

Recursos hídricos da região amazônica: utilização e preservação

Wolfgang Johannes Junk (*)

No passado, muitos associavam a palavra Amazônia a uma floresta tropical exuberante, recortada por um sistema fluvial enorme e muito pouco colonizada: o famoso "Inferno Verde". Hoje, esta palavra provoca, além disso, a associação de um desafio da natureza ao homem colonizador e, da responsabilidade deste para o seu meio-ambiente natural. Isto é lógico, especialmente porque a população humana na Amazônia está crescendo rapidamente, tanto por causa da alta taxa de natalidade, quanto por movimentos migratórios do sul para o norte do país, em consequência dos projetos agropecuários implantados na região amazônica. Ao mesmo tempo, aumenta o intercâmbio comercial norte-sul, sendo facilitado pela rede rodoviária recentemente construída, estímulos fiscais e uma crescente demanda dos vários produtos da região.

O sistema fluvial amazônico é o maior do mundo, abrangendo 7.000.000 km² de área de captação, com uma descarga de aproximadamente 1/5 — 1/6 da quantidade de água doce mundial, que é lançada por todos os rios ao mar, (Sioli, 1968). Estes enormes recursos hídricos, automaticamente formam um papel muito importante nos vários projetos de desenvolvimento da Amazônia.

Nos próximos capítulos, caracterizaremos os recursos hídricos na base de informações ecológicas, econômicas e técnicas, discutindo o seu aproveitamento e sua preservação tanto na situação atual, quanto na avaliação do seu potencial e da problemática para projetos futuros.

SITUAÇÃO ECOLÓGICA

A situação ecológica das águas naturais da região amazônica está caracterizada por dois fatores ou grupos de fatores, respectivamente:

1. Condições físico-químicas.
2. Mudanças drásticas do nível durante o ciclo do ano.

Estes fatores influenciam o meio ambiente aquático de uma maneira decisiva, provocando peculiaridades ecológicas, que foram até agora pouco estudadas. Sioli (1967), dividiu as águas da região amazônica em 3 grandes tipos:

1. Água branca (Solimões, Purus)
2. Água clara (Tapajós, Xingu)
3. Água preta (Negro e Urubu)

Estudos mais recentes mostram, que a diversidade das águas é bem maior (Junk e Furch, no prelo). Porém, como modelo de trabalho a classificação é muito útil e as conclusões ecológicas, que Sioli e seus colaboradores tiraram deste modelo são válidas e servem para nossas finalidades. A tabela 1 mostra a caracterização dos três tipos de água e indica em termos gerais as influências ecológicas, que até agora são previsíveis (Geisler et al., 1973).

As águas pretas possuem baixa capacidade de produção e condições ecofisiológicas desfavoráveis face ao seu pH muito baixo, à quantidade baixa de sais minerais e, provavelmente, à alta concentração de substâncias húmicas. Com exceção das substâncias húmicas, o mesmo é válido para uma grande parte das águas claras, porém este grupo é muito heterogêneo e pode em parte incluir também águas relativamente ricas em sais minerais, dependendo da geologia das respectivas áreas de captação. Junk e Furch (no prelo) mostram que as águas pretas e uma parte das águas claras, na sua composição química diferem de todas as águas do mundo, até agora analisadas, sendo elas extremamente pobres

(*) — Em convênio com o Instituto Max-Planck de Limnologia — Depto. de Ecologia Tropical, Plön, Alemanha.

TABELA 1 — Características limnológicas de diferentes tipos de água da Amazônia e sua valorização do ponto de vista ecofisiológico.
(Sp = Sem particularidade) (de Geisler et al., 1973).

TIPOS DE ÁGUA	Otd. de eletrólitos Condutividade elétrica μS	2+ Ca + 2+ Mg (mg / l)	pH e constância de pH	Substâncias orgânicas (Consumo de mg KMn O4 / l)	Transparência (m) (Disco de Secchi)
ÁGUA BRANCA					
Estimativa do valor da produção biológica	30 — 60 Suficiente	5 Suficientemente bom	6,4 — 6,9 Bom	~ 40 Bom	0,25 Extremamente baixo
Estimativa do valor do efeito ecofisiológico	Situação fisiológica normal	Sp	Sp	Sp	Conseqüências certas
ÁGUA CLARA					
Estimativa do valor da produção biológica	5 — 15 Desfavoravelmente baixa	> 1,5 Desfavoravelmente baixa	5,2 — 5,8 perigo de pH muito alcalino	~ 20 Sp	4 m e mais Relativamente bom
Estimativa do valor do efeito ecofisiológico	Situação fisiológica anormal	"alkalifobia" provável	Durante assimilação prejuízo p/o peixe	Sp	Sp
ÁGUA PRETA					
Estimativa do valor da produção biológica	10 — 20 Desfavorável	< 1,5 Extremamente baixo	4,0 — 4,8 Extremo	60 — 100 Efeito bloqueador e de absorção	1,0 — 1,5 Desfavoravelmente baixo
Estimativa do valor do efeito ecofisiológico	Situação fisiológica anormal	"alkalifobia" muito provável	"acidofolia"	ainda desconhecido	Conseqüências certas

em sais minerais, contendo uma percentagem de minerais alcalinos muito superior aos metais alcalino-terrosos e uma relação Sr/Ba inversa à das águas até agora descritas.

Por outro lado, as águas brancas são de uma composição química normal refletindo nas proporções percentuais dos seus íons, o valor médio mundial (Tab. 2). Em comparação com valores totais, elas não são propriamente ricas em sais minerais, contendo somente cerca de 35% do valor médio mundial. Porém, em comparação com as águas pretas e claras a sua capacidade produtiva é muito superior.

As diferenças de qualidade das águas da região amazônica explicam-se pelas diferenças geológicas e geomorfológicas nas respectivas áreas de captação (Fig. 1). As águas pretas e águas claras nascem na Série Barreiras e nos escudos arqueanos das Guianas e do Brasil Central, porém as águas pretas recebem aparentemente as substâncias húmicas, que provocam a sua coloração escura, em grandes áreas pantanosas ou podzólicas situadas nas suas áreas de captação. Os rios de água branca, recebem a água e sedimentos em parte da área Andina e Pré-Andina, que é geoquimicamente muito mais rica que as outras áreas (1). Conseqüentemente a concentração de sais minerais diminui com o aumento da distância dos Andes por causa da diluição pelos afluentes mais pobres em sais minerais.

O segundo fator de grande influência ecológica é a drástica mudança do nível de água em conseqüência da distribuição heterogênea da chuva durante o ano, na época seca e na época chuvosa. Próximo a Manaus, o valor médio do nível entre água alta e água baixa atinge cerca de 10 m com valores máximos a cerca de 15 m. Perto de Santarém as flutuações do nível atingem ainda de 5 a 7 m de altura. Isso provoca inundações regulares que influenciam enormes áreas na região amazônica. Castro Soares (1956) estima em 64.400 km² de área de inundação para o Solimões/Amazonas. O impacto ecológico destas inundações é importantíssimo. Anualmente largas áreas são atingidas por uma mudança drástica do meio ambiente aquático para o meio ambiente terrestre.

A fauna e a flora respondem a estas mudanças regulares com uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e etológicas, as quais até agora são pouco conhecidas. Temos que focalizar aqui, que o conhecimento sobre áreas de inundação no mundo inteiro, é absolutamente insuficiente. Ao nosso ver, o limnólogo deixou de estudar este tipo de ecossistema com mais minúcias, porque inclui uma fase considerável de ambiente terrestre e o ecólogo terrestre deixou de estudar, porque inclui uma fase considerável aquática. Além disso, na Europa e América do Norte, que fo-

TABELA 2 — Concentração relativa (valores médios) de Na, K, Mg e Ca em mg% na água de rios e igarapés, drenando áreas de origem geológica diferentes, ao longo da estrada Cuiabá-Porto Velho-Manaus em comparação com o valor médio mundial.

Origem da água	Parecis Formação	Pré-Cambriano Indiviso		Terciário		Região Pré-Andina (Solimões, Madeira)	Valor médio Mundial
		I	II	I	II		
% Na	18,7	29,3	33,9	24,7	27,9	18,5	22,7
% K	47,1	25,0	38,0	48,7	51,9	11,6	8,3
% Mg	19,7	15,1	19,3	19,0	16,0	13,6	14,8
% Ca	14,5	29,6	8,8	7,6	4,2	56,3	54,2

(Conforme Bowen, 1966) (Junk & Furch, no prelo).

(1) — Exceção desta definição generalizada são por exemplo, as águas que nascem nas faixas carboníferas no Norte e Sul da Amazônia, na altura de Santarém e que são também relativamente ricas em sais minerais.

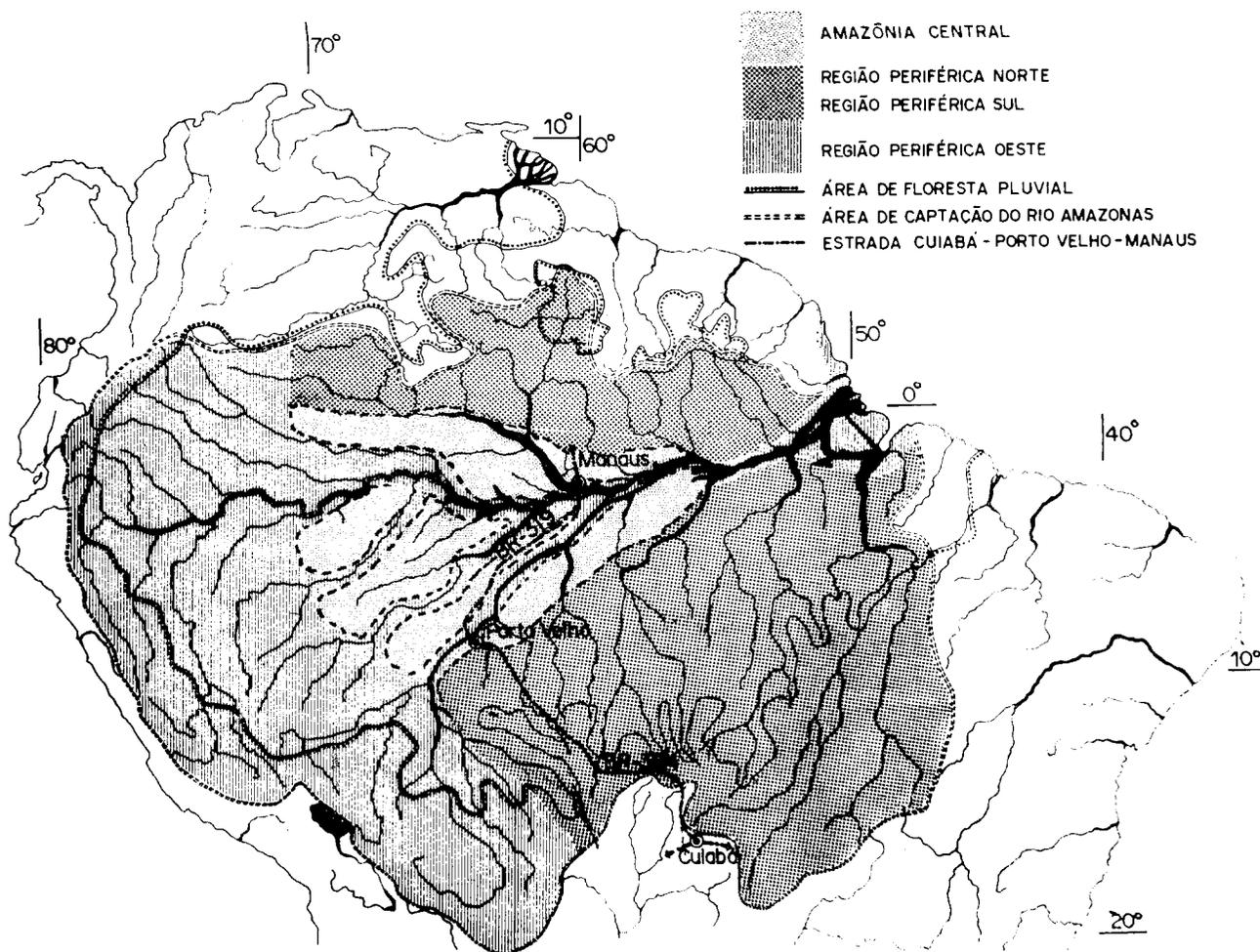


Fig. 1 — Áreas geoquímicas da região Amazônica (Fittkau et al., 1975).

ram os centros do desenvolvimento da limnologia, as áreas de inundação foram, há bastante tempo, modificadas por construções de diques, canais, etc., não havendo mais necessidade e possibilidade de estudá-las.

Levando isto em consideração, temos que ser bastante cuidadosos, em extrapolar conclusões, que somente se baseiam em estudos, realizados em lagos e rios "clássicos" das regiões temperadas. A maioria dos rios e lagos amazônicos não corresponde a estes modelos clássicos, face às grandes mudanças de nível de água que originam enormes áreas de inundação periódica.

Infelizmente, a maioria dos trabalhos publicados sobre ecologia, limnologia e pesca

em áreas inundadas não considera este fato de uma maneira adequada.

PESCA

A pesca, na região amazônica, sem dúvida alguma é um fator econômico extremamente importante, sendo a base principal de proteínas animal para a população humana desta região. Neste capítulo, limitamo-nos a comentar alguns fatos que, ao nosso ver, são característicos e em parte problemáticos para a pesca na região, pois em outro trabalho neste suplemento, Saint-Paul & Bayley fazem uma análise mais minuciosa do assunto.

Baseando-se nas informações da Colônia dos Pescadores Z-2 de Manaus, Junk & Honda

(1976) mostram para 1974 a distribuição do pescado nos principais rios do Estado do Amazonas (Fig. 2). Este quadro combina plenamente com as conclusões ecológicas baseadas nas características químicas da água, citadas no capítulo anterior. O rio Negro, sendo um rio enorme de água preta, participa com uma quantidade muito limitada no pescado total desembarcado em Manaus, enquanto a maior parte vem dos rios de água branca. Isso mostra que os problemas pesqueiros da região amazônica têm que ser estudados e analisados de uma maneira bem diferenciada.

Varoli (1967) estima um potencial pesqueiro de 100.000 toneladas por ano, porém, Azevedo (1970) indica 633.000 toneladas.

Na nossa opinião, qualquer avaliação do potencial pesqueiro para a bacia amazônica inteira, atualmente tem valor muito limitado, porque não apresentam dados suficientes. Além disso, tem que ser considerada a estru-

tura do mercado atual, que influencia a pesca de uma maneira decisiva pelo preço do produto.

O desembarque de pescado em Manaus chegou em 1976 a 30.800 toneladas e em 1977 a 24.900 toneladas, diminuindo cerca de 20%, porém diminuiu também o número de excursões pesqueiras em cerca de 16% de 6.501 para 5.484 (Petrere Jr., 1978a). Isso reflete o impacto do aumento de preço do combustível e gelo na pesca.

Estudos de Petrere Jr. (1978), indicam que a produção pesqueira nos arredores de Manaus diminuiu, forçando a frota pesqueira a ir procurar o peixe de preferência do consumidor, até nas cabeceiras dos grandes rios a uma distância de aproximadamente 1.500 km de Manaus. Esta pesca altamente seletiva pode ser considerada como característica e problemática para a região amazônica. Procura-se cerca de uma dúzia de espécies, que são con-

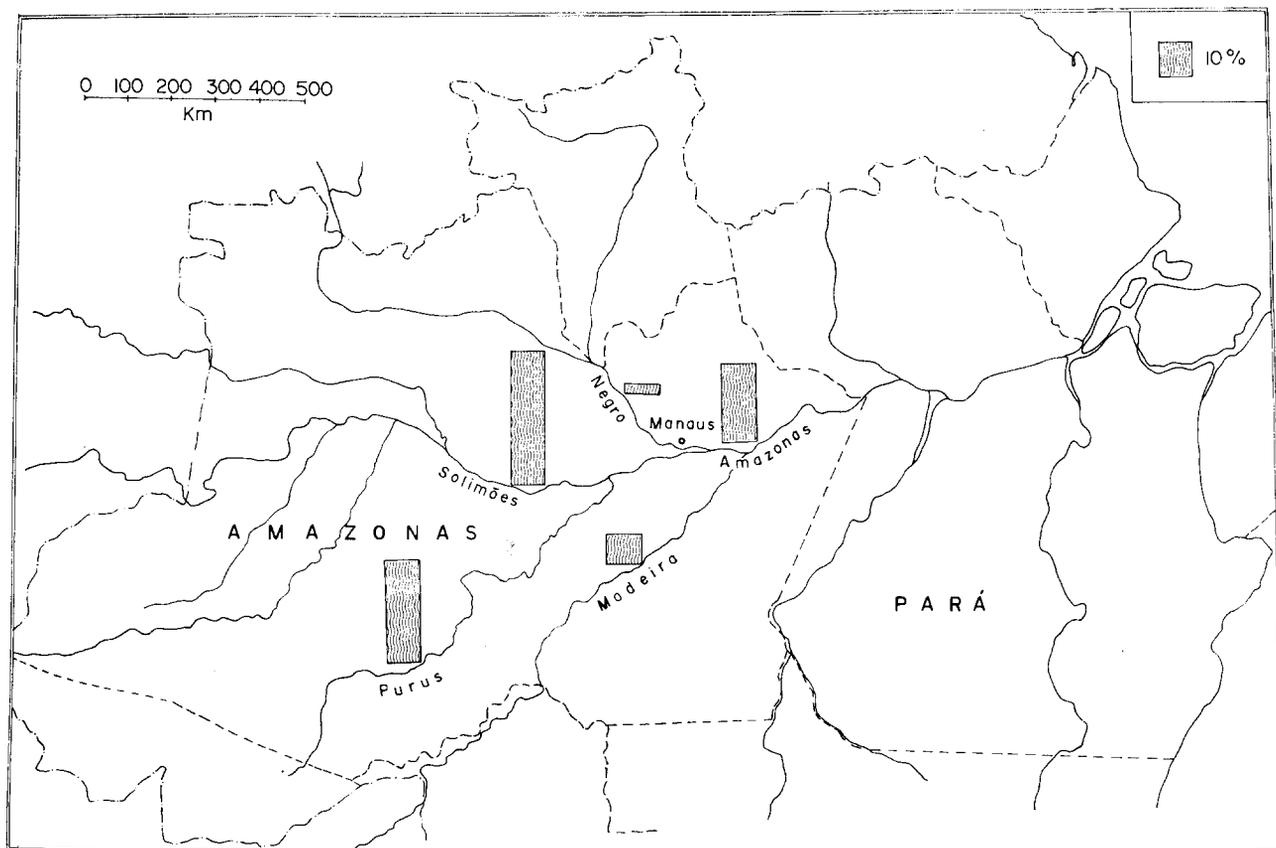


Fig. 2 — Produção pesqueira durante 1974, nos diferentes rios do Estado do Amazonas (Junk & Honda, 1976).

sideradas de alto valor comercial e de preferência local aproveitando-se as outras espécies em quantidade muito limitada, até jogando-se fora o restante da captura. O tambaqui (**Colossoma macropomum**) por exemplo, participou em 1977 com cerca de 38% do desembarque total de Manaus sendo ele um peixe de preferência de toda a população (dados de Petrere Jr.). Conseqüentemente, a probabilidade de pegar um tambaqui adulto próximo de Manaus é muito reduzida, chegando o maior número destes peixes a vir de locais bem longe, como por exemplo, do rio Purus. Goulding (1979) mostra no seu trabalho sobre a pesca no rio Madeira, que desde 1975 a produção pesqueira tanto de bagres quanto de caracóides altamente procurados, diminuiu muito, mesmo aumentando o esforço pesqueiro (Fig. 3).

Isso significa, que em certas áreas já existe o problema de sobrepesca para certas espécies. Podemos prever, que, continuando com a pesca atual, serão diminuídos os estoques, especialmente das espécies de grande porte tais como : pirarucu, tambaqui e os grandes bagres. Por outro lado, a diminuição de captura das espécies atualmente muito procuradas, pode ser compensada e até superada

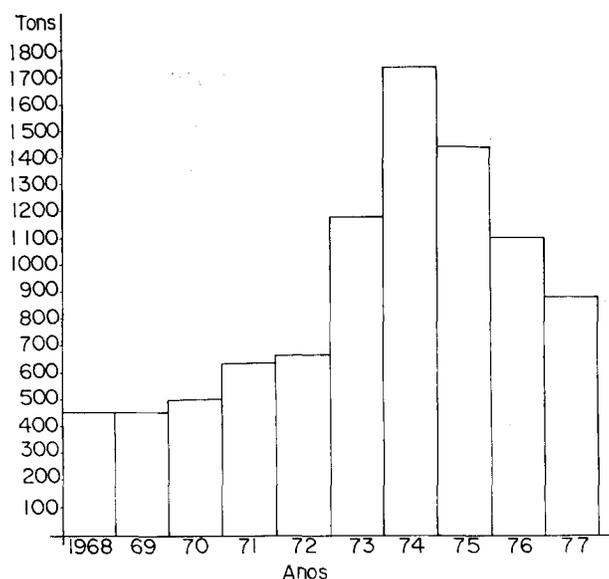


Fig. 3 — Estimativas da produção total anual da frota pesqueira de Porto Velho — conforme Goulding (1979).

pelo aproveitamento de outras espécies até agora pouco procuradas, tais como : branquinha, jaraquis, sardinhas, aracus e outros (**Prochilodus** spp., **Semaprochilodus** spp., **Triporthetus** spp., **Leporinus** spp.) (Junk & Honda, 1976; Petrere Jr., 1978a,b; Goulding, 1979; Bayley no prelo). Bayley, extrapolando estudo sobre a produção pesqueira nas áreas inundáveis de rios africanos comparáveis às das que ocorrem na Amazônia brasileira, chega à conclusão de que uma pesca baseada nestas espécies poderia render cerca de 50% mais que a pesca atual, porém teria como conseqüência a redução drástica das espécies de maior porte, sendo estes insignificantes para a produção pesqueira.

Os estudos de Petrere Jr. (1978b) e Goulding (1979) mostram também, que os equipamentos de pesca são suficientemente eficazes não sendo necessária a introdução de métodos e equipamentos adicionais. Em 1977, 31% do pescado foram capturados com malhadeiras, 15% com arrastão, 3% com arrastadeira, 13% com espinhel e caçoeira e somente 38% com métodos tradicionais tais como tarrafa, arpão, zagaia, arco e flecha, caniço, etc. (Petrere Jr., 1978b). A utilização de equipamento mais moderno pode criar problemas de sobrepesca, os quais iriam prejudicar principalmente as classes mais pobres das cidades e a população ribeirinha, que dependem do pescado como fonte de proteína barata, enquanto que os outros grupos da população têm outras alternativas à disposição, por exemplo, carne bovina (Goulding, 1979).

Por outro lado, o melhoramento do sistema de tratamento, conservação, transporte, estocagem e distribuição, pode ser melhorado consideravelmente, para o melhor aproveitamento do pescado. Benchimol (1977) estima a perda do pescado em cerca de 30%. Conforme Bayley (no prelo) esta perda diminuiu drasticamente por causa do aumento de preço do combustível e de gelo. Porém, a qualidade do pescado desembarcado em Manaus do ponto de vista higiênico é altamente lamentável. Supomos que com a introdução de um controle higiênico certa parcela da produção será repovada para o consumo humano.

Os dados citados sobre perda de pescado somente se referem às espécies atualmente procuradas, não se levando em consideração espécies sem valor econômico. Participamos, durante várias épocas de safras, em pescarias próximas de Manaus, nos quais até 80% do pescado total foram jogados na água, (por exemplo, mandi, peixe-cachorro, piranha e outros *Pimelodus* sp., *Hydrolycus* sp., *Serrasalmus* spp.). Este pescado poderia ser usado para fins agropecuários, por exemplo, em forma de farinha de peixe, pescado fermentado, etc.

O desenvolvimento da tecnologia de pescado na região amazônica tem que levar em consideração os seguintes fatores:

1. Quantidade limitada de matéria-prima.
2. Épocas pronunciadas de safra e escassez.

Necessitamos do desenvolvimento de unidades pequenas de tecnologia simples, distribuídas ao longo dos rios nos pontos principais de desembarque, de modo a aproveitar todo o pescado em excesso, para o mercado local, sendo relevante que essas unidades tecnológicas possam reduzir ou até parar o seu funcionamento, durante as entressafras sem provocar problemas econômicos.

A instalação de grandes unidades pode provocar uma pressão pronunciada nos estoques pesqueiros, encarecendo, a longo prazo, o pescado, criando problemas sócio-econômicos especialmente para a população ribeirinha e a classe de baixa renda nas cidades.

Uma outra fonte de rendimento para a região amazônica é a exportação de peixes ornamentais. Foram exportados de Manaus (com. pes. do Dr. Blós, Coord. Reg. SUDEPE):

	exemplares	Cr\$
1976	— 12.532.417	— 5.238.572
1977	— 14.001.007	— 7.200.660
1978	— 17.903.485	— 11.692.848

As principais espécies foram o Neon (*Cheirodon exelrodii*, *Hyphessobryon innesi*), o Aará-disco (*Symphysodon* spp.) e o Coridoras (*Corydoras* spp.).

Considerando o fato de que a grande maioria desses peixes está sendo exportado, para os EUA e a Europa, a pesca de peixes ornamentais é uma fonte de divisas para o Estado do Amazonas.

A captura de peixes ornamentais foi muito discutida por ecólogos, sendo muitas vezes chamada predatória, provocando riscos ecológicos para as espécies capturadas. Sem dúvida alguma, a mortalidade de peixes ornamentais atualmente é muito elevada, sendo calculada em termos de até 80%, por causa de métodos inadequados de transportes, estocagem e tratamento de doenças e parasitas. Porém, o aumento do preço de combustível vai forçar os exportadores, a diminuir esta alta taxa de mortalidade para ficar em condições de concorrer economicamente no mercado internacional. Em geral, não podemos ver diferença alguma entre a pesca de peixes para o consumo e para fins ornamentais e não vemos atualmente riscos de extinção das espécies procuradas, porque muito antes de chegar a uma diminuição precária dos estoques, a pesca de peixes ornamentais se tornará antieconômica.

Além de problemas de sobrepesca, temos que levar em consideração os efeitos de mudanças de meio-ambiente que podem provocar problemas muito mais sérios aos estoques pesqueiros. Como já foi mencionado anteriormente, as inundações periódicas influenciam grandes regiões, permitindo ao peixe entrar nas áreas inundadas para a desova e à procura de alimentação. Por isso, mudanças drásticas em grande escala irão provocar efeitos negativos aos estoques pesqueiros. Por exemplo, sabemos que muitas espécies são frutíferas, alimentando-se de flores, frutos e sementes de árvores da floresta inundada. Um desmatamento em grande escala das áreas inundáveis, conseqüentemente diminuirá a oferta de alimento para estas espécies.

APROVEITAMENTO DAS VÁRZEAS

O fato de que, em regiões inundáveis, as mesmas áreas podem servir durante a seca para fins agropecuários e durante a cheia como

pastagens e berçário para os animais aquáticos, pode provocar um sério conflito de interesses entre a pesca e as atividades agropecuárias. O problema é notadamente sério na região amazônica, pois nas áreas inundáveis dos rios de água branca, as "várzeas", existem os solos mais férteis da região, oferecendo um grande potencial para a agropecuária, se o agricultor for capaz de adaptar seus métodos de cultivo às inundações periódicas. Sabemos que outras áreas tropicais, com similares condições ecológicas, têm centros de colonização humana com alta produção agropecuária, tais como nos rios: Nilo, Ganges, Bramaputra, Mekong e outros. Mas, sabemos também que apareceram conflitos seríssimos entre atividades agropecuárias modernas e a pesca, porque não houve um planejamento em conjunto e uma cooperação intensiva entre ambos os grupos.

Bangladesh, por exemplo, situada cerca de 30% na área de inundações dos rios Ganges e Bramaputra, antigamente, era conhecida pela abundância dos seus estoques pesqueiros. Entretanto a intensificação da produção de arroz, provocou a ampliação das áreas cultivadas e grandes construções de diques, sem levar em consideração aspectos de pesca. Face a isto, foram destruídas e bloqueadas importantes áreas de desova e caminhos de migração de peixes e crustáceos, provocando um declive drástico da produção pesqueira. Além disso, a implantação de grandes áreas de monocultura de arroz, provocou sérios problemas de pragas, que foram superados com quantidades crescentes de inseticidas aplicados na região inteira por aviões, causando em contrapartida não somente a intoxicação das pragas, como também, dos peixes e dos animais aquáticos que servem como base nutritiva aos peixes.

Este exemplo não significa que a utilização das várzeas pela agropecuária automaticamente vai acabar com os estoques pesqueiros. Pelo contrário, achamos muito importante a utilização associada da pesca com a agropecuária, pois é garantido, dessa forma o melhor aproveitamento de uma grande área de solos férteis, que recebem uma renovação dos nutrientes pelas inundações anuais. Os próprios

lagos produzem grandes quantidades de plantas aquáticas de alto valor nutritivo, que com a diminuição dos grandes herbívoros aquáticos (peixe-boi, capivara, tartarugas, etc.), não estão sendo utilizadas de uma maneira adequada por animais silvestres e podem servir para alimentação de animais domésticos e para adubo orgânico, sem interferir no equilíbrio ecológico (Junk, 1979).

Gostaríamos apenas de focalizar a necessidade de uma cooperação intensiva entre os órgãos responsáveis pela agropecuária e pela pesca, de modo a integrar o planejamento e a realização de projetos, que atinjam as várzeas, para evitar danos pesados para os estoques pesqueiros e para garantir o melhor aproveitamento das várzeas tanto do lado da agropecuária quanto do lado da pesca.

Além disso, uma outra necessidade de atuação em conjunto, pode surgir com relação a problemas de poluição das águas. Enquanto em condições "normais", quer dizer, em condições de rios sem áreas de inundação, as substâncias poluidoras somente atingem a fauna aquática, e depois são lançadas ao mar, na bacia amazônica elas podem comprometer também a agropecuária. Se, por exemplo, uma fábrica de celulose e papel solta resíduos de mercúrio na água, estes serão durante cada enchente, em parte depositados nas várzeas rio abaixo, podendo intoxicar por muitos anos os peixes, os produtos agrários e a carne dos animais domésticos.

PROJETOS HIDRELÉTRICOS

Em 1977, cerca de 84,2% da energia elétrica do Brasil foi produzida por hidrelétricas (M. Pinto Paiva c. pes., fonte Eletrobrás). Enquanto a produção de energia elétrica à base de óleo diesel fica cada vez mais cara, além de problemas de poluição do ar pelo consumo de fontes energéticas fósseis, estão ainda à disposição do Brasil, grande potencial ocioso de energia hidrelétrica. A ELETROBRÁS calcula para a bacia amazônica um total de 56.729 MW (M. Pinto Paiva, c. pes.), significando 36,6% da capacidade total do Brasil, que só agora começa a participar no desenvolvi-

mento do país, enquanto as disponibilidades de outras bacias hidrográficas já estão sendo usadas em escala maior, há muito tempo.

Há dois anos, está em funcionamento a pequena hidrelétrica de Curuá-Una, perto de Santarém com 40 MW. Entrou recentemente, também em funcionamento, a represa Paredão no Território do Amapá. Está em fase de construção a gigantesca represa de Tucuruí no rio Tocantins e foram iniciadas as obras da represa de Balbina no rio Uatumã, próximo de Manaus. Isso, sem dúvida alguma, é somente o começo de um desenvolvimento, que vai abranger até o final do século, vários outros rios da região.

É óbvio que qualquer obra desta grandeza, tem um grande impacto sobre o meio-ambiente aquático. Em outras regiões tropicais, os efeitos negativos associados à construção de barragens são vários, podendo, em certos casos, até superar os benefícios da represa construída. Na construção da barragem de Assuam, por exemplo, surgiram os seguintes problemas:

- a) Modificações que causaram prejuízos da produção agrícola rio abaixo por causa da falta de inundações regulares que depositavam sedimentos férteis nas áreas inundáveis;
- b) Erosão do Delta do Nilo;
- c) Pragas e doenças em escala muito maior que antes, por causa da modificação do meio-ambiente;
- d) Deterioração da qualidade da água;
- e) Impacto sobre os estoques pesqueiros;
- f) Problemas de navegação por causa de desenvolvimento em massa de plantas aquáticas.

Estudos em andamento na represa hidrelétrica de Curuá-Una, há dois anos (Junk et al., no prelo), demonstram que a construção de barragens na região amazônica pode ser acompanhada por problemas similares.

Em 1977, quando começaram os estudos, já cerca de 20% da superfície da represa de Curuá-Una estava coberta por plantas aquáticas. O represamento tinha provocado uma grande mortalidade de peixes na área represada,

bloqueando além disso, o caminho dos cardumes migratórios, por exemplo, do jaraqui, que durante a época da água baixa se acumula em grandes quantidades abaixo dos vertedouros, sem condições de subir o rio. Está em modificação a composição dos estoques pesqueiros na represa e nas áreas adjacentes.

Não houve desmatamento antes do fechamento da barragem, o que atualmente provoca problemas na qualidade da água pela grande quantidade de material orgânico em decomposição. No futuro, os troncos submersos vão atrapalhar consideravelmente a pesca. A concentração de oxigênio perto da barragem, atinge o ponto zero em certas épocas, na profundidade de 2 m, formando-se nas partes mais fundas grandes quantidades de H_2S que prejudicam as turbinas.

Os estudos em andamento irão continuar ainda por vários anos, até a represa alcançar um novo equilíbrio ecológico, para que possamos avaliar os efeitos do represamento a longo prazo. De qualquer forma, já foram colhidas as seguintes informações: a água preta aparentemente não provoca o crescimento em massa de macrófitas aquáticas, como mostram os afluentes de água preta da represa Curuá-Una, que até agora são colonizados somente em quantidades insignificantes; o apodrecimento da madeira emersa é muito mais rápido que o da submersa, fato importante, que por exemplo na área da represa Tucuruí, poderia ajudar na estocagem da madeira cortada; começam a desenvolver-se populações de peixes aptos a colonizar águas lânticas, com hábitos alimentares e reprodutivos respectivos, que no futuro podem ser utilizados para a piscicultura e o povoamento de biótopos similares.

Observa-se, de acordo com os exemplos acima, que no acompanhamento da construção de barragens na região amazônica por meio de amplos projetos científicos, pode reduzir, no futuro, os efeitos negativos indicando ao mesmo tempo medidas adequadas, para o aproveitamento multi-específico das represas.

Infelizmente os estudos em Curuá-Una começaram somente depois do término das obras, faltando dessa forma dados fundamentais sobre a situação natural da área atingida e as mudanças ecológicas durante a constru-

ção, uma falha que deveria ser evitada nos próximos projetos hidrelétricos. Está atualmente em discussão um projeto de levantamento da fauna e flora aquática na área da represa Tucuruí e do acompanhamento científico das mudanças ecológicas, durante a construção da barragem.

AQUICULTURA

O conhecimento do potencial de peixes amazônicos comestíveis para fins de piscicultura, é muito limitado. Podemos verificar que o conhecimento sobre a maioria de peixes ornamentais é bem superior do que o conhecimento sobre os peixes de valor para o consumo humano.

Não existe tradição de aquicultura na região amazônica, porque até agora não havia necessidade de praticá-la. Enquanto a pequena população humana se distribuiu nas margens dos rios, concentrando-se principalmente nas beiradas dos rios de água branca, por causa das várzeas férteis, o abastecimento com proteína animal em forma de peixes era garantido pela pesca artesanal. Atualmente, verificamos uma concentração da população crescente nas cidades, o que inibe o acesso fácil da grande maioria dos moradores à pescaria de auto sustento, e provoca o transporte caro do pescado por longas distâncias.

Além disso, ao longo das rodovias recém-construídas estão sendo realizados atualmente muitos projetos agropecuários em áreas bem distantes dos rios piscosos. A população destas áreas aproveita no início a caça, como fonte de proteína barata, mas depois de poucos anos esta fonte fica esgotada, ficando à disposição somente a carne dos animais domésticos, que é mais cara (Smith, 1976).

Embora existam nestas áreas de terra firme, Igarapés e locais alagáveis em grande quantidade, não há produção natural significativa de peixes comestíveis. Deste modo, estes corpos de água só podem ser aproveitados a partir da piscicultura. Experimentos com espécies amazônicas no DNOCS⁽²⁾ e no INPA, entre os quais tambaqui (*Colossoma macropo-*

mum), pirapitinga (*Colossoma brachypomum*), matrinhã (*Brycon* spp.), Acará-açu (*Astronotus ocellatus*), pacu (*Methynniss* ssp.) e outros, mostraram resultados excelentes. Muitas das espécies são carnívoras, com tendência a comer frutas e outros órgãos vegetais.

Existe a possibilidade de adaptar Igarapés através da construção de pequenas barragens e áreas alagáveis, aproveitando o alto lençol freático para piscicultura semi-intensiva, sem atingir o meio-ambiente natural em maior escala, aproveitando para alimentação adicional dos peixes as frutas do mato não usadas pelo homem, tais como: sementes de palmeiras, seringueiras, castanheiras, etc. Além disso, resíduos das atividades agropecuárias podem servir para a alimentação dos peixes seja diretamente ou em cultivo combinado: peixe/porco, peixe/pato, etc. Experimentos preliminares deste tipo no INPA, já em andamento, com pacu e matrinhã em tanques abastecidos pelo lençol freático, mostram resultados altamente promissores.

Como já foi mencionado, atualmente, ainda faltam informações básicas sobre a biologia, reprodução natural e artificial e o comportamento em cativeiro das espécies, como também a experiência prática de manuseio, transporte e produção de alevinos em grande escala. A elaboração de todas estas informações técnicas e científicas e a transferência destas informações aos futuros aquicultores amazônicos, vai demorar vários anos. Por isso, os órgãos responsáveis por esta atividade, deveriam tomar imediatamente as providências necessárias para a implantação da aquicultura na região amazônica, pois se isso não acontecer em tempo hábil e com a ênfase necessária, a região amazônica correrá o risco de receber espécies exóticas como a Tilápia, por falta de oferta de espécies indígenas. Isso não vai resolver o problema da piscicultura na região, mas pelo contrário, pode provocar problemas ecológicos seríssimos, que atualmente não são avaliáveis. Os estudos pormenorizados das espécies amazônicas por outro lado, pode estimular de uma forma decisiva, a piscicultura no nordeste do Brasil oferecendo es-

(2) — DNOCS — Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.

pécies ainda não cultivadas ao piscicultor, melhorando desta forma também a produção pesqueira em outros Estados brasileiros.

O desenvolvimento do cultivo de espécies indígenas, não somente vai beneficiar os piscicultores, mas vai também influenciar a própria pesca. Como já foi mencionado, no exemplo da represa hidrelétrica de Curuá-Una, os estoques das espécies migratórias estão sendo seriamente prejudicadas pela barragem. Podemos considerar que a falta de alevinos adequados em quantidades suficiente, é o problema principal para o aumento da produção pesqueira em todas as represas hidrelétricas do Brasil, mostrando, dessa forma, a importância enorme de trabalhos científicos e técnicos na área de piscicultura.

Além da criação de peixes, deveria ser levado em consideração a criação de outros animais aquáticos da região, tais como a tartaruga, a capivara e o jacaré. Ojasti (1973) mostra em experiência de grande escala, nos llanos baixos da Venezuela, que a capivara tem um bom potencial como animal doméstico, produzindo carne e couro de alta qualidade. O cultivo de jacaré na Tailândia mostra também a viabilidade econômica de produzir couros de alto valor comercial. Estes experimentos, em combinação com a piscicultura e atividades agropecuárias poderiam não somente ampliar, de fato, os produtos, mas garantiria também a sobrevivência das espécies que, em parte, agora estão fortemente reduzidas.

TURISMO E PARQUES NACIONAIS

O turismo é uma importante fonte de divisas para a maioria dos países do mundo inteiro. Na África, os parques nacionais são os principais pontos das atividades turísticas. Na região amazônica, os rios e lagos são especialmente aptos a estes fins. Enquanto a densa floresta dificulta o movimento do turista e atrapalha a observação dos poucos animais existentes, os rios e lagos facilitam a observação de uma grande quantidade e variedade de animais que se concentram nas beiras, especialmente dos rios de água branca, melhor di-

zendo, se concentravam, pois infelizmente o fácil acesso aos lagos e rios teve como consequência uma redução drástica desta fauna. Hoje em dia, o turista raramente chega a ver um jacaré pequeno ou uma capivara; as tartarugas, ele as conhece somente através de livros ou preparadas na cozinha, isso se ele tiver dinheiro suficiente para comprá-las clandestinamente.

Além dos argumentos econômicos, gostaríamos de focalizar a grande necessidade de proteção de biótopos aquáticos para a ciência. Como se sabe, encontram-se na lista das espécies em perigo de extermínio do IUCN (1970, 1972) (3), várias espécies aquáticas, tais como: a tartaruga (**Podocnemis expansa**); o peixe-boi (**Trichechus inunguis**); a ariranha (**Pteronura brasiliensis**); a lontra (**Lutra platen-sis** e os jacarés (**Melanosuchus niger**, **Caiman crocodilus**). Estes animais, antigamente, existiam em grandes quantidades e tinham um papel importantíssimo no ecossistema aquático. O peixe-boi, as tartarugas e a capivara (**Hydrocerus hydroceris**), que também está fortemente reduzida, são os grandes herbívoros aquáticos da região. Eles transferem uma parte da enorme produção primária das macrófitas aquáticas em proteína animal e ao mesmo tempo reciclam os sais minerais fixados nestas plantas, adubando com as fezes permanentemente a água dos lagos. Em consequência disso, vários cientistas supõem (Hickling, 1961; Fittkau, 1970, 1973; Junk, 1975 e outros), que a produção de fitoplâncton, do zooplâncton e de peixes pode ser aumentada significativamente. Com a diminuição drástica destas espécies na região amazônica, foi praticamente eliminado um elo importantíssimo na cadeia alimentar, que aparentemente não foi substituído por outros organismos de maior porte. Este exemplo mostra que áreas de proteção, não somente poderiam garantir a sobrevivência e o aumento dos estoques das espécies em perigo de extermínio, mas permitiriam também estudos minuciosos dos problemas ecológicos citados, que estão diretamente ligados à produção pesqueira, gerando, possivelmente, preciosas informações relacionadas com a produtivi-

(3) — International Union for Conservation of Nature.

dade natural das águas e conseqüentemente melhores perspectivas de rendimento econômico.

Conforme o Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil (IBDF & FCBN, 1979), existem atualmente na Região Norte um parque nacional (Tapajós), várias pequenas estações ecológicas na terra firme e algumas áreas pequenas para fins de proteção dos tabuleiros das tartarugas.

A discussão relativa à criação de novos Parques Nacionais e Reservas Florestais baseia-se na teoria dos refúgios (Wetterberg et al., 1976; Wetterberg & Pádua, 1978). Isso pode ser um argumento para a seleção de áreas para fins da proteção da flora e fauna terrestre, mas pouco ajuda na seleção de áreas aquáticas, que são submetidas em parte, a outros fatores ecológicos, sobre os quais ainda não existem estudos determinados. Considerando o fato de que os grandes rios podem atuar como limites de áreas de distribuição de organismos, propomos a instalação de parques nacionais, santuários da vida silvestre, etc., na beira de todos os principais rios da região amazônica, com a finalidade de proteger os mais variados tipos de ecossistemas aquáticos. Podemos considerar, como organismos indicadores para o estado natural de áreas apropriadas a existência de estoques razoavelmente grandes de animais muito procurados, tais como o peixe-boi, tartarugas, jacarés, capivaras, pássaros aquáticos e peixes. Tais áreas somente existem em números relativamente limitados e deveriam ser selecionadas e protegidas tão rápido quanto possível. Este planejamento deveria ser feito cuidadosamente, para não provocar uma "coleta" intensiva antes do funcionamento da fiscalização.

É óbvio que o problema de implantação de parques nacionais e outros tipos de áreas de proteção à fauna e flora aquática é muito complexa, e não pode ser discutida com a intensidade necessária neste capítulo. Porém, achamos o tema importante e atividades neste setor são urgentes. Informações adicionais encontram-se no trabalho de Ayres & Best (no presente volume).

PESQUISA E ENSINO

Nos capítulos anteriores, mostramos que os problemas ligados ao aproveitamento e à preservação dos recursos hídricos são múltiplos. Com o aumento das atividades humanas na Amazônia, vão aumentar também as perguntas que necessitam dos cientistas, respondidas em curto prazo.

Conhecemos, na região amazônica dois centros científicos trabalhando na área de biologia de água doce e pesca interior:

1. Centro Regional de Pesquisas Pesqueiras do Pará, em Belém.
2. Divisão Peixe e Pesca do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus.

No centro de Belém, estão trabalhando atualmente cerca de meia dúzia de cientistas de nível superior enquanto que no INPA trabalham cerca de 20. Considerando o fato de que, há 10 anos, o número total de cientistas trabalhando na Amazônia inteira raramente passava de meia dúzia, isso significa um aumento considerável e demonstra o interesse dos órgãos financiadores no desenvolvimento da pesquisa. Por outro lado, em comparação com os problemas existentes, este número é pequeno demais para elaborar respostas às perguntas atuais mais urgentes.

Isso é especialmente lamentável, porque em muitos casos, as verbas para a realização de pesquisas estão disponíveis. Porém, a maioria dos órgãos dispostos a financiar projetos, limitam o financiamento para um prazo determinado e relativamente curto com fins específicos. Este tipo de financiamento funciona perfeitamente, se os cientistas de alto nível e institutos bem equipados estivessem à disposição. Porém, não existem os cientistas e a infraestrutura científica para realizar estas pesquisas. Identificamos que a falta de recursos humanos altamente qualificados e dispostos a trabalhar por maior tempo na Amazônia é atualmente um problema principal na área de biologia de água doce e pesca interior.

A possibilidade de transferir cientistas de alto nível do sul para o norte existe somente

para períodos muito curtos e pode ser considerado até agora quase nulo para períodos maiores, isso em parte, porque os cientistas não encontram condições adequadas de trabalho. Consideramos esta falta de condições de trabalho o segundo grande problema.

Somente um financiamento de projetos a médio e longo prazo, que permita e garanta o desenvolvimento de uma infraestrutura e tradição científica nos institutos de pesquisa, irá garantir a realização de trabalhos que produzam resultados correspondentes aos gastos investidos. Projetos permanentes permitem simultaneamente o treinamento adequado de jovens cientistas, na própria região amazônica, por exemplo, em forma de cursos de pós-graduação. Estes cientistas atualmente estão muito mais dispostos a continuar, trabalhando nesta região de que cientistas de fora.

Estamos plenamente cientes de que este tipo de planejamento é no momento relativamente caro e demorado, porque inclui responsabilidades financeiras a médio e longo prazo, sem, nos primeiros anos na fase de organização, produzir muitos resultados espetaculares. Porém, depois disso, a produção científica é muito alta, compensando plenamente os gastos da fase de implantação, permitindo também a realização de projetos de curta duração e financiamento bem definido, sem grandes riscos de falhar, conforme experimentos no próprio INPA.

Estamos absolutamente certos de que somente com uma estratégia de desenvolvimento da pesquisa a longo prazo, em combinação com ensino, vamos conseguir resolver os problemas técnico-científicos ligados à atividade humana, permitindo o manejo ecológico dos grandes recursos limnológicos da região amazônica.

CONCLUSÕES

As possibilidades de aproveitamento são múltiplas, abrangendo diversas atividades, tais como: pesca, piscicultura, agropecuária, produção de energia elétrica, turismo e outros. Entretanto as condições ecológicas dos rios e lagos e as interrelações entre o meio-ambiente aquático e o meio-ambiente terrestre, são

muito complexas, necessitando de estudos detalhados e uma análise cuidadosa para garantir o aproveitamento máximo dos recursos naturais sem destruí-los.

Estamos plenamente cientes de que a quantidade de informações técnicas científicas atuais, são insuficientes. Por outro lado, estamos também cientes do fato de que existem necessidades econômicas e políticas, que exigem decisões rápidas e nas quais os cientistas têm que participar aconselhando, mesmo se os dados existentes ainda não permitem conclusões definitivas.

Considerando esta situação, fazemos uma série de recomendações listadas a seguir, tanto para o aproveitamento e preservação dos recursos hídricos, quanto para o aperfeiçoamento do sistema de pesquisas ligadas com esta área, para não somente ajudar a resolver os problemas atuais, mas também nos preparar de uma maneira adequada para enfrentar os problemas futuros —

- Intensificação dos estudos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros para fins de melhor conhecimento dos recursos hídricos e da sua flora e fauna.
- Combinação de projetos de pesquisa com projetos de ensino (cursos de pós-graduação), para formação na própria região amazônica de recursos humanos altamente qualificados, aptos e dispostos para estudar os problemas existentes nas áreas de limnologia, pesca, piscicultura e tecnologia de pescado.
- Acompanhamento dos grandes projetos de desenvolvimento econômico e técnico que atingem os recursos hídricos tais como hidrelétricas, agropecuária nas várzeas, fabricação de celulose e papel, etc., por projetos científicos que possam fornecer os dados para o melhor aproveitamento e proteção dos recursos hídricos, minimizando os efeitos negativos ao meio-ambiente.
- Colaboração intensiva entre os órgãos responsáveis para a elaboração dos projetos que efetuam os recursos hídricos, para evitar sérios danos aos estoques pesqueiros.

- Aperfeiçoamento do sistema de transporte, conservação, tratamento e estocagem do pescado, melhorando a qualidade do produto.
- Avaliação da possibilidade de adaptação e ampliação de pequenas unidades de tecnologia de pescado nos centros de desembarque, para o melhor aproveitamento no consumo local do pescado atualmente desperdiçado.
- Implantação da aquicultura na região amazônica tanto na base privada quanto estadual, aproveitando igarapés e áreas alagadas para a produção pesqueira e para o povoamento das represas hidrelétricas existentes e planejadas.
- Estabelecimento de várias reservas aquáticas na beira dos rios principais da região para proteção rígida dos vários biótopos aquáticos, da flora e fauna aquática, pesquisas e turismo.

BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, P. A.
1970 — Transamazônica como fator de desenvolvimento da pesca amazônica. **Equipisca Journal**, Campinas, 7 (35).
- BAYLEY, P. B.
Avaliação dos estoques pesqueiros: avaliação inicial de pesca. **Acta Amazonica**: (no prelo).
- BENCHIMOL, S.
1977 — **Amazônia: Um pouco antes e além-depois**. Coleção Amazoniana 1, Calderaro, Manaus. 841p.
- BOWEN, H. J. M.
1966 — Trace elements in biochemistry. Academic Press. London. New York. 241p.
- CASTRO SOARES, L.
1956 — **Excursion guidebook 8: Amazonia**. International Geographical Union, Brazilian National Committee, Rio de Janeiro. 216p.
- FITTKAU, E. J.
1970 — Role of caimans in the nutrient regime of mouth lakes of Amazon affluents (an hypothesis). **Biotropica**, 2 (2): 138-142.
1973 — Crocodiles and the nutrient metabolism of Amazonian Water. **Amazoniana**, 4 (1): 103-133.
- FITTKAU, E. J.; IRMLER, U.; JUNK, W. J.; REISS, F. & SCHMIDT, G. W.
1975 — Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies. In: **Tropical Ecological systems. Trends in terrestrial and aquatic research**. Ed. by F. B. Golley and E. Medina. Springer Verlag, New York, Berlin: 289-311.
- GEISLER, R.; KNÖPPEL, H. A. & SIOLI, H.
1973 — The ecology of fresh-water fisher in Amazonia: present status and futures tasks for research. **Applied Sciences and Development**, 2: 144-162.
- GOULDING, M.
1979 — **Ecologia da pesca do rio Madeira**. INPA, Manaus: 172p.
- HICKLING, C. F.
1971 — Fish culture. Faber, London: 317p.
- HONDA, E. M. S.; CORREA, C. M.; CASTELO, F. P. & ZAPELINI, E. A.
1975 — Aspectos gerais do pescado no Amazonas. **Acta Amazonica**, 5 (1): 87-94.
- IUCN
1970 — Amphibia and reptilia. In: **Red Data Book**, V. 3.
1972 — Mammalia. In: **Red Data Book**, V. 1.
- JUNK, W. J.
1975 — Aquatic wildlife and fisheries. The Use of Ecological Guidelines for Development in the American Humid Tropics, Caracas 1974, **Papers and Proceedings**: 109-125.
- JUNK, W. J. & HONDA, E. M. S.
1976 — A pesca na Amazônia. Aspectos ecológicos e econômicos. **Anais do 1º Encontro Nacional sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca Continental**, Belo Horizonte, 1975: 211-226.
1979 — **Macrófitas aquáticas nas várzeas da Amazônia e possibilidades do seu uso na agropecuária**. INPA, Manaus. 24p.
- JUNK, W. J. & FURCH, K.
Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés na bacia amazônica e nas áreas adjacentes. Parte I: Trecho Cuiabá-Porto Velho-Manaus. **Acta Amazonica**: (no prelo).
- JUNK, W. J.; DARWICH, A.; ROBERTSON, B. & VIEIRA, I.
Investigações limnológicas em Curuá-Una, a primeira represa na Amazônia Central. **Acta Amazonica**: (no prelo).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL — IBDF, FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA — FBCN
1979 — **Plano de Sistema de Unidade de Conservação do Brasil**. Independência Ltda., Brasília. 107p.

QJASTI, J.

- 1973 — **Estudio Biológico del chiguire o capibara.** Rep. Venezuela, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, Caracas, 275p.

PETRERE JR., M.

- 1978a— Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. Esforço e captura por unidade de esforço. **Acta Amazonica**, 8 (3): 439-454.
- 1978b— Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. II. locais, aparelhos de captura e estatística de desembarque. **Acta Amazonica**, 8 (3), supl. 2: 54p.

SIOLI, H.

- 1967 — Studies in Amazonian waters. **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, (limnologia): 9-50.
- 1968 — Zur Ökologie des Amazonas-Gebietes. In: **Biogeography and Ecology in South America**. (Fittkau, E. J., Illies, J., Klinge, H., Schwabe, G. B. & Sioli, H.) Dr. W. Junk Publ., The Hague. p. 137-170.

SMITH, N. J. H.

- 1976 — Utilization of game along Brazil's Transamazon highway. **Acta Amazonica**, 6 (4): 455-466.

- 1979 — A pesca no rio Amazonas. INPA, Manaus. 154p.

VAROLI, E.

- 1967 — A situação da pesca na Amazônia. **Equipisca Jornal**, 6 (25/6).

WETTERBERG, G. B.; PÁDUA, M. T. J.; CASTRO, C. S. & VASCONCELOS, J. M. C.

- 1976 — **Uma análise de prioridades em conservação da natureza da Amazônia.** PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, Série Técnica, 8: 62p.

WETTERBERG, G. B. & PÁDUA, M. T. J.

- 1978 — **Preservação da natureza na Amazônia brasileira, situação em 1978.** PNUD/FAO/IBDF/BRA/76/027, Série Técnica, 13: 45p.