.*, 7(1): 229-50.
- SCHINDLER, D.W., 1974. Eutrophication and recovery of experimental lakes: implications for management. *Science, Washington*, 84:897-9.
- SCOPE, REPORT 2, 1972. *Man made lakes as modified ecosystems*. ICSU, p. 1-75.
- SCHIEMER, F. (ed.), 1983. *Limnology of Parakama Samudra, Sri Lanka*. Development Hydrobiology. W. Junk., 236 p.
- SWEERS, H.E., 1968. Two methods of describing the "average" vertical temperature distribution of a lake. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 25(9) 1911-22.
- TALLING, J.F., 1969. The incidence of vertical mixing and some biological and chemical consequences in tropical Africa. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 17p: 998-1012.
- TAVARES, L.C., 1982. *Estudo de alimentação em fêmeas de Argyrodiatomus farcatus (Sars, 1901), Copepoda-Calanoida da represa do Lobo (Broa), São Carlos, SP*. Tese de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 86 p.
- TRINIDADE, M., 1980. *Nutrientes em sedimentos da represa do Lobo (Brotas, Itirapina, SP)*. Tese de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, SP., 219 p.
- TUNDISI, J.G., 1977. *Produção primária, "standing-stock" - fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial. (Represa do Broa, São Carlos, SP)*. Tese de Livre-Docência. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, 410 p.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; ROCHA, O.; GENTIL, J.G. & NAKAMOTO, N., 1977. Primary production standing stock of phytoplankton and ecological factors in a shallow tropical reservoir (represa do Broa, S. Carlos, Brazil). *Semin. Medio Ambiente y Represas*. Montevideo, 1: 138-172.
- TUNDISI, J.G., 1980. Aquatic ecology in Brazil: problems and perspectives. *Interciencia*, 5 (6): 373-379.
- \_\_\_\_\_, 1981. Typology of reservoirs in Southern Brazil. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 21: 1031-1039.
- \_\_\_\_\_, 1983. Hydraulic stratification in reservoirs. *Ciência e Cultura*.
- \_\_\_\_\_, 1983. A review of basic ecological processes interacting with production and standing-stock of phytoplankton in lakes and reservoirs in Brazil. *Hydrobiologia*, 100: 223-243.
- \_\_\_\_\_, 1984. The Lobo (Broa) ecosystem. In: *Proceedings of a scope meeting. Ecosystem dynamics in wetland and shallow water bodies*. Tallin, USSR (in press).
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; STRIXINO, G.; MARINS, M.; MATOS, M.A. & SANTOS; E.P. 1972.a. Ecological studies at Broa reservoir. *I. Progress Report*, 123 p.
- \_\_\_\_\_, 1972.b. Ecological studies at Broa reservoir. *II. Progress Report*, 165 p.
- \_\_\_\_\_, 1972. *Ecological studies in a lacustrine environment. I. First Assessment of the Environmental Factors Progress Report (UFSCar)*, 1-21 p.
- TUNDISI, J.G.; GENTIL, J.G. and DIRICKSON, C., 1978. Seasonal cycle of primary production of nanno and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir. *Rev. Bras. Bot.*, 1: 35-39.
- TUNDISI, J.G. and MATSUMURA TUNDISI, T., 1980. Comparative limnology in Brazil. Research in progress. *Ciência e Cultura*, 32 (11):1451-63.
- TUNDISI, J.G. and HINO, K., 1981. List of species and growth seasons of phytoplankton from Lobo (Broa) reservoir. *Rev. Bras. Biol.*, 41(1): 63-68.
- TUNDISI, J.G., BARBOSA, F.A.R., 1981. Impacto das obras hidráulicas nas bacias hidrográficas. *Interfácies: Escritos e Documentos*. UNESP, nº 69, p. 1-27.

- TUNDISI, J.G.; FORSBERG, B., DEVOL, A.H.; ZARET, T.M.; TUNDISI, T.M.; SANTOS, A.; RIBEIRO, J.R.; HARDY, E.R., 1984. Mixing patterns in Amazon Lakes. *Hydrobiologia*, 103: 3-15.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; PONTES, M.C.F. & GENTIL, J.G., 1981. Limnological studies at quaternary lakes in Eastern Brazil. I. Primary production of phytoplankton and ecological factors at Lake D. Velvecio. *Rev. Bras. Bot.*, 4: 5-14.
- UHLMANN, D., 1968. *Der Einfluss der Verweilzeit dess Wassers an die Masseentwicklung von Planltonalgen. Fortschritte der Wasserchemie und Ihre Grezgebiete*, 8, 32-47. Berlin, Akademie Verlag.
- \_\_\_\_\_, 1975. *Hidrobiologie. Ein Grundriss für Ingenieure und Naturwissenschaftler*, Jena, Gustav Fischer, 345 p.
- UHLMANN, D.; BENNLORF, J.; PANKOW, H., 1982. A note on thermal and oxygen stratification and phytoplankton composition in some reservoirs in Tamil Nader and Kerala, India. *Int. Rev. Ges. Hydrob.*, vol. 67.
- VAN DER HEIDE, J., 1982. *Lake Brokopondo. filling phase limnology of a man made lake in the humid tropics*. University of Amsterdan. Academish Proefschrift, 428 p.
- VINER, A.B., 1969. Observations on the hydrobiology of lake Volta, Ghana. April 1966 – April 1967. In: L. E. Obeng (Ed.) *Man-made lakes: the Accra symposium*. 133-143. Accra, Ghana University Press.
- \_\_\_\_\_, 1970. Hydrobiology of lake Volta, Ghana I. Stratification and circulation of Water. *Hydrobiologia*, 35: 209-229.
- VOLLENWEIDER, R.A., 1974. *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments*. Oxford, Blackwell, 224 p. IBP Handbook no. 12.
- \_\_\_\_\_, 1979. Eutrophication of waters: nutrient load, loading tolerance and methodologies for rehabilitating eutrophied lakes and impoundments. *Acta of the Congress on Artificial Lakes Basins*, p. 2-42 (Sassari, Oct. 1977).
- VON BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10(2): 181-213.
- WALDORF, L.A., 1946. A new graphic method describing the growth of animals. *Biol. Bull*, 90(2): 141-7.
- WETZEL, R.G., 1964. A comparative study of the primary production of higher aquatic plants, periphyton and phytoplankton in a large shallow lake. *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol.*, 49: 1-64.
- WRIGHT, J.C., 1954. The hidrobiology of Atwood lake, a flood control reservoir. *Ecology*. 35: 305-16.
- \_\_\_\_\_, 1967. Effects of impondments on productivity, waters chemistry and heat budgest of rivers. In: *Reservoir fishery resources symposium*, presented by the Reservoir Committee of the Southern Division. Washington, D.C., American Fisheries Society, p. 188-99.
- ZAGO, M.S.A., 1976. The planktonic cladocera (Crustacea) and aspects of eutrophication of Americana reservoir, Brazil. *Bol. Zool.*, USP, 1: 105-45.
- ZARET, T.; DEVOL, A.H. and DOS SANTOS, A., 1981. Nutrient addition experiments in lago Jacaretinga – central Amazon basin, Brazil. *Verh. Int. Verein Limnol.*, 21(2): 721-4.

## DEBATES

MARIA DO CARMO TAVARES DE MIRANDA – Agradecendo ao Prof. Tundisi, quero dizer que ele levanta questões das mais importantes para a civilização dos trópicos. É uma grande visão dos problemas humanos do desenvolvimento e da ciência. Temos de ver essas interações entre o homem e o meio ambiente no caso, sua inter-relação com a água.

Perguntaria ao Prof. Tundisi se já foi feito um levantamento no próprio Brasil, em regiões mais tropicais, como o Nordeste e o Norte, das possibilidades de serem resolvidas essas grandes questões que transformam a vida humana no seu aspecto não apenas quantitativo, mas qualitativo. Como poderíamos, realmente, tratar isso em regiões como o Nordeste, como o Norte, cada uma com seus ambientes próprios, com sua ecologia específica?

Faria uma pergunta: “O que é o homem, como é pensado o homem neste desenvolvimento?” A meu ver, esta é a pergunta central. Como é pensado o homem? Como é tratado o homem? Como é visto o homem?

JOSÉ GALIZIA TUNDISI – Em uma viagem a Itaparica, tomei contato com um trabalho que foi feito pela Fundação Joaquim Nabuco com relação ao processo de construção da barragem e seu efeito social.

O que ficou mais gravado para mim como comentário adicional da Dra. Pandolfi, que relatou este projeto, foi que, ao indagar às pessoas da região o que significava a barragem para elas e qual era a noção que elas tinham de desenvolvimento e de progresso, a informação que recebeu foi que progresso é comida. Não é barragem, é mais comida. Este é um aspecto importante do problema, que deve ser analisado.

Realmente, o papel do homem nesse processo de desenvolvimento não tem sido colocado em primeiro plano, a posição do homem e sua interação com o sistema regional – provavelmente porque seria preciso quantificar mais essa interação. Não sou sociólogo, mas me parece evidente que não existe tanta informação quantitativa dessa interação do homem com o sistema regional.

Há um trabalho na Fundação Joaquim Nabuco, um projeto financiado pela UNESCO, que se chama ‘Ecologia Humana’: trata-se de um estudo sobre a interação dos homens com pequenos açudes em Pernambuco. É um trabalho extremamente interessante e importante sobre a região.

É claro que, ao se estudar sistemas regionais, tem-se que ver um processo que permita conhecer e quantificar essas interações do homem com o meio e decodificar essa informação científica para a comunidade, a fim de que esta possa participar. É muito difícil pensar num processo de desenvolvimento que chegue como se fosse jogado de um satélite, sem que o objeto deste desenvolvimento, que se encontra ali, possa sequer tomar conhecimento disso.

Conversei com os índios de uma tribo da região de Itaparica, os tuxás, que têm cento e vinte hectares de mangas irrigadas e tudo vai ficar sob as águas da barragem. É evidente que a percepção que têm sobre a barragem e sua significação em termos de progresso é totalmente diferente da que existia nos órgãos centrais de planejamento e decisão do setor hidrelétrico, no Recife ou em Brasília.

Evidentemente, este processo deve ser repensado criticamente. Mas também é preciso fazer uma quantificação e uma síntese: no Brasil, pelo menos na nossa área de Ecologia e Biologia, faz-se pouca síntese, e com pouca criatividade.

É exatamente aí que eu acho que a inteligência regional deve trabalhar e,

neste processo, a universidade realmente tem de se regionalizar, interagir com o sistema regional, buscar soluções regionais.

O que faço no meu sistema, na bacia hidrográfica em que trabalho, não é mais que explorar a potencialidade regional que ainda resta no sistema, embora degradado.

A universidade tem de extrapolar as suas ações para a comunidade, envolver o sistema regional; deve ser o cerne do processo. É claro, no entanto, que o redirecionamento do desenvolvimento só virá se a comunidade estiver informada, se ela conhecer, através do trabalho da universidade, o que está ocorrendo. Minha opinião é que a comunidade, o homem que vive em uma região, tem embutidos dentro dele, quantificados, todos os processos ecológicos que caracterizam o sistema regional. É preciso que conheçamos esse sistema a partir das interações do homem regional com o ambiente, e a universidade tem um papel importante nisso.

MARIA DO CARMO TAVARES DE MIRANDA – É a conservação da memória regional, para poder atender ao processo de desenvolvimento.

CARLOS AUGUSTO FIGUEIREDO MONTEIRO – Sou geógrafo, professor da Universidade de São Paulo, encerrando a minha carreira na graduação e começando uma carreira de *free lance*, correndo o Brasil.

Para homenagear a Maria do Carmo Tavares de Miranda, lembro uma frase famosa e muito citada de Nietzsche, quando diz que o “homem constrói o seu destino tanto pelo que faz quanto pelo que deixa de fazer”. É uma frase que tem muito a ver com o que estamos discutindo neste simpósio.

Para simplificar e não abusar do tempo, eu queria fazer um elo entre as exposições do Prof. Salati e do Prof. Tundisi e uma observação do Carlos Reis.

O Prof. Salati nos falou da relação que existe entre o índio e a floresta, entre o habitante e a floresta. Temos que admirar sua colocação. A floresta é mítica, é o elemento principal da paisagem e do ecossistema regional, mas não é em seu interior que vamos encontrar o índio; este vive nas interfaces, na várzea cheia de lagoas, cheia de peixes, com a capinarana, com a microssavana, no meio daquela diversidade de alimentação, com facilidade para circular, pescar, caçar e plantar. Existe, assim, uma grande diversidade entre a ocupação da várzea e a ocupação da terra firme, apontada por diversos especialistas.

É difícil, com nosso desconhecimento atual, fixar regras muito precisas para a interação do homem situado no trópico com seu ambiente, mas existem, felizmente, princípios gerais que são bem fáceis de apreender: um deles, que parece bem nitido, é o da diversidade. Temos a lição do indígena, da própria implantação portuguesa, que não reverteu isto totalmente: é daí que esta lição tem que ser extraída.

Há um aspecto no Prof. Tundisi que eu admiro muito: é ser uma das raras pessoas que vencem a barreira da interdisciplinaridade, o que é um grande desafio, somos muito corporativistas. Sua observação sobre a necessidade da decodificação para transmitir os conhecimentos à sociedade é muito importante:

não só precisamos auscultar as pessoas para saber o que elas pensam, como precisamos trocar em múdos os conhecimentos para elas.

No ano passado, com o auxílio de uma colega psicóloga e de uma equipe de estatísticos, fizemos uma pesquisa especial sobre percepção ambiental na área de expansão urbana de Florianópolis. Discute-se tremendamente, hoje, com relação àquela área, entre outros problemas, a questão da poluição do mangue. Procuramos levantar o que as pessoas, o cidadão, o habitante, o cidadão pensa deste problema. O resultado foi extremamente interessante. Enquanto os ecologistas defendem muito a preservação do mangue, as pessoas da cidade, que carecem de espaço, acham que o mangue deve ser aterrado e transformado em edifícios para elas morarem. Ora, é evidente que, enquanto não houver maior diálogo, maior comunicação entre estas percepções antagônicas do mesmo problema, ficam prejudicadas quaisquer tentativas de equacioná-las ou mesmo de realizar uma investigação científica mais séria a respeito.

ATILIO DALL'OLIO – Alguns pontos que eu queria apontar já foram tocados pelo Carlos Augusto; inicialmente, o problema da memória social.

Lembro-me de que, há alguns anos, no tempo de De Gaulle, o Ministro da Agricultura da França tinha como uma de suas metas principais a reforma da agricultura francesa, que estava em um impasse. A questão foi equacionada sob o ponto de vista técnico e econômico, mas constatou-se que o problema fundamental aparecia na área humana: para fazer um bom agricultor são necessários cem anos, quatro gerações trabalhando sobre aquele pedaço de terra e recolhendo todas as informações sobre seu potencial e suas limitações próprias. O problema era como desfazer esses cem anos de formação e como construir, em curto prazo, um novo sistema de relacionamento deste homem com seu ambiente.

Lembro-me de outro estudo que vem ao encontro desse problema da memória social. Foi realizado por um economista que, armado de seus modelos teóricos, propunha-se a fazer recomendações sobre as culturas, as sociedades e as práticas agrícolas nas áreas rurais mais atrasadas da Europa, na Iugoslávia, na Grécia, no sul da Espanha, no sul da Itália e assim por diante. O resultado final foi que, quando o autor chegou ao fim do estudo, fazendo suas tabelinhas, seus mapas, suas matrizes, usando suas equações diferenciais, descobriu que o camponês ignorante estava maximizando o uso de recursos materiais e humanos e minimizando os riscos: portanto, já tinha encontrado a solução final.

No caso do Brasil está faltando esta tradição de agricultura e pecuária que existe, por exemplo, nas culturas africanas. Temos uma situação mais fraca, caracterizada por uma simples cópia de modelos e de técnicas estrangeiras, sem sequer uma adaptação das mesmas às condições locais.

Como último ponto, eu queria colocar a atividade da universidade. A urbanização faz com que a universidade esteja na cidade. Que contribuição – para dar um exemplo dando o nome aos bois – a Universidade Federal Rural de Pernambuco, situada no Recife, pode dar ao problema do sertão? Ou ao problema até do próprio agreste? Há um choque entre a otimização dos meios, que faz com que o ensino seja localizado na cidade, e o objetivo deste ensino, que deveria ser

regional. Exige-se, especialmente em regiões como a nossa, no Nordeste, com suas três características regionais bem diferenciadas, da costa, do agreste, do sertão, uma universidade capaz de ir a região, para aprender e sentir os problemas regionais.

**JOSÉ GALÍZIA TUNDISI** – Gostaria de comentar, principalmente, a sua última observação, dizendo que há outro aspecto da interação da universidade com a região. A universidade brasileira, de um modo geral, é urbana e o professor também é urbano: ele procura, estuda, pesquisa, analisa os problemas urbanos e não os problemas regionais, que estão no campo.

Existe, realmente, esta falha da comunidade acadêmica, que deveria dispor-se a trabalhar mais no campo, a conhecer localmente o problema, em primeira mão. Não há como deixar de fazer a observação inicial em primeira mão e usá-la como base do processo de pensamento acadêmico e conceitual.

**BAUTISTA VIDAL** – Eu tinha quatro pontos a abordar. As perguntas não se dirigem apenas ao senhor, mas também ao Prof. Salati e a alguns dos intervenientes que se manifestaram anteriormente.

Foi dada ênfase às questões ecológicas, especialmente à questão da água. Quais as distinções profundas que se devem realizar a este respeito com relação aos diferentes climas do planeta? Regiões frias, temperadas, subtropicais, tropicais, o trópico úmido, são completamente diferentes. O que acontece nos climas temperados, com aportes de energia imensamente menores, é completamente diferente do que acontece na região equatorial: as forças em jogo, as energias, as catástrofes potenciais são de outras proporções. É importante começar a destacar essas diferenças. Um trabalho feito em São Paulo pode ser, evidentemente, da maior utilidade para outras regiões, mas os resultados, provavelmente, serão bastante distintos. No caso da Amazônia, não vai ocorrer a mesma coisa que ocorreu no sul da Espanha ou na Califórnia, se modificações que lá funcionaram forem aplicadas aqui. Este tipo de análise me parece absolutamente fundamental.

Há um segundo ponto que se torna quase uma imposição: é começarmos a entrar criticamente na linguagem política usada. Todos falaram até agora – todos, inclusive eu – como se esses desastres só ocorressem por causa do desenvolvimento. Temos que ir ao dicionário e verificar o que significa desenvolvimento. É uma palavra que precisaria ser preservada: desenvolvimento significa aprender a utilizar os recursos disponíveis em benefício dos indivíduos, da comunidade, do povo, da nação, de uma forma auto-sustentável, pois o futuro, as gerações futuras estão sempre incluídas no conceito.

Do que estamos falando é o não-desenvolvimento, é a destruição. Vamos parar com essa brincadeira, vamos chamar de desenvolvimento o que é desenvolvimento, e de destruição o que é destruição. Vamos chamar as coisas pelos seus nomes verdadeiros. Crescimento econômico é um nome mais adequado, mas ele pode ser perverso. O câncer é um crescimento, e mata o cidadão. Crescimento pode destruir a própria possibilidade de existência de vida, cujo milagre probabilístico é algo que precisa ser conhecido. Quando é possível

haver vida, é uma probabilidade realmente mínima, como mostrou o Prof. Amilcar Herrera.

Que sentido faz falar em desenvolvimento quando estamos destruindo a possibilidade de existência de vida, qualquer que seja? Vamos começar a falar uma linguagem honesta.

É claro que somos induzidos por todo um processo. Aqui, eu repito uma pergunta de um jornalista importante, brasileiro, Rubens de Azevedo Lima: como é possível preservar todas essas coisas de que estamos falando, quando os meios de comunicação submetem a população local a um bombardeio massificante, cuja origem está situada fora desses ecossistemas que precisam ser salvos? Como é possível isto, quando a população inteira está sendo condicionada a processos que nada têm a ver com essas coisas de que estamos aqui falando? Transfiro essa preocupação do Rubens de Azevedo Lima e queria ir um pouco mais fundo na questão da cultura.

Até que ponto, Prof. Tundisi e Prof. Salati, essa água de que falaram no caso da Amazônia não é um elemento absolutamente fundamental para apaziguar, controlar e permitir a vida nessa região que recebe diariamente a energia equivalente a seis milhões de bombas nucleares? Energia é uma fonte de vida, mas também de destruição. O que vai acontecer quando não tivermos mais defesas em relação a estas seis milhões de bombas nucleares?

O Prof. Salati falou em diversidades. A diversidade que, no fundo, é esse conjunto de probabilidades infinitésimas, milionésimas, que permitem a existência da vida – se essa diversidade for destruída, evidentemente vai ser atingida a própria possibilidade de vida.

Vale a pena aqui, entrar na questão cultural. Se algum povo teve algum sucesso, em alguma época, com todas as críticas, foi exatamente o povo português, que não veio necessariamente, ao contrário dos ingleses e dos norte-americanos, simplesmente para explorar. Não são os portugueses os responsáveis pelo CO<sub>2</sub> que está sendo jogado na atmosfera, pela elevação da temperatura do globo terráqueo, pela elevação dos níveis dos mares, nem pelo buraco de ozônio que está atingindo o Brasil. Não são os portugueses: estes, já em 1703, assinavam o Tratado de Methuen, pelo qual tornaram-se colônia da Inglaterra, e, desde então, não participam mais da estrutura do poder mundial.

Vamos começar a ver realmente quais são as causas primeiras dessas nossas questões atuais. Não é, evidentemente, nossa base cultural. A história da colonização portuguesa no Brasil não é o império inglês na China, gerando 500 mil viciados em ópio; nem é o que os ingleses fizeram na Índia; nem o que os Estados Unidos estão fazendo em seu próprio território e no dos outros. Haja vista quando chegam a Volkswagen ou a Scotch Paper na Amazônia, quando chegam as multinacionais em Santos, com suas indústrias petroquímicas, quando chegam na Bahia com seus metais pesados, avassaladoramente, destruindo tudo.

Temos que rever nossa posição apática e não comprometida com a nossa realidade. Vamos parar de dizer que os portugueses são os culpados de tudo; pelo contrário, foram os que respeitaram a natureza. D. Maria I baixou um decreto

proibindo o corte de árvores no continente brasileiro. A razão da preocupação era que estavam vindo do mundo inteiro cortar madeira aqui, para fazer navios. Imaginem a insignificância desse corte, comparado com essas queimadas da Volkswagen, da Scotch Paper! No entanto, nada aprendemos com esta lição de respeito à natureza que vem do nosso passado cultural.

Realmente, em nome da justiça – aliás, nem em nome da justiça, mas da realidade – temos de falar outra linguagem, e identificar com mais seriedade científica as causas e origens de nossos problemas atuais.

JOSÉ GALÍZIA TUNDISI – Eu queria comentar um pouco as suas observações. Realmente, o processo chamado de desenvolvimento econômico é simplesmente uma transferência tecnológica maciça. O processo de participação da comunidade a que o senhor se refere e o processo de massificação vinda do exterior, que preocupa o jornalista que citou, são coisas evidentemente muito próximas do processo de crescimento econômico adotado.

É dentro do sistema regional que devemos atuar para impedir esse bombardeio maciço de informações vindas de fora. Pode parecer uma utopia, mas, na minha região, conseguiu-se desviar uma parte das atenções para o problema ambiental inserido no contexto regional.

Temos que promover, fundamentalmente, uma retomada da memória social em escala regional, e depois temos que ampliar esse modelo. Isso implica, sem dúvida nenhuma, um esforço muito grande da comunidade pensante, contra um poder econômico violento e muito sério. Temos que criar o mecanismo para isto.

Eu conversava muito com Warwick Kerr, quando ele era diretor do INPA, justamente sobre esse problema regional, o problema de transferência de conhecimentos, o problema de atuar dentro do conhecimento que existe na região e de utilizá-lo como *feedback*. Perdeu-se o contato com essa cultura regional, que existe e é extremamente rica, diversa e eficiente.

Darei mais um exemplo. Trabalhei durante muitos anos na região lagunar de Cananéia, no litoral sul de São Paulo, que era a região mais pobre do estado. Essa região tinha pescadores artesanais, que pescavam, plantavam e viviam do seu produto. Pois bem, impuseram a eles um processo de desenvolvimento. Primeiro, asfaltou-se a estrada até Cananéia e desenvolveu-se uma indústria de turismo, que inclusive cortou todo o mangue e diminuiu brutalmente o estoque de camarões e de peixes; segundo, fez-se um entreposto de pesca, do qual os pescadores se tornaram empregados, mudando-se, então, para a cidade.

O mesmo processo ocorre na Amazônia: o pescador artesanal está sendo transformado em empregado da firma de pesca. Na minha opinião, um aprisionamento cultural: o domínio que o habitante tinha sobre o sistema, sua técnica, que levou centenas de anos para se desenvolver e que foi sendo repassada a cada geração, foi perdida. A memória, a tecnologia regional, desapareceu, para ser substituída por uma tecnologia desenvolvida em outro ambiente físico e cultural.

Há outro exemplo claro. Estamos importando o camarão da Malásia, que é um camarão grande, que está sendo cultivado, por exemplo, em fazendas de camarão na Bahia, com investimentos de milhões de dólares, visando, eviden-

temente, à exportação. Por que temos de buscar o camarão da Malásia? Toda biota aquática é tremenda, rica e diversa no trópico. Mas, para conhecê-la, é preciso pesquisar sua diversidade; para cultivá-la é preciso conhecer profundamente sua biologia. Como é que o bicho cresce? O que ele come? Quanto tempo leva para se desenvolver?

Não conhecemos nossa biota e não sabemos como cultivá-la. Esse seria o papel da universidade regional, conhecer essa biota e esse sistema. Não é um exercício acadêmico, mas um trabalho prático.

Por que se importou tilápia da África e a espalhou desde o Ceará até o Uruguai? Porque a tilápia da África, a tilápia nilótica, é um peixe extremamente conhecido: conhecemos todo seu ciclo de vida, seu ritmo, o que o bicho come e assim por diante.

Por que não o tambaqui do Amazonas ou o pacu do Pantanal matogrossense, ou o lambari? São peixes que têm uma importância extremamente grande. Mas isso levaria anos, porque não conhecemos a biologia do tambaqui, ou do pacu, ou do lambari; mas conhecemos a biologia da tilápia – então, importam-se tilápias e cultivam-se tilápias desde o Ceará até o Sul.

Mais uma vez, concordo plenamente que a pergunta básica que deve ser feita é: “O que é desenvolvimento? O que é desenvolvimento para o trópico? Qual é o processo regional de desenvolvimento? Qual é a opção?”

A comunidade, no sistema tropical, tem que ter uma opção. A opção deve ser a opção da comunidade. Nessa região onde trabalho, a comunidade optou decididamente, publicamente, por não se desenvolver mais industrialmente: não querem mais a instalação de indústrias naquela bacia, querem que a região permaneça como está e que se desenvolva a indústria do turismo e da recreação.

Gostaria de acrescentar que, hoje, as opções que se fazem para o desenvolvimento regional estão muito relacionadas com o sistema aquático, porque é ele que recebe todas as influências do processo eutrópico e das alterações que ocorrem. Esta é uma opção importante de desenvolvimento: a água, a interação do homem com a água.

**MARIA DO CARMO TAVARES DE MIRANDA** – Eu lembraria nossa própria integração biológica com a água, que é vitalíssima na composição do nosso organismo.

Gostaria de focalizar um ponto, para relembrar a atitude do Seminário de Tropicologia, uma atitude de Gilberto Freyre, que foi colocada principalmente pelo Prof. Bautista Vidal: o que é desenvolvimento? Há um trabalho de Gilberto Freyre, onde ele aponta especialmente para a visão integrativa do desenvolvimento, que não poderia, jamais, ser visto por um único ângulo, pois abarca a totalidade do ser humano.

Outro aspecto do pensamento de Gilberto Freyre refere-se ao mundo hispânico. Na visão do Mestre, Portugal e Espanha foram as grandes nações colonizadoras de visão humanística. Não diminuindo as tradições humanísticas germânicas, e muito menos as anglo-saxônicas e nórdicas, ele mostra como elas

foram mais entrosadas nesta perspectiva, como na acomodação – palavra que ele utiliza – ou na assimilação dos valores nativos dos povos colonizados.

Podemos ver que é importante esse desenvolvimento, não para diminuir o valor da civilização inglesa nos trópicos, mas para mostrar diferenças que são muito importantes, diferenças de conteúdo, de estilo, de formas de vida, que se manifestam nas nossas habitações, nos nossos transportes, no nosso modo de vestir, que hoje se revertem em mentalidades integrativas de uns e separatistas de outros, mentalidades revanchistas e mentalidades que são acomodaticias. Talvez nem todas elas sejam só virtuosas ou defeituosas, mas merecem ser analisadas.

FERNANDO AGUIAR – Ouvi com muita atenção a exposição que o senhor fez e me chamou a atenção aquilo que caracteriza como a regionalização da universidade. Sou totalmente favorável a um trabalho desse tipo. Mas, pela minha experiência (pois já trabalhei em universidades que tentaram ser regionais), posso dizer que esbarramos, inicialmente, na própria administração universitária, que não reconhece as pesquisas locais, de interesse regional, como um campo relevante. Ao lado disto, temos também muita dificuldade em convencer os órgãos financiadores de pesquisas e projetos, o que, acredito, é o resultado de uma centralização excessiva.

Vejo a dificuldade, no Nordeste, de conseguir financiamento para pesquisas que são desenvolvidas com características puramente locais e regionais: por exemplo, o desenvolvimento de frutos tropicais, ou as pesquisas sobre a fauna da região. Todas necessitam do beneplácito de um comitê que, na maioria das vezes, é constituído de gente proveniente do Sudeste, que tem outra visão. São exatamente essas pessoas que, às vezes, apresentam soluções para o Nordeste, soluções as mais desastrosas porque caem exatamente dentro daquilo que o senhor disse, são pessoas que não conhecem a região, que não têm vivência da região.

No meu caso específico, que lido com alimentação e nutrição, constantemente estamos nos deparando com este tipo de fatos. Isso diz respeito a algo que é essencial na própria formação de um povo, na própria cultura de um povo, que é o hábito alimentar. Está sendo descuidado este ponto extremamente importante na formação de um povo. Começam a ser introduzidos alimentos que absolutamente não são aceitos pela população nativa. Citaria a política de imposição de soja na alimentação humana, que não foi absolutamente absorvida pelo nordestino. Criou problemas muito sérios, inclusive econômicos, e no Brasil começou a desviar toda a sua produção para a exportação, como os senhores sabem.

O senhor falou também na contaminação das águas. Na nossa região, temos uma contaminação bem acentuada: como a esquistossomose, por exemplo, que começa a prejudicar o próprio desenvolvimento de várias regiões do Nordeste, enquanto o governo, que se diz tão voltado para o social, pouco se interessa por esse problema.

Voltemos àquelas pesquisas feitas por pessoas que poderíamos chamar de alienígenas e que tentam apresentar soluções para aquela região. Recordo-me

muito bem do programa de merenda escolar. Um dos maiores programas de suplementação alimentar em todo o mundo começou a agredir os hábitos alimentares ao decidir, dentro daquela centralização excessiva, que as concorrências fossem feitas aqui em Brasília. Estas concorrências são ganhas, sistematicamente, por empresas do Sul, e o Nordeste passou a importar alimentos, sendo que alguns poderiam ser produzidos localmente e outros simplesmente não fazem parte dos hábitos alimentares regionais.

Tivemos, há pouco tempo, a maior dificuldade, na minha universidade, em convencer a alta administração a apoiar uma pesquisa que se propunha a erradicar a hipovitaminose no município de Caruaru, de alta significação, portanto, para o próprio desenvolvimento daquela população; tudo porque esta pesquisa fugia àqueles padrões, àqueles moldes exigidos pelos nossos conselhos de pesquisas, que são extremamente centralizadores.

Estive, recentemente, em Cuba e tomei conhecimento de uma política muito sadia na área da saúde, onde tudo se faz de maneira muito simples: a universidade trabalhando junto com a comunidade, proporcionando o desenvolvimento, acabando com a pobreza extrema que caracteriza os países em subdesenvolvimento, um programa voltado sempre para o benefício da comunidade, com o apoio técnico da universidade.

**JOSÉ GALIZIA TUNDISI** – Realmente, acho que existe uma dificuldade muito grande no trabalho regional, porque a administração muitas vezes não compreende a importância deste trabalho. Se as pessoas lessem mais História, verificariam que muito do nosso conhecimento científico atual foi alcançado e transmitido através do estudo aprofundado de problemas específicos que afetavam comunidades regionais.

Acabei de mostrar um modelo que começou com poucas pessoas trabalhando nele, esse modelo de ensino e de informação que estamos fazendo em São Carlos, que foi considerado pelo UNEP o modelo ideal para o Terceiro Mundo, e está sendo copiado na Indonésia, no Japão e em mais dois ou três países, como a Tailândia. Então, é um modelo regional que foi transplantado para outras regiões com problemas semelhantes.

Com relação à centralização, o senhor se referia a um aspecto importante, à centralização dos órgãos de decisão e de apoio à pesquisa. Em São Paulo, mais uma vez, temos a experiência da FAPESP, que funcionou muito, que funciona no financiamento de pesquisas de interesse regional. É algo que todo estado poderia ou deveria ter. A FAPESP teve um impacto extremamente grande no estado de São Paulo do ponto de vista do apoio à pesquisa científica, inclusive a regional.

Essa pesquisa que faço nesse modelo Broa foi financiada quase inteiramente, durante os últimos dezoito anos, pela FAPESP. É um exemplo de como o sistema regional pode sofrer uma modificação muito grande através do trabalho da própria comunidade, com o apoio técnico da universidade e apoio financeiro da administração.

Com relação à merenda escolar, São Paulo ainda tem outro exemplo extremamente interessante. Há alguns anos, esta era também centralizada na

cidade de São Paulo, onde se faziam as licitações. Na região lagunar de Cananéia, que conheço bem, os meninos da escola comiam sardinha enlatada comprada em São Paulo, embora o peixe e o camarão fossem recursos extremamente abundantes na região.

Recentemente, a administração descentralizou a merenda escolar e a regionalizou: ao invés de fazer as licitações em São Paulo, começou a repassar verba para as prefeituras, que começaram a desenvolver sistemas locais, enfatizando-se inclusive as diferenças regionais, até mesmo no que se refere aos hábitos alimentares.

Concordo em que o processo de centralização atrapalha na própria universidade, em termos de grandes projetos de pesquisa. A universidade, no Brasil, pensa muito na chamada pesquisa de ponta, toda universidade acha que tem que fazer pesquisa de ponta. Ora, não vejo uma pesquisa de ponta mais importante do que aquela voltada para um problema local, cujos resultados podem ter uma altíssima relevância, não só local, mas até mundial.

LUÍS CARLOS MOLION – Eu queria apenas fazer um comentário. O senhor nos está instigando a falar sobre o problema da floresta amazônica, e sobre essa diversificação entre regiões temperadas e regiões tropicais.

Hoje à tarde devo falar exatamente sobre como a destruição da floresta amazônica pode levar a uma catástrofe mundial. É uma visão um pouco apocalíptica, mas baseada em sólidos princípios físicos e em evidências concretas. O desmatamento na região amazônica tem conseqüências seríssimas, se comparado com o desmatamento em região fora das áreas tropicais, exatamente porque as florestas tropicais são um verdadeiro transformador de energia solar em outros tipos de energia que, depois, são exportadas para os extratropicais. Aliás, a maior exportação que fazemos (e não cobramos nada) é exatamente dessa energia que mantém o equilíbrio do clima fora dos trópicos e – por que não? – dentro deles.

José Galizia Tundisi mencionou que nos estamos preocupando, nestes últimos trinta ou quarenta anos, com água. A grande verdade, infelizmente, é que não estamos nos preocupando suficientemente.

Existe um livro de Hans Libman, cujo título é uma pergunta: *Terra, um Planeta Inabitável?* Hans Libman é um zoólogo que concluiu seu PhD em Leipzig, em 1937. Ele aborda nesse livro única e exclusivamente o problema da água e mostra que civilizações de dez mil, oito mil anos atrás preocupavam-se principalmente com a água, sua conservação e sua qualidade. Mostra, por exemplo, o verdadeiro absurdo que é o caso do rio Nilo. Apenas 3% do território egípcio são aproveitáveis, os outros 97% são desertos; no entanto, enquanto os egípcios antigos usavam as inundações para fertilizar as terras e plantar na planície do rio, o egípcio moderno constrói no melhor solo que ele tem. E deixa o deserto para a areia, como está lá.

Fora dos trópicos, pode-se desmatar do jeito que se quiser que não se afeta o clima do globo, embora se afete, certamente, o clima local. Destroí-se, além do ecossistema, o solo, que a natureza leva milhões de anos para recuperar, e afeta-

se o ciclo hídrico: Platão já atribuía o secamento das fontes, na Grécia, ao desmatamento generalizado que lá se estava processando.

Acredita-se que o desmatamento tenha levado à própria destruição da civilização maia e asteca, dado o grande consumo de madeira na construção e no uso doméstico. Eventualmente, o desmatamento abaixa o lençol freático, os níveis dos rios baixam, as fontes secam. Então, o indivíduo tinha que ir caminhando atrás da floresta, vamos dizer assim, para se manter mais próximo das florestas.

Fora dos trópicos, o desmatamento não produz, no entanto, grandes conseqüências globais. Mas dentro dos trópicos existem essas conseqüências, porque os trópicos são a principal fonte de energia para manter o equilíbrio dinâmico da atmosfera terrestre.

**BAUTISTA VIDAL** – Eu queria fazer um pequeno comentário. Trata-se de uma informação apenas, sobre a questão da água, que tem uma importância tão transcendental, em certos aspectos, que seu equacionamento envolve questões de política e de poder mundial.

Em plena crise do petróleo, em 1979, 1980, quando o mundo ficou realmente histórico, a Exxon fez uma proposta formal de aplicar 660 a 680 milhões de dólares no aproveitamento do carvão e do xisto do Colorado. Uma proposta que vinha ao encontro da preocupação mundial, e especificamente norte-americana, com o problema da energia.

Menos de 24 horas depois, o governador do Colorado e sua bancada no Congresso fizeram um protesto violentíssimo contra aquela iniciativa, considerada inaceitável por todo o poder político do estado, simplesmente porque este empreendimento iria necessitar de uma alta percentagem da água do estado.

Ora, a agricultura do Colorado é das mais desenvolvidas e a água era vital para ela. Um bem politicamente intocável. A Exxon tentou estudar alternativas, desviar um rio do Canadá, rebocar gigantescos *icebergs* das regiões polares, mas, diante dos protestos de políticos canadenses e de ecologistas, também essas idéias não foram adiante. O projeto foi totalmente abandonado.

Quando se trata de água em regiões temperadas e frias, fatos desta natureza já aconteceram e estão acontecendo – as implicações políticas do problema da água são aspectos absolutamente fundamentais. O professor mostrou que, nos trópicos, as proporções são tremendamente maiores; e, no entanto, estamos brincando com essas coisas.

**JOSÉ GALIZIA TUNDISI** – Quero apenas responder rapidamente ao Luís Carlos Molion na sua observação. Talvez eu não me tenha expressado muito bem, mas o que eu quis dizer é que no Brasil existe, nos últimos anos, uma preocupação muito maior com o problema da água, que se tem tornado extremamente sério.

É claro que a água internacional sempre foi um problema. Vocês sabem que temos um problema delicadíssimo, deste tipo, na bacia do Prata, cujos rios fluem no sentido norte-sul e levam toda a contaminação da parte industrializada da bacia, em São Paulo, para o sul, para o Paraguai, Uruguai e Argentina.

O que eu quis dizer realmente é que a preocupação com a água no Brasil é relativamente recente, do ponto de vista das dimensões, da qualidade, da deterioração. Só agora se começa a perceber, por exemplo, a importância fundamental do problema da água e de suas implicações econômicas e sociais para qualquer plano de desenvolvimento regional. E não só aqui no Brasil, mas em todo o mundo. É claro que isso existia conceitualmente, antes, mas não como política.







no trópico; a crise energética mundial e o trópico: as visões políticas e estratégicas. Importantes e originais foram as contribuições de todos que participaram dos debates enriquecendo o encontro.

O resultado final é um documento único, tanto como balanço da informação científica e tecnológica disponível, quanto como um repensar de nossa herança cultural em função da realidade física de nosso ambiente tropical.

Os trabalhos foram condensados, com uma linguagem clara e acessível, para proporcionar um balanço dos dados técnicos sobre o equilíbrio clima-água-floresta; para analisar as possibilidades concretas do modelo energético baseado na biomassa tropical e, com isso, tentar visualizar o que poderia vir a ser a civilização dos trópicos que se intuía.

---

CAPA: Porto Velho, Rondônia, 19 de junho de 1988. Imagem, feita pelo satélite Landsat, cedida por cortesia do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).



ISBN: 85-230-0298-7