



Centrais Elétricas do Norte do Brasil S. A.
ELETRONORTE

USINA HIDRELÉTRICA DE BALEIA

MONASA / ENGE-RIO

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DOS
EFEITOS AMBIENTAIS DO PROJETO
HIDRELÉTRICO DE BALBINA
BAL-10B-0199-RE
SETEMBRO DE 1979

UNIL - DE BALBINA	
PROJETO DE BARRAGEM E USINA ELÉTRICA	
ROTA -	10B
DATA -	1979
CPF -	

UHE DE BALEIHADIAGNÓSTICO PRELIMINAR DOS EFEITOS AMBIENTAISPROJETO HIDRELÉTRICO DE BALEIHA

ÍNDICE

	PÁGINA	
1.0	INTRODUÇÃO	1
2.0	DESCRIÇÃO DO PROJETO	2
3.0	CONDIÇÕES DO RESERVATÓRIO	3
3.1	FÍSICAS	3
3.2	QUALIDADE DA ÁGUA	5
3.3	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO	7
3.4	OUTROS EFEITOS DA INUNDAÇÃO	9
4.0	EFEITOS POTENCIAIS NA SAÚDE	9
4.1	MALÁRIA	10
4.2	ESQUISTOSSOMOSE	11
4.3	ONCOCERCOSE	12
5.0	EFEITOS POTENCIAIS A JUSANTE	13
6.0	APROVEITAMENTO DO RESERVATÓRIO	16
6.1	USOS DIVERSOS	16
6.2	LIMPEZA DO RESERVATÓRIO	18
7.0	IMPLICAÇÕES HUMANAS/SOCIOLÓGICAS	20
8.0	CONCLUSÕES	21
9.0	AÇÃO RECOMENDADA	23
9.1	DECISÕES POLÍTICAS	23
9.2	CONTROLE	25
9.3	TRABALHOS DE ESCRITÓRIO RECOMENDADOS	26
9.4	ABORDAGEM DOS ESTUDOS	27
9.5	CUSTOS	27

1.0 INTRODUÇÃO

O objetivo deste relatório é definir os estudos que deverão ser feitos para a avaliação do impacto que a construção da Usina Hidrelétrica de Balbina dará no ambiente biológico e sociológico da região. Este trabalho no entanto, não tem como intenção prever os resultados do impacto ambiental do projeto, embora tenham sido abordados de uma forma preliminar os principais temas componentes de um estudo desta natureza, com o objetivo de se obter alguma prioridade nos estudos que deverão ser processados antes do enchimento do reservatório.

Este trabalho foi preparado pela MONASA, com a assistência de A.V. Bell, chefe da Divisão Ambiental da "Montreal Engineering Company Limited (MECO)", companhia associada da MONASA. A MECO conta hoje com uma Divisão especializada em estudos ambientais, com cerca de 50 profissionais, e já possui uma experiência considerável na avaliação dos efeitos de projetos hidráulicos nas regiões tropicais e temperadas.

Para a preparação deste trabalho foi feita, por A.V. Bell, uma visita aos escritórios da MONASA, seguida de viagem ao local de Balbina, e de reuniões com as seguintes entidades em Manaus e Brasília:

- INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia.
- SUCAM - Superintendência de Campanhas de Saúde Pública.
- ELTRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
- IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.
- FUNAI - Fundação Nacional do Índio.

Foi dispensada uma atenção especial aos estudos e à experiência obtida com os projetos de Tucuruí e Brokopondo, uma vez que estão localizados em regiões semelhantes ao local de Balbina.

O Projeto Brokopondo do Suriname fornece informações particularmente úteis, porque foi concluído em 1964 e tem sido estudado exaustivamente, desde a estabilização do seu reservatório. Em Brokopondo foi

inundada uma floresta tropical densa, similar à encontrada em Balbina.

O projeto de Tucuruí está situado cerca de 950 km a Sudeste de Balbina e o término de suas obras está previsto para 1981. A avaliação ambiental para este projeto, preparada por R. Goodland em 1977, mostrou-se extremamente valiosa para o preparo do presente trabalho.

2.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO

As obras de Balbina situam-se no rio Uatunã, aproximadamente a 320 km a montante de sua confluência com o Rio Amazonas.

O represamento se fará com uma barragem de terra e estribos de concreto, que produzirá um reservatório com uma área de 2.137 km^2 e profundidade máxima junto à barragem de 31,5 m. A vazão média do rio Uatunã no local da barragem é de $680 \text{ m}^3/\text{s}$, com uma variação de vazões de $70 \text{ m}^3/\text{s}$, na estação seca (junho a novembro) a $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$ na chuvosa (dezembro a maio). A capacidade instalada será de 250 Mw, e a energização da primeira unidade está prevista para 1984. O fechamento das adufas para iniciar o enchimento do reservatório será no final de 1983.

A hidrelétrica será operada como uma parte integrante do sistema elétrico de Manaus que atualmente consiste apenas de geração térmica. Balbina será operada em base, como uma hidrelétrica de ponta, ou como uma combinação hidrelétrica base/ponta dependendo da disponibilidade de água no dado ano, das programações de manutenção das unidades térmicas, e da possibilidade de deslocar blocos de energia térmica, assim conseguindo economizar combustível. A vazão liberada pelo reservatório variará consideravelmente tanto em volume como em duração. A descarga máxima para todas as 5 unidades em operação será de aproximadamente $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$. Assim o fluxo do rio a jusante do projeto, poderia variar, numa base diária, deste total para zero se todas as 5 unidades estiverem sendo usadas em ponta. A descarga máxima absoluta com 5 unidades, em funcionamento e todas as comportas do vertedouro abertas poderiam ser de $7.128 \text{ m}^3/\text{s}$, mas a liberação de en

chentes anuais em um excesso de $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$ torna isto improvável.

As águas do rio Uatumã são classificadas como "águas negras" (Sioli 1964). São, em geral, ácidas, de baixo teor mineral e altamente oligotróficas. No entanto, a despeito do baixo nível de produtividade biológica, o rio suporta um número relativamente grande de espécies de peixes, tartarugas e, talvez, outras formas de fauna aquática. O reservatório inundará uma região inteiramente coberta por floresta virgem densa. Desconhece-se, na área, a existência de povoados, contudo o enchimento do reservatório inundará cerca de 1.000 km^2 da área de reserva indígena dos Índios Atioaris-Waimiris.

Labora estas tribos sejam basicamente nômades, poderão existir ocasionalmente comunidades temporárias na região. Até o início do projeto de Balbina não existia na área nenhum povoado, no entanto, atualmente (maio 1979) existem no local cerca de 1.000 pessoas constituintes da força de trabalho e suas famílias. Estima-se que esta força de trabalho cresça para uma população total da ordem de 10.000 pessoas durante o pique das obras, incluindo-se trabalhadores, técnicos e familiares. O acesso ao local por estrada foi recentemente conseguido, e uma pista de pouso está sendo construída. Atualmente o acesso ao local se faz basicamente por hidroavião, a partir de Manaus.

A jusante do aproveitamento, o rio segue através de mata densa des povoada, até sua confluência com o rio Amazonas, embora algumas comunidades ribeirinhas existam a montante de sua confluência. A maior destas é Urucará, com uma população de cerca de 7.495 pessoas em 1975 (IBGE). As povoações de Santa Maria e Santana são muito pequenas, constituídas de cerca de 10 a 20 casas, cada. Outros povoados menores podem existir, mas não estão até o momento, cadastrados. Na seção 5.0, indicam-se os povoados existentes na região.

3.0 CONDIÇÕES DO RESERVATÓRIO

3.1 FÍSICAS

Desde que se dê o fechamento da barragem prevê-se que a água atinja seu nível normal de operações na El. 53,0 m em torno de um ano. Nesta elevação o reservatório inundará uma área de 2 137 km². A profundidade máxima será de 31,5 m no local da barragem, e a profundidade média do reservatório será da ordem de 8,80 m. É interessante notar que a maioria das árvores da região têm altura superior a 20,0 m, significando isto que uma pequena parte da folhagem superior será inundada até que as árvores moriam. O reservatório terá um sistema altamente dendrítico, com inúmeras ilhas e pequenas enfiadas rasas.

O perímetro do reservatório na El. 53,0 m ultrapassa o valor de 2 000 km.

Prevê-se uma depleção anual para a El. 49,0 m. Este abaixamento de 4,0 m no nível da água exporá 623 km² de área previamente inundada. O fundo da tomada d'água está na El. 21,5 m, ponto mais baixo do reservatório, isto significando que a vazão descarregada pela tomada d'água conterá uma mistura das águas da superfície e do fundo do lago.

Os reservatórios tropicais, ao contrário daqueles das zonas temperadas, não são caracterizados pelo fenômeno de inversão sazonal regular. Estes reservatórios, como os lagos tropicais, chamados oligomíticos por Hutchinson (1957), podem não desenvolver uma estratificação térmica persistente e regular, e podem circular completamente sob condições de ventos intensos ou em intervalos irregulares, dependendo da flutuação da temperatura ambiente. Outros fatores tais como correntes tubilhonares afluentes ou a lançamento para geração de energia podem ter importante efeitos de mistura nestes sistemas. Obstruções físicas em reservatórios não limpos, têm provavelmente os maiores efeitos no controle do regime de mistura.

A mistura das águas do reservatório de Balbina será virtualmente reduzida pela extensa vegetação remanescente, até que as árvores tombem, e se depositem no fundo do lago, ou sofrendo a decomposição progressiva (estima-se que cerca de 70% dos troncos não flutuarão). A decomposição de grandes troncos de árvores, estima-se que leve em tor

no de 60 anos, mesmo em condições tropicais (Ackerman et al, 1973).

Em Brokopondo, a maioria das árvores, eventualmente partilhando no nível da superfície da água, produzindo um emaranhado de troncos e troncos flutuantes e submersos.

Desse forma, a aparência física do reservatório, a sua hidrologia física e outros fatores como o acesso à água, serão influenciados pelas árvores remanescentes no reservatório por um período de muitos anos. As várias implicações da limpeza do reservatório são expostas mais adiante na Seção 6.0.

3.2 QUALIDADE DA ÁGUA

A longo termo, a composição da água do reservatório dependerá da qualidade química das vazões afluentes e da precipitação que nele caíra. Assim, a não ser que áreas de teor mineral radicalmente diferentes sejam expostas à água do reservatório devido aos efeitos do enchimento, é de se esperar que se obtenham, finalmente, as mesmas características gerais do sistema fluvial existente. No caso de Balbina a água do rio é ligeiramente ácida e de teores minerais muito baixos, conforme se observa por sua dureza (de CaCO_3) de apenas 6 mg/l. Pode-se prever, então, que o lago se estabilizará em uma massa de água ligeiramente ácida e oligotrófica (ref. tabela I).

Durante o período que ocorrerá entre a inundação da floresta com o enchimento do reservatório e a estabilização final, haverá uma situação instável, com grandes flutuações nos parâmetros químicos e biológicos. O suprimento maciço de nutrientes por parte da vegetação em decomposição usualmente resulta em condições eutróficas, embora isto possa ser modificado por outros fatores condicionantes, como níveis altos de acidez, conforme ocorreu no Lago de Brokopondo (Leentvaar, 1973) e que resultou em níveis relativamente baixos de produtividade, malgrado o teor alto de nutrientes. Este elevado índice de decomposição orgânica, aliado à falta de mistura vertical das águas, espera-se que resulte em desoxigenação das camadas inferiores do lago, com a conseqüente geração de ácido sulfídrico, metano e outros compostos.

A produção de H_2S alcançará níveis tais, que um odor extremamente forte aparecerá no reservatório, e particularmente junto à barragem onde se desprenderá à medida que penetrar no canal de fuga. A ação corrosiva do H_2S nas superfícies metálicas desprotegidas dos equipamentos é outro efeito colateral bem conhecido da decomposição anaeróbica do reservatório, o que forçará o uso de materiais resistentes à corrosão, ou coberturas protetoras para todo equipamento exposto.

Um círculo vicioso geralmente se estabelece, em que o alto nível dos nutrientes conduz a proliferação maciça de vegetação aquática que, por sua vez, aumentará o volume de matéria orgânica a ser decomposta, a medida que morrem e se acumulam no fundo do lago.

A estabilidade se alcança quando uma quantidade razoável de nutrientes é removida do lago por vazões de descargas ou por outros meios. O conhecimento atual da dinâmica dos reservatórios não é adequada para se prever quanto tempo será necessário para se alcançar o equilíbrio em um determinado reservatório, porém, no caso do lago de Broke pondo existem agora indicações que as condições mais indicativas da obtenção do equilíbrio do sistema, estão aparecendo, após um período de cerca de 15 anos.

O único método que permite que se acelere a obtenção da estabilidade química e, por conseguinte a biológica do reservatório é a de se aumentar a taxa de remoção de nutrientes do sistema.

A remoção completa, obviamente, é impraticável, pois significaria a remoção física da maioria dos materiais orgânicos de fácil decomposição, como a folhagem, da área do reservatório.

Em algumas situações, uma alternativa mais prática, seria a de se queimar ao máximo possível o material orgânico (Meth et al, 1973). Isso destruiria as fontes de suprimento de carbono e de nitrogênio, proporcionando uma eliminação relativamente rápida da maioria dos nutrientes do reservatório, e permitiria assim, que a condição de equilíbrio fosse alcançada mais cedo. A questão de limpeza do reservatório será abordada com mais detalhes na seção 6.0.

É inevitável que a sequência de variação da qualidade da água dentro desta zona ocorrerá com o enchimento do reservatório.

Com exceção da alternativa custosa e provavelmente impraticável de se remover ou queimar a folhagem existente, realmente não há medidas corretivas a serem indicadas.

No presente, muito pouco se sabe da qualidade da água dos cursos principais que contribuirão para a formação do reservatório, ou do tipo dos solos que influenciarão decisivamente na qualidade da água a ser armazenada.

Recomenda-se, portanto, que um programa de controle da qualidade de água seja estabelecido, cobrindo um número razoável de locais de amostragem na área de reservatório e no rio, no trecho a jusante do local de aproveitamento.

Estes locais seriam alcançados por helicóptero ou barco, mensalmente. Recomenda-se que as amostras sejam analisadas segundo os parâmetros: PH, alcalinidades, acidez, dureza, DO, CO₂, turbidez, cor, TSS, TSS₂₀, COD, sulfatos, sílica, cloretos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, manganês, ortofostatos, fósforo total, nitratos, amônia, nitrogênio Kjeldahl total. A química dos solos deverá ser também determinada em um número representativo de locais na bacia analisada-se, nas amostras de solos, os seguintes parâmetros: sulfatos, fósforo, nitrogênio Kjeldahl, ph, adsorção de sódio, cálcio, potássio.

Em complementação a estes parâmetros químicos, os rios deveriam ser estudados quanto ao seu potencial biológico antes do fechamento da barragem. Amostras do fundo deveriam ser tomadas em cada local de amostragem de água, e os principais tributários pesquisados no tocante a presença de peixes, invertebrados e macrófitos.

3.3 CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, uma das manifestações imediatas consequentes do aumento do nível de nutrientes na água após o enchi-

mento do reservatório, será, certamente, o aparecimento de grandes áreas cobertas por vegetações. No reservatório de Brokopondo o aguapé (*Eichornia Crassipes*) cobriu cerca de 40% da área do reservatório, três anos após o enchimento, a despeito de haver pouca evidência de sua existência na bacia. Também a "Ceratopteris", espécie de planta flutuante, cobriu grandes áreas da superfície das águas.

Um crescimento descontrolado como esse, pode ter os seguintes efeitos:

- estrangulamento das entradas das turbinas;
- bloqueio das rotas de navegação;
- formação de água estragada, que leva à desoxigenação, e cria um ambiente favorável para mos mosquitos vetores da malária; e,
- aumento das perdas por evaporação, em uma relação de 1 x 6, causando uma alteração notável do balanço hidráulico do reservatório.

Em Brokopondo, foi decidido pulverizar-se o reservatório com 2,4-D para controlar o crescimento da vegetação flutuante. Este programa foi aplicado por um período de 3 anos e provou-se efetivo quanto à redução da área de vegetação flutuante para um nível controlável, porém o custo total da operação ascendeu a 2,5 milhões de dólares.

Embora a pulverização química pareça fornecer um meio efetivo de controlar as vegetações nocivas, tem as desvantagens de ser um processo dispendioso, e que resulta no aumento dos níveis de matéria orgânica depositada no fundo do reservatório, e possivelmente, aumenta o tempo necessário para que se obtenha o balanço natural no reservatório. Recomenda-se, portanto, que seja investigada, antes do enchimento do reservatório, a possibilidade de se controlar o crescimento de ervas por outros meios que não o químico, incluindo-se métodos tais como a introdução de peixes herbívoros e insetos.

3.4 OUTROS EFEITOS DA INUNDAÇÃO

O enchimento do reservatório deslocará os animais que vivem na área. Os programas de salvamento da fauna receberão uma atenção especial em outros grandes projetos de reservatórios, sendo, talvez, o mais conhecido, o associado com o projeto Borba. Na Indonésia foi feito um programa para salvamento da fauna, e cerca de 10.000 animais se salvaram. Walsh, 1967, estima que 1.000 animais provavelmente se afogaram e um número igual escapou naturalmente. Hoje em dia existe alguma controvérsia quanto ao mérito científico de tais programas de salvamento, que dependem do modo de enchimento da área e da capacidade das regiões remanescentes, de suportar a quantidade adicional de animais. No entanto, a situação destes animais, aprisionados de uma forma inevitável, levanta grande interesse e vários grupos internacionais de proteção se mobilizam de forma a minimizar as perdas.

Recomenda-se que seja feito um inventário da fauna existente, em vários pontos do reservatório. Isto fornecerá informações úteis a respeito das populações animais existentes na área e, mais importante, permitirá que essas populações sejam investigadas com respeito a doenças que poderiam ser por elas transmitidas, a medida que estiverem sem.

Antes de se proceder ao enchimento do lago, deverá ser tomada decisão sobre as medidas a adotar, relativas a possíveis locais de interesse arqueológico na área. Devido à densidade da floresta, será difícil programar-se uma pesquisa sistemática para isso, porém, as entidades apropriadas deveriam ser consultadas o mais cedo possível, para que o risco de atrasos sejam minimizados, caso existam na região, locais importantes.

4.0 EFEITOS POTENCIAIS NA SAÚDE

O desenvolvimento de um grande aproveitamento hidrelétrico em uma região tropical remota, como é o caso do Projeto Balbina, produzirá um impacto sério nas características sanitárias da região. Existem duas classes principais de moléstias, que merecem consideração.

A primeira classe está relacionada ao carreamento, de outras regiões, de moléstias transmissíveis, pelo aumento da população na área, motivada pelo recrutamento de mão de obra. Embora seja potencialmente séria, esta classe de moléstia pode ser controlada, desde que sejam adotados programas sanitários e planos de imunização para todo pessoal envolvido no projeto.

O Ministério da Saúde já estabeleceu na área um sistema de controle completo das doenças transmissíveis para o pessoal envolvido no projeto de Balbina, e espera manter um alto nível de controle, no decorrer de todo o projeto.

Goodland, 1977, no seu trabalho para Tucuruí, fornece uma listagem das doenças cadastradas para a Região Amazônica. Esta listagem é repetida no presente relatório, como referência.

A segunda classe de doenças que necessitam consideração, é a das relacionadas com a criação do reservatório, e que efeitos este terá nos vários setores de moléstias tais como a malária, esquistossomose, oncocercose, filariose e leishmaniose.

4.1 MALÁRIA

A malária já existe na Região, porém está sob controle, graças ao programa administrado pelo Ministério da Saúde.

O reservatório, devido à sua natureza dentrítica fornecendo grandes superfícies de águas mornas e paradas e também à grande área que será exposta anualmente quando da depleção (aproximadamente 600 km²) terá grandes áreas de habitat ideal para a proliferação do mosquito. Durante a depleção, a vegetação em deterioração e a exposição dos água-pês fornecerão também condições ideais para a proliferação dos mosquitos vetores da malária, a menos que sejam adotadas medidas preventivas de larga escala.

Recomenda-se que sejam levadas em consideração as seguintes medidas

para reduzir ou controlar o risco de uma epidemia de malária em Balbina:

- a. a morfologia do reservatório deverá ser estudada antes do enchimento, de forma que as áreas possíveis de criar habitats para os mosquitos possam ser identificadas, e sejam estudadas em tão as alterações a fazer na costa, por meio de drenagens ou diques. Pelo menos na proximidade do acampamento, da estrada e de outros pontos de acesso.
- b. A depleção do reservatório poderá ter um valor tal, que cause a mortalidade das larvas dos mosquitos e que seja compatível com a geração da usina.
- c. Início dos estudos de controle biológico dos mosquitos.
- d. A proteção do pessoal por telas dedetizadas e o programa de controle rigoroso dos mosquitos deverá ser mantido em todas as fases do desenvolvimento do projeto.

4.2 ESQUISTOSSOMOSE

Não se acredita que exista hoje em Balbina a esquistossomose, devido à natureza ácida da água. É fato conhecido que esta moléstia necessita de três condições para existir:

- existência do caramujo hospedeiro apropriado;
- existência de águas quentes e rasas, apropriadas para o caramujo hospedeiro; e,
- infecção do caramujo por um ser humano ou animal, que contenha o parasita da doença.

A área do reservatório deveria ser pesquisada para se verificar a existência atual de caramujos hospedeiros porque, se eles não existem

ainda na área, será possível controlar-se a sua introdução na região. Um fator positivo, neste ponto, é que as análises de água feitas até hoje indicam que em Balbina as águas são ligeiramente ácidas. Uma vez que os hospedeiros não são geralmente encontrados em águas ácidas, é possível que a bacia não tenha este vetor. Mais ainda, pode-se antecipar que as águas do reservatório ficarão ainda mais ácidas após o enchimento, devido aos efeitos da decomposição orgânica, o que deverá evitar o desenvolvimento futuro da doença.

No entanto, um ponto a considerar é que o aproveitamento de Brokopondo no Suriname inicialmente apresentou águas com características ácidas, porém, à medida que o reservatório se estabilizou, as águas evoluíram para valores neutros ou levemente alcalinos, isso em um período de 15 anos (Goodland, 1977).

O motivo da mudança para condições alcalinas em Brokopondo, aparentemente se deve à exposição às águas de uma formação superficial de calcáreo, que teve uma influência crescente na qualidade das águas, à medida em que a deteriorização orgânica diminuía.

Uma situação semelhante poderia ocorrer em Balbina mas, na falta de qualquer indicação de existência de formações alcalinas, é razoável admitir-se que as águas continuarão ácidas, e, portanto, desfavoráveis ao desenvolvimento da esquistossomose.

A pesquisa de solos recomendada na Seção 3.2 fornecerá indicações da existência de formações alcalinas na região.

Recomenda-se, também, que qualquer pesquisa biológica na região inclua uma verificação sistemática da existência de caramujos, bem como do valor do PH das águas.

4.3. ONCOCERCOSE

Esta doença, conhecida antigamente como "cegueira dos rios africanos", desperta um interesse particular, porque recentemente penetrou na Região Amazônica vinda do Norte, e hoje se sabe que está se difun

dindo para o Brasil Central e Oeste (Goodland, 1977). A doença, para a qual não existe uma cura fácil e que pode causar a cegueira completa, dissemina-se pela picada de uma mosca infectada (*Simulium amazônica*), muito comum na região. Ela prefere para seu desenvolvimento, águas correntes e bem oxigenadas e, por isso, tem sido encontrada nas áreas do canal de fuga de outros aproveitamentos hidráulicos na zona tropical.

Não se conhece da existência corrente na região da filariose, mas os técnicos do Ministério da Saúde sabem da existência de Leishmaniose, e estão preocupados que atinja níveis sérios entre os trabalhadores de Balbina. O parasita está presente na fauna da floresta, e é transmitido pela picada da fêmea infectada do mosquito flebotomo (*Lutzomyia* Spp.), também comum na região.

Conforme se depreende do quadro preparado por Goodland, 1977, as doenças relacionadas acima não são, de forma alguma, as únicas preocupações sanitárias vinculadas com o desenvolvimento hidrelétrico da região.

No entanto, representam as maiores preocupações em termos de impacto potencial na saúde e também em termos de seu controle ou tratamento.

5.0 EFEITOS POTENCIAIS A JUSANTE

O Rio Uatumã possui uma área de escoamento de aproximadamente 20 000 km² acima do local da barragem.

A jusante do Projeto de Balbina o Rio Uatumã segue curso sinuoso a proximadamente por 150 km, antes de receber as águas do rio Jatapu, que contribui com uma bacia de drenagem de grandeza similar a do Uatumã na sua confluência (aproximadamente 3 000 km²).

O rio alarga-se para um lago, exatamente acima da confluência com o Jatapu. Este lago tem aproximadamente 4 km de largura por cerca de 30 km de comprimento. Sua saída é controlada por uma grande área pantanosa e por um canal longo e relativamente estreito, à medida

que se aproxima do Amazonas. Os efeitos do remanso do Amazonas são sentidos no rio Uatumã, a cerca de 50 km do local de Balbina. Não existem muitas comunidades ribeirinhas entre o projeto e a confluência com o Jatapu, porém, mais a jusante, encontram-se as comunidades de Santa Maria, Santana, São Sebastião e Urucará, às margens do rio, antes da sua foz no Amazonas.

A comunidade de Santa Maria possui em torno de 5 a 10 casas, com 50 pessoas. Santana é uma vila com 150 habitantes e luz elétrica. São Sebastião possui cerca de 300 habitantes, e seus moradores pretendem que seja elevada à categoria de Vila. Possui telefone público, grupo escolar, comércio diversificado, luz elétrica, água tratada e canalizada e é ponto de navegação no rio. Urucará já está elevada à categoria de Município, com luz elétrica, telefone público, Prefeitura, comércio diversificado, água tratada e, segundo o censo de 1975, o município tinha 7 494 habitantes. Ao longo do rio, até Morena, encontram-se moradores esporádicos e nômades, aproximadamente 10 famílias com o total de 50 pessoas. No local de Morena encontra-se uma concentração de cerca de 8 famílias, com mais 50 pessoas. De Meriti a Balbina existem umas 8 famílias, com mais 40 habitantes.

Esta população, na sua maioria, usa a água do rio para suas necessidades básicas e utilizam o peixe como principal fonte de proteínas. Além de um bom número de espécies de peixes comestíveis, o rio Uatumã também provê várias espécies de tartarugas e sabe-se que é um dos tributários do Amazonas mais prolífico, neste aspecto. As tartarugas são protegidas por lei e, antes disso, quase desapareceram pela procura de sua carne e seus cascos.

A comunidade de Parintins está localizada no Amazonas, cerca de 100 km da foz do Uatumã, e possui uma população municipal de 43 324 habitantes em 1975.

Quando o rio encontra o Amazonas, a 20 km a jusante de Urucará suas águas se diluem (se misturadas uniformemente), em um volume muito superior.

O enchimento do reservatório levará aproximadamente um ano, sob condições médias de vazão. Durante este ano o fluxo de água no local será provavelmente reduzido a zero, a menos das vazões dos tributários de jusante, a não ser que seja programada uma vazão de manutenção durante o período de fechamento.

Devido aos efeitos do remanso do Amazonas o trecho do rio que permanecerá praticamente seco será relativamente pequeno.

O impacto do fechamento durante o enchimento do reservatório dependerá das espécies existentes no rio a jusante da represa, e a decisão de se deixar uma vazão de manutenção dependerá do desejo de se manterem as condições ribeirinhas durante este período, e mais as implicações econômicas que esta vazão causará na geração.

Sobrepor-se-ão implicações ambientais similares se a usina for inteiramente operada em ponta por um extenso período de tempo.

A água liberada pela usina durante seus primeiros anos de operação será anóxica, rica de nutrientes, de cor e odor forte, e com um paladar extremamente desagradável. Ao chegar às comunidades mencionadas, embora esteja diluída por um fator maior de 2. (sob condições normais de vazão) e tenha percorrido uma distância maior de 200 km, é possível que ainda não seja potável, sem tratamentos.

As mudanças de qualidade, juntamente com a vazão agora mais regularizada do rio, após o fechamento, também darão um impacto no balanço ecológico do rio e poderão muito bem afetar a fauna ictiológica, reduzindo ou mesmo eliminando, a fonte principal de proteínas destas comunidades.

As tartarugas poderão também ser afetadas.

Não é provável que o impacto do projeto se faça sentir nas águas do rio Amazonas, devido aos efeitos da diluição, embora a mistura da corrente se faça de modo lento, devido às condições de escoamento suave.

Desde que é impossível prever-se a gravidade dos efeitos acima mencionados, com base nas informações existentes, recomenda-se que sejam feitas as seguintes avaliações:

- a. Desenvolvimento de um modelo qualitativo simples da água do Uatumã para o trecho entre a barragem e a desembocadura no Amazonas, de modo que se possa avaliar o efeito dos vários parâmetros qualitativos da água para diferentes vazões na ecologia do rio e a possibilidade de uso de água potável nas comunidades de jusante.
- b. Pesquisa biológica no rio, para identificar as espécies existentes que poderão ser afetadas pela alteração de qualidade da água após o fechamento da barragem, ou pelos efeitos do fechamento completo durante o período de enchimento.
- c. Levantamento de todas as comunidades ribeirinhas com a finalidade de se determinar o impacto ambiental que as alterações previstas no ambiente hídrico lhes causarão, e quais as medidas corretivas que deverão ser aplicadas.
- d. Uma avaliação da erosão potencial das áreas perturbadas associada com o desenvolvimento deve ser empreendida e medidas lenitivas para minimizar os níveis de sólidos em suspensão no rio devem ser desenvolvidas.

6.0 APROVEITAMENTO DO RESERVATÓRIO

O objetivo desta Seção é a verificação das consequências relacionadas com o aproveitamento da área do reservatório, que poderão influir nas decisões políticas a serem tomadas.

6.1 USOS DIVERSOS

Atualmente, o projeto prevê apenas benefícios relacionados com o desenvolvimento da energia hídrica. Embora este continue, naturalmente, a ser o objetivo principal, deveria ser considerada a possibili-

dade de se conseguirem benefícios secundários associados com o desenvolvimento e a operação do reservatório, de forma que permita a pesca de modo viável, bem como alguma modalidade de uso turístico ou recreacional, ou ainda a exploração madeireira na sua área. Poderia também ser tecnicamente possível utilizar-se algumas das áreas expostas cada ano por ocasião da depleção para fins agrícolas depois que a área se estabilizar bioquimicamente.

A decisão de se examinarem tais problemas hoje, dependerá mais das definições políticas, sociais e regionais das várias entidades governamentais envolvidas, do que de considerações técnicas ou científicas.

Por exemplo, Leentvaar (1973) relata que não houve nenhum interesse no uso do potencial de pesca do projeto Brokopondo do Suriname, e a distância a que está o projeto Balbina poderá também levar as entidades brasileiras a uma atitude semelhante, com relação a pesca, turismo ou uso agrícola da terra.

No entanto, recomenda-se que, como primeiro passo, estas decisões políticas sejam ventiladas com as entidades responsáveis, e uma decisão seja tomada, quanto à obtenção de benefícios secundários.

A questão da exploração dos recursos florestais existentes no reservatório, requer uma avaliação cuidadosa. Recentemente, foi anunciado pelo IBDF que os recursos florestais do Projeto Tucuruí seriam explorados antes do enchimento. Para isso, seria necessário instalarem-se cerca de 90 grandes serrarias na região, para ~~as~~^{se} atingir a meta desejada sem atrasar a energização de Tucuruí.

Foi dito ainda pelo IBDF que a experiência obtida em Tucuruí seria aplicada em outros aproveitamentos na Amazônia, como Balbina.

Conforme será ventilado adiante, a decisão de se explorar os recursos florestais não está baseada em considerações ecológicas, embora, evidentemente, existam implicações ambientais altamente significativas associadas com tal decisão.

Estima-se que o fechamento de Dalbina se dê nos fins de 1983. Se se espera manter este prazo, convém tomar as decisões a respeito da exploração da madeira, de imediato.

Se a decisão for afirmativa, o primeiro passo a tomar será proceder-se a um inventário dos recursos florestais do reservatório, de modo que se defina os benefícios brutos da exploração. Os custos desta operação podem ser avaliados, levando-se em conta tanto os da exploração direta, como os da comercialização, e mais os custos indiretos necessários.

6.2 LIMPEZA DO RESERVATÓRIO

Em seções anteriores deste trabalho mencionou-se várias vantagens que poderiam ser obtidas do ponto de vista ambiental, se a área do reservatório fosse limpa antes de ser inundada. Estas vantagens, difíceis de serem quantificadas em termos financeiros, levariam aos seguintes proveitos: obtenção de uma estabilização mais rápida do reservatório, em termos químicos e biológicos; redução de problemas de operação relacionados com a produção de ácido sulfídrico, e com os corpos flutuantes, como troncos de árvores e aguapês; melhor aspecto estético do reservatório; e melhoria potencial do seu emprego, em aproveitamentos secundários. Os custos do corte de árvores, remoção da madeira e destruição da folhagem para toda a bacia do reservatório, compreendendo 2 137 km², seria extremamente alto, e certamente proibitivo, se debitado ao projeto exclusivamente com a finalidade de se obterem as vantagens ambientais já enumeradas.

No entanto, como já foi mencionado, se houvesse um incentivo econômico para a exploração comercial da madeira, seria possível que o custo incremental do projeto relativo à limpeza do reservatório e, portanto, obtenção das vantagens ambientais, pudesse ser aceitável e desejável. Deve-se, porém, ressaltar que, para se obter qualquer vantagem real na redução do tempo preciso para a estabilização e, portanto, na melhoria da qualidade da água na barragem e a seu jusante, será necessário queimar ou remover por outro processo a maioria da

folhagem da área do reservatório. O corte simples das árvores maiores, para obtenção de sua madeira, apenas melhoraria a aparência do reservatório e reduziria o número de toras verticais, mas não os ramos mais finos e folhagem que contribuem decisivamente para a densificação de matéria orgânica decomposta e portanto para as condições anóxicas durante os primeiros anos que decorrerão após o fechamento do reservatório.

Tendo em vista o fato de que as condições no reservatório e a junta serão extremas por muitos anos, e levando-se em conta que o IBDF preconizou que o valor da madeira comercializável deveria ser recuperado, se possível, é recomendado que as seguintes opções de limpeza do reservatório sejam avaliadas em detalhes e que a decisão da adoção da opção seja tomada, considerando-se não apenas os custos econômicos, mas também as implicações ambientais, imponderáveis:

- a. Limpeza completa de todo o reservatório, venda de toda madeira valiosa e queima da folhagem, antes do enchimento do lago;
- b. Limpeza completa da área próxima da barragem antes do enchimento, para permitir usos secundários do lago;
- c. Corte seletivo da madeira comercializável da área antes do enchimento, mas sem destruição da folhagem;
- d. Uso de desfolhantes antes do enchimento, seguido de queima da folhagem no solo usando-se aceleradores de combustão, se necessário. Os troncos são deixados no lugar, para remoção, usando-se a água como meio de acesso, assim que o reservatório esteja parcialmente cheio;
- e. Nenhuma ação antes do enchimento, porém, exploração da madeira comercializável por meio de acesso pela água, uma vez cheio o reservatório; e,
- f. Nenhuma limpeza ou exploração.

Pela ótica ambiental, a opção (1) é, sem dúvida, a melhor, embora, mas também é a mais dispendiosa, malgrado o valor da madeira recuperada. A opção (4) poderá ser também atraente, do ponto de vista de menor prazo para a obtenção da estabilização, mas o uso em grande escala de desfolhantes aero-espargidos e acelerados de combustão deverá ser cuidadosamente estudado. Também, a viabilidade técnica de obtenção de combustão eficiente das folhagens nas condições quase sempre úmidas da Amazônia requer certos estudos.

Recomenda-se que entendimentos formais com o IBDF, sejam iniciados assim que possível, referentes aos benefícios potenciais da exploração da madeira da área de Balbina, e que sejam avaliadas as relações custo-benefício das opções acima, em um grau de detalhe que permita a tomada da decisão de qual método será adotado para a preparação do reservatório.

7.0 IMPLICAÇÕES HUMANAS/SOCIOLÓGICAS

Existem aparentemente três áreas com populações humanas atuais ou no futuro, que merecem consideração:

- colônias ribeirinhas a jusante
- força de trabalho e famílias associadas no local do projeto
- os índios Waimiris. Atroaris vivendo, ou se utilizando, da área na extremidade norte do reservatório.

Os aspectos mais importantes dos primeiros dois itens acima, já foram abordados nas Seções 5.0 e 4.0 respectivamente. A maior preocupação agora, está no impacto desconhecido que o projeto terá sobre os índios Waimiris-Atroaris, na parte superior da bacia. A área da reserva é definida como a terra compreendida entre os rios Uatumã e Piniãga e ao norte destes. Aproximadamente 1 000 km² da reserva serão inundados pelo reservatório. Isto inclui muitas ilhas, e grande parte da área ficará exposta quando da ocorrência da depleção do reservatório.

A população de toda a reserva passa-se por do ordem de 600.

Os índios, sabe-se, são nômades, mas estabelecem-se em vias temporárias por períodos de um a dois anos antes de mudarem-se para outras localidades, e espera-se que abandonem simplesmente as terras tomadas pela água do reservatório, sem maiores implicações, não se considerando o fato dos índios ficarem isolados pela elevação das águas. Aparentemente houve muita relutância por sua parte pela invasão de seu território quando da construção da rodovia Manaus-Caracarái.

Este fato ocasionou algumas perdas humanas e aparentemente provocou a definição da reserva indígena, agora parcialmente ameaçada pelo reservatório. A perda desta área pode, portanto, causar um grande abalo emocional ou cultural nos índios, e se não houver uma condução própria do problema, podem ocorrer reações violentas.

Os índios aparentemente utilizam-se de canoas para a caça e transporte, mas existe, no entanto, a preocupação de que alguns destes índios sejam pegos de surpresa e fiquem ilhados nas terras mais altas conforme a área do reservatório seja inundada.

Todos os contatos com os índios devem ser feitos por intermédio da FUNAI, órgão responsável por estes entendimentos, e recomenda-se que um programa sociológico para conduzir o problema da inundação de 1 000 km² da área da reserva seja definido entre ELETRONORTE E FUNAI assim que for possível, de modo que a população indígena seja abordada da forma apropriada, e também para se conhecerem melhor as implicações da perda da área da reserva.

8.0 CONCLUSÕES

Baseada nas avaliações preliminares deste relatório, conclui-se que o Projeto de Balbina terá um mínimo de efeitos potenciais sérios no ambiente biofísico e sociológicos da região, e que um programa de estudos é necessário para a definição das condições existentes, que permitirão a programação de medidas que tendam a diminuir estes efeitos.

O grau e a duração dos efeitos ambientais serão influenciados, grandemente, pelo fato de se limpar ou não as folhagens da área do reservatório. Embora os custos de limpeza do reservatório sejam conhecidos, as alternativas para a obtenção deste objetivo devem ser avaliadas cuidadosamente.

No caso em que a limpeza do reservatório tenha os custos proibidos

os efeitos ambientais que advirão do projeto serão:

- a. Por muitos anos o reservatório apresentará, na maioria de sua área, árvores parcialmente submersas, tendo apenas uma área relativamente pequena de águas livres, na parte mais profunda perto das estruturas.
- b. A deterioração orgânica, rápida e extensa, na área do reservatório ocasionará condições extremamente desagradáveis no lago, nas estruturas e a jusante. Estas condições compreenderão: desenvolvimento de vegetações aquáticas e algas, que, provavelmente, requererá a adoção de medidas especiais de controle, geração de condições anóxicas, prejudiciais à estabilidade do bio-sistema do reservatório por vários anos; produção de gás sulfídrico, com seu odor característico e propriedades corrosivas; liberação, pela usina, de águas anóxicas de cores fortes, influenciando seriamente na qualidade e na biologia das águas de jusante por uma distância considerável.
- c. Baseado na experiência existente, pode se prever que os problemas definidos em (2) serão muito severos por um período de cerca de 5 anos, mas decorrerão ainda mais 10 a 15 anos, antes que os efeitos da estabilização se reflitam no sistema. A limpeza do reservatório não eliminará completamente estes problemas, mas reduzirá grandemente sua severidade e longevidade.

Malgrado a decisão de limpeza que for adotada, o projeto terá os seguintes efeitos, que necessitam maiores estudos:

- d. O reservatório inundará, ao norte, cerca de 1 000 km² da área da reserva indígena dos Atroaris Waimiris. Embora seja um povo nômade, o impacto que o projeto causará é de difícil avaliação, atualmente.
- e. O projeto aumenta a potencialidade de uma série de vetores de doenças graves, e controles cuidadosos são necessários para se garantir a aplicação de todas as medidas preventivas. As doenças notoriamente importantes incluem a malária, oncocercose e a leishmaniose.

- f. A inundação do reservatório deslocará ou deslocará em perigo um grande número de animais.

Um programa de salvamento da fauna precisa ser avaliado, quanto à sua necessidade e valor.

Tendo o regime de escoamento a jusante do rio, sido altamente modificado, se a usina estiver operando em ponta, terá potencialmente sérios efeitos neste, além das considerações sobre a qualidade da água causada pela decomposição no reservatório e pelo aumento de excesso de sedimentos.

9.0 AÇÃO RECOMENDADA

Baseado neste diagnóstico preliminar, pode ser feito uma série de recomendações para ações futuras. Estas recomendações se enquadram em três categorias:

- Ações relacionadas com decisões políticas.
- Ações relacionadas com trabalhos ambientais ou medidas de campo.
- Ações relacionadas com trabalhos de escritório.

As recomendações incluídas no presente trabalho sob cada uma destas categorias, são apresentadas e revistas nas próximas seções, e a figura mostra um cronograma proposto.

9.1 DECISÕES POLÍTICAS

São as seguintes as duas mais importantes decisões que deveriam merecer pronta consideração:

- a. Decisão a respeito da recuperação ou não da madeira comercializável da área do reservatório pelo IBDF. Se esta decisão for afirmativa, mesmo que apenas em princípio, então estudos de

rão ser iniciados no sentido de se definirem os recursos flor
restais, os métodos de recuperação da malhina e também para se
avaliar como esta decisão poderá ser usada com vantagens sob o
enfoque ecológico. O primeiro passo, obviamente, será a forma
lização dos custos dos estudos. Na Seção 9.5, não foram indi-
cados os custos para este item, porque foi adotado o conceito
de que os encargos da ELETRONORTE estarão incluídos no item (d)
da Seção 9.3.

- b. Decisão a respeito da forma de abordagem dos problemas socio
lógicos da incidência da reserva indígena. São necessárias
reuniões com a FUNAI, de imediato, para a definição de um pro
grama mutuamente aceitável.

Outras decisões de uma natureza menos urgente, mas que requer
em ação no futuro, incluem:

- c. Entendimentos referentes sobre quais benefícios secundários,
como recreação, turismo, pesca, agricultura, navegação, etc.,
deverão ser considerados no estágio de desenvolvimento prelimi
nar, de modo que quaisquer especificações impostas por tais
usos possam ser incorporadas no projeto.
- d. Decisão a respeito do caminho a se tomar para a avaliação do
potencial arqueológico da área.
- e. Decisão a respeito de se manter ou não uma vazão de manutenção
de jusante, quando do enchimento do reservatório ou quando a
usina estiver sendo operada em ponta.

Esta decisão deveria ocorrer, apenas quando concluído o levan
tamento dos recursos biológicos de jusante, que fornecerá im
portantes subsídios para a tomada da decisão.

- f. Decisão de se adotar ou não o programa de salvamento da fauna.
Esta decisão será melhor tomada, desde que o levantamento da
fauna esteja concluído e definida a decisão política da luz
na do reservatório.

9.2 CONTROLE

Este relatório inclui um certo número de recomendações para o controle das metas básicas a serem tomadas na área do reservatório e a jusante do projeto. Recomenda-se que as atividades iniciais de controle sejam baseadas em um contrato de um ano e sejam coordenadas por uma pessoa ou entidade. Deste modo, o máximo de quantidade de informações úteis pode ser obtido rapidamente. Estes dados se mostrarão indispensáveis para a tomada de certas decisões já listadas na seção anterior. Após a conclusão do primeiro ano de atividades, poderá ser tomada uma decisão sobre que programa deverá ser continuado.

Recomenda-se que um coordenador do programa ambiental seja nomeado para gerenciar as atividades, mas que, a maior parte dos trabalhos de campo e análises sejam feitos pelo INPA, se for possível chegar-se a um termo contratual.

As atividades de controle incluem:

- a. Qualidade da água do rio Uatumã e principais tributários, a montante e jusante do projeto.
- b. Pesquisa biológica do rio na área do futuro reservatório a jusante, até a sua foz no rio Amazonas.
- c. Pesquisa da fauna de áreas representativas do futuro reservatório.
- d. Pesquisa dos solos de áreas representativas do futuro reservatório.
- e. Inventário das áreas afetadas, suscetíveis à erosão e conseqüentemente ao aumento dos níveis de sólidos em suspensão no rio.
- f. Pesquisa das habitações e comunidades de jusante.

Recomenda-se que este programa se inicie tão cedo quanto possível. Os itens (c), (d), (e) e (f) são de curta duração e

to alguns aspectos de (a) e (b) deveriam ser definidos, levando-se em conta os recursos do proprietário e verbas disponíveis. O custo provável dos estudos iniciais será da ordem de US\$... 300.000, dependendo do grau de detalhamento, porém, os custos dos trabalhos subsequentes não excederão cerca de US\$ 100.000 anuais.

9.3 TRABALHOS DE ESCRITÓRIO RECOMENDADOS

Os seguintes estudos foram recomendados em várias seções deste relatório:

- a. Avaliação da viabilidade do controle dos água pês por métodos não químicos. Este estudo incluiria uma pesquisa bibliográfica e verificação direta das experiências desenvolvidas em outros projetos tropicais, por meio de contatos com os técnicos envolvidos. Seu custo provável está na ordem de US\$ 60.000.
- b. Avaliação das alternativas de controle do mosquito vetor da malária aplicáveis ao Projeto de Balbina. O desenvolvimento dos trabalhos seria similar ao item (a) acima. Os custos para esta etapa seriam da ordem de US\$ 100.000.
- c. Desenvolvimento de um modelo de qualidade da água, para se preverem os efeitos do projeto na qualidade da água de jusante e o impacto resultante na biologia do sistema. Este estudo necessitará certos trabalhos de campo e não é, portanto, um trabalho restrito de escritório.

Os trabalhos de campo poderiam ser integrados nos estágios iniciais do programa da avaliação biológica de pesquisa de qualidade da água de jusante, com um incremento de custo pequeno. Os custos totais, se forem feitos desta forma, estarão na ordem de US\$ 80.000.

- d. Avaliação das opções de limpeza do reservatório, seus custos e implicações ambientais. Este estudo, se conduzido à profundida

Os dados necessários para permitir a tomada das decisões serão os mais baratos. As opções que requererem avaliação estão listadas no item 6.2.

Embora não se tenha ainda estimativa detalhada, o custo destes estudos provavelmente será da ordem de US\$ 300.000, incluindo-se os custos que poderiam ser divididos pela ELETROBRAS com IBDF, a respeito de estudos de viabilidade de mercado.

- e. Avaliação sociológica do provável impacto do projeto nos Índios Waimiris e Atroaris e de que maneira os mesmos possam ser minimizados. A extensão e custo destes estudos dependerão do resultado das discussões com a FUNAI. Uma previsão de US\$ 90.000 foi feita na Seção 9.5.

9.4 ABORDAGEM DOS ESTUDOS

O cronograma das atividades relativas às recomendações acima é mostrado na fig. 1, embora exista uma flexibilidade considerável nas datas e no nível dos trabalhos (portanto, custos) envolvidos.

Será importante, para a implementação destas recomendações, adotar-se uma abordagem dos problemas com uma coordenação muito estrita, para se obterem resultados cientificamente significativos porém de uma forma prática, e com custos razoáveis. Por esta razão, recomenda-se que um coordenador do projeto ambiental seja nomeado, e que seria responsável não apenas pela administração dos vários trabalhos, mas também pela interpretação e integração dos resultados. Também seria responsável pela abordagem dos problemas, equilibrada pelos aspectos técnicos do projeto. Por este motivo, daria uma série de vantagens a instituição da coordenação ambiental no âmbito do consórcio. A figura mostra uma sugestão para a estrutura da coordenação ambiental.

9.5 CUSTOS

Será necessário estimar os custos do programa ambiental em detalhes, uma vez decidido pela ELETROBRAS o nível dos trabalhos que serão

excursados. No entanto, baseando-se nas premissas precedentes, o custo total será da seguinte ordem:

-	Trabalhos de campo - 1º ano	US\$	300.000
-	Estudos		
-	vegetações aquáticas	US\$	60.000
-	malária	US\$	100.000
-	modelo de qualidade da água	US\$	80.000
-	opções de limpeza	US\$	300.000
-	impacto sociológico nos índios	US\$	90.000
-	Coordenação e interpretação	US\$	<u>70.000</u>
		US\$	1.000.000

Caso não hajam recursos para a consecução de todo o programa recomendado, deverá ser dada prioridade para executar os trabalhos de campo previstos para o primeiro ano, da melhor forma possível.

Desta maneira, um começo será desenvolvido no sentido de desenvolver, informações básicas, nas quais apoiar decisões futuras e observar os efeitos do enchimento do reservatório e do processo de estabilização.

Deve-se notar também que uma verba considerável está destinada à limpeza do reservatório. Esta verba se reduziria, caso se decida não considerar a limpeza do reservatório.

Também, o custo dos estudos relativos às opções de controle da malária talvez possam ser delegados à SUCAM e quaisquer estudos associados à reserva dos índios à FUNAI.

REFERENCES

- Ackermann, W.C., G.F. White and H.B. Worthington (eds.), 1973. Man - Made Lakes, Their Problems and Environmental Effects. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Goelland, R., 1977. Environmental Assessment of the Tucuruí Hydroelectric Project, Rio Tocantins, Amazonia. Manuscript Report, Centrais Electricas Do Brasil S.A. 249 pp.
- Hutchinson, G.E., 1957. A Treatise on Limnology. Vol I Wiley, New York. 1015 pp.
- Loontjens, P. 1973. Lake Brokopondo. In: Ackermann, W.C. et al. (eds.). Man-Made Lakes, Their Problems and Environmental Effects. American Geophysical Union, Washington, D.C. P 186-196.
- Meth, F.F., A.V. Bell and G.F. Gillis. 1978. Prescribed burning as a reservoir preparation technique. Manuscript report, presented at Spring 1978 Meeting, Hydraulic Power Section, Canadian Electrical Association, Toronto, Canada.
- Soili, H. 1964. General features of the limnology of Amazonia. Verh. Internat. Verein. Limnol. 15:1053-1058.
- Walsh, J and R. Cannon, 1967. Time is Short and the Water Rises. Dutton, New York. 224 pp.

INFORMAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA
RIO UATUMÃ BAIRINA

PARÂMETRO	1977							1978								
	5.7	14.8	16.9	5.10	31.10	23.11	16.1	20.3	6.4	24.4	16.5	29.5	29.6	17.7	7.8	17.8
1. O ₂ ppm	77,5	35,0	25,0	112,5	112,5	77,5	112,5	137,5	125,0	125,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	45,0
2. Turbidez ppm	6,3	1,8	2,35	0,75	3,2	1,95	5,6	5,74	6,9	5,2	3,2	3,0	3,6	3,2	3,9	3,7
3. pH	-	-	-	*	-	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4. Dureza	-	-	-	*	-	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5. Fe ppm	6,3	6,5	6,7	6,3	6,3	6,4	6,4	5,8	5,7	5,3	5,9	6,3	6,5	6,2	6,3	6,3
6. Dureza do Carbonato ppm	3,0	2,0	2,0	3,5	4,0	2,0	4,0	3,5	4,0	5,0	5,0	5,0	3,5	4,0	3,0	3,5
7. Amônia (NH ₃)	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Nitrito (NO ₂)	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Nitroto (NO ₃)	5,0	5,0	6,0	5,0	5,5	5,0	4,0	3,0	3,0	4,0	5,5	6,0	5,5	6,0	6,5	5,5
10. Sulfato (SO ₄)	8,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,0	10,0	8,0	10,0	7,0	9,0	7,0	9,0	7,0	7,5
11. Cálcio (CaCO ₃) ppm	0,0	1,2	1,2	0,8	0,4	0,4	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,6	0,8	0,8
12. Magnésio (Mg) ppm	0,0	0,48	0,7	0,97	1,2	1,2	1,7	1,7	1,4	1,7	1,2	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2
13. Condutividade (μmhos/cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14. Temperatura (°C)	8,9	-	6,4	12,8	9,7	10,2	13,1	13,2	12,9	13,2	10,2	8,6	5,9	5,3	5,6	7,4
15. Oxigênio Dissolvido (ppm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. Clorofila (ppm)	-	0,35	-	0,35	0,25	0,3	0,4	0,35	0,5	0,35	0,45	0,55	0,45	0,5	0,25	0,3
17. Clorofila (μg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18. Demanda Biológica (ppm)	0,3	0,3	-	0,3	0,3	0,3	0,3	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
19. Demanda Química (ppm)	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20. Sulfato (SO ₄) ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21. Sulfato (SO ₄) Total ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22. Cloro, Residual ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23. Flúoreo Salinico ppm	0,0	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(*) No limite

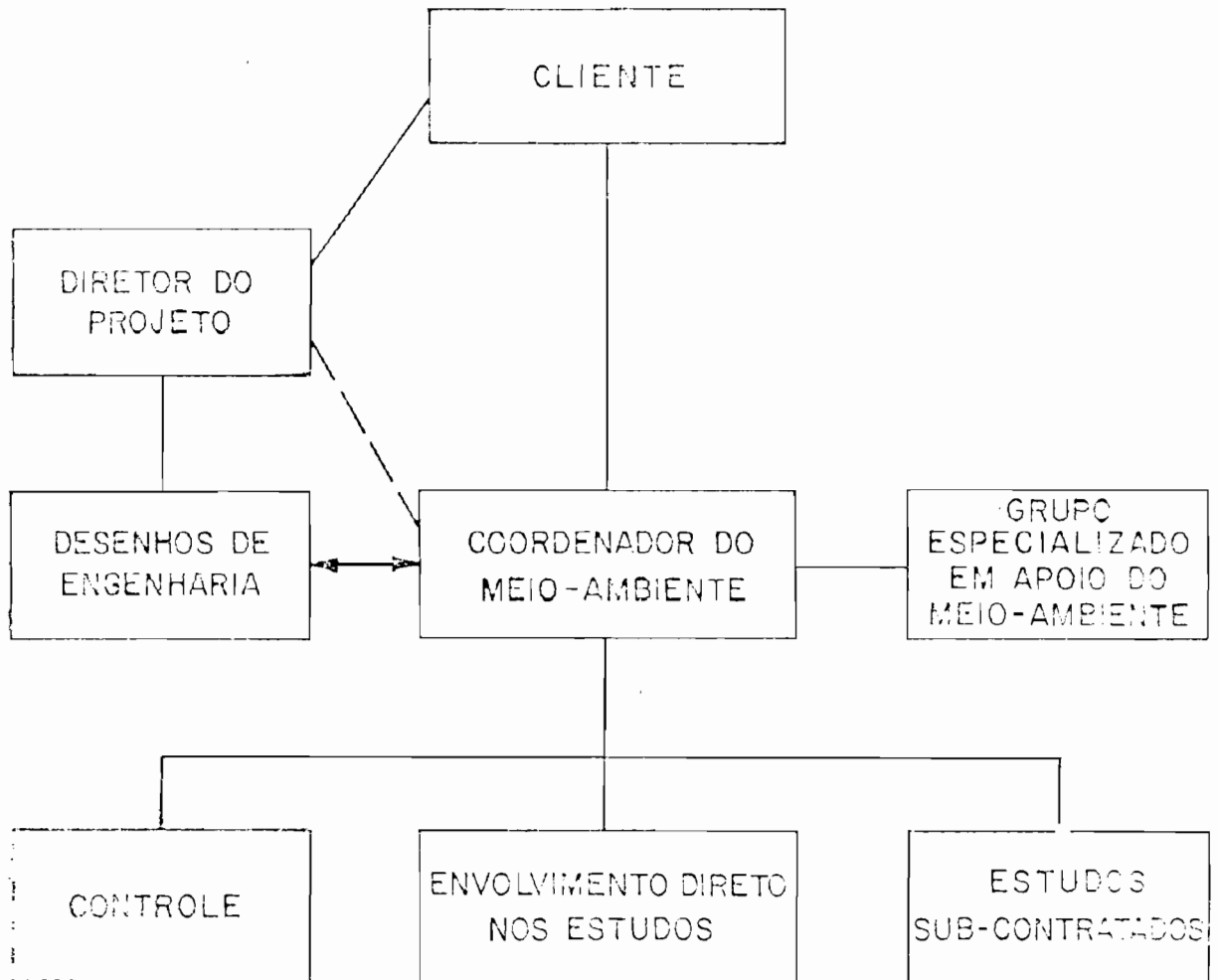


FIGURA 2

ESTRUTURA DE CONDUTA AMBIENTAL SUGERIDA

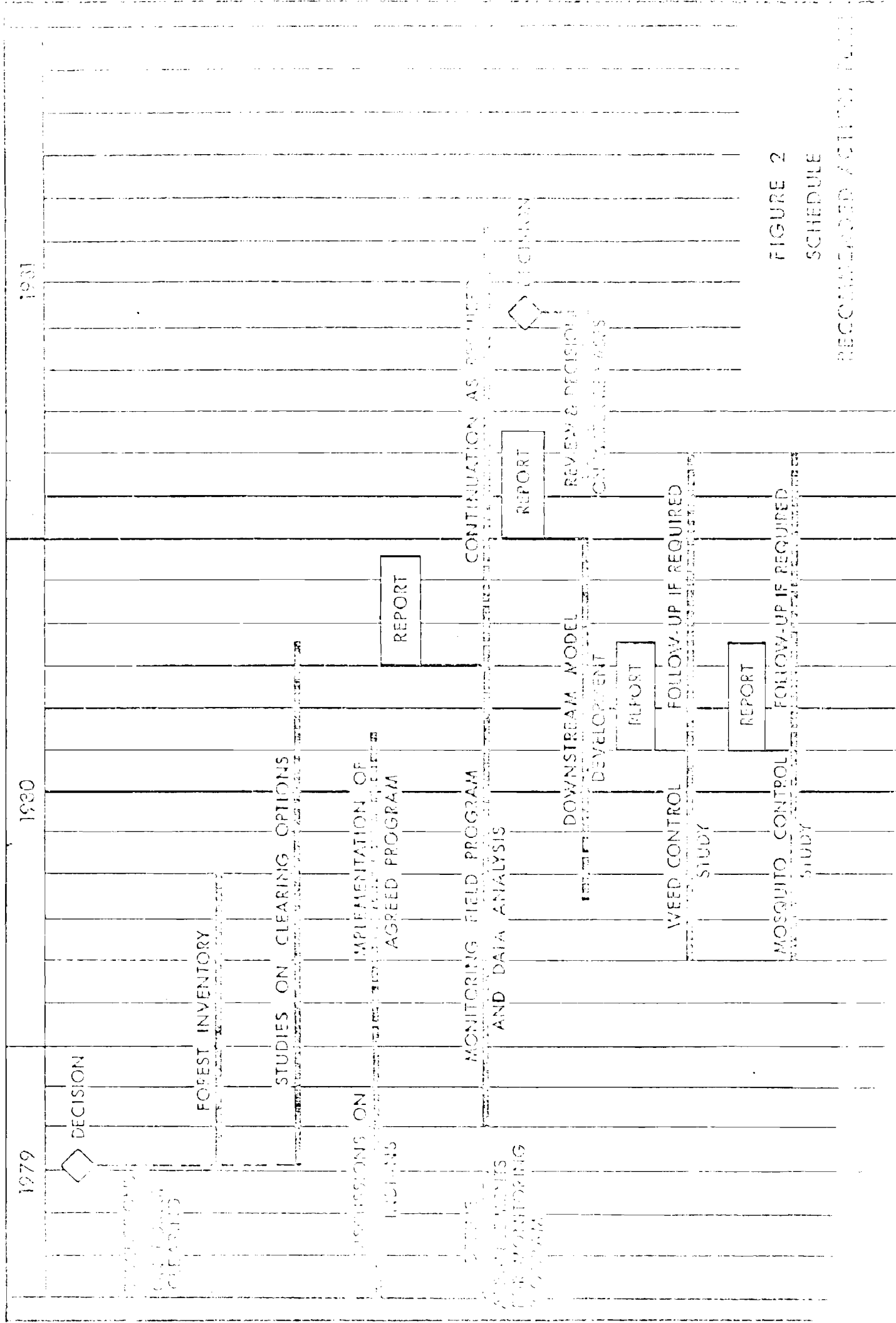


FIGURE 2
SCHEDULE

RECOMMENDED ACTION PLAN

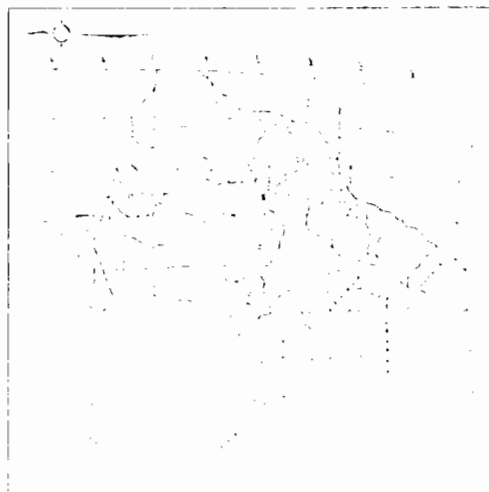
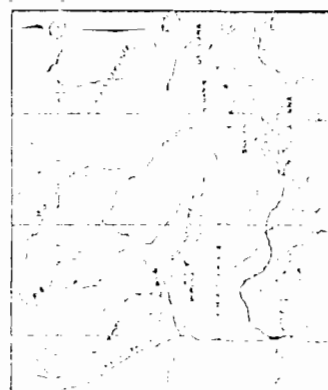


FIGURE 1
PROJECT LOCATION