

## Análise ambiental do Projeto Hidroelétrico Bakun (Malásia).



OCTA Consultoria e Planejamento

São Paulo

## **Apresentação**

*Com o presente fascículo, o quinto da série que OCTA vem procurando divulgar, a empresa sente-se orgulhosa em poder apresentar um trabalho de conotações internacionais, já que o mesmo resulta de serviços de consultoria especializada prestados para uma grande empreiteira brasileira, tendo em vista a análise ambiental de um portentoso empreendimento hidroelétrico na ilha de Bornéu.*

*Neste trabalho, foi possível a incorporação de um grande acervo de experiências e conhecimentos adquiridos pelos autores ao longo de vários anos em análises e soluções de problemas ambientais do Setor Elétrico brasileiro. Este acervo possibilitou que se incorporasse a componente ambiental ao planejamento de ações estratégicas para a elaboração de um grande projeto hidroelétrico, de forma objetiva e prática.*

*Trata-se do projeto da Usina Hidroelétrica Bakun, no rio Balui, localizado no Estado de Sarawak, o qual ocupa a porção norte da ilha de Bornéu e integra a República da Malásia.*

*O trabalho foi realizado com o objetivo de se incorporar estratégias de ações de planejamento e manejo ambiental no detalhamento executivo do projeto do empreendimento, ainda por ser realizado, tendo em vista ações comerciais e mercadológicas da empreiteira, a qual vem desenvolvendo esforços junto com um grupo local e outro grupo internacional, para executar a sua construção. Para tanto, será necessário, ainda, desenvolver os projetos executivos e detalhamentos de construção, a partir de elementos técnicos de projeto originalmente elaborado por um grupo internacional, conhecido como SAMA Consortium, liderado por técnicos alemães.*

*A estratégia básica consistiu em demonstrar, através da experiência brasileira no projeto e construção de grandes barragens, que o projeto original poderia e deveria ser modificado e otimizado, para que se reduzissem volumes de construção e, conseqüentemente, prazos e custos.*

*Através dos estudos desenvolvidos pelo pessoal de planejamento de obras da empreiteira, evidenciou-se ser possível antecipar em 2 anos o início da geração comercial da usina hidroelétrica em relação ao cronograma proposto pelos alemães, através de mudanças na logística de construção originalmente planejada.*

*A questão ambiental mereceu abordagens específicas, tratadas de modo sumário no presente fascículo, face à magnitude e à complexidade dos problemas que poderão resultar da implantação do empreendimento de Bakun, envolvendo aspectos sociais, políticos, étnicos, culturais, econômicos, ambientais (em geral), além de questões de ordem internacional, face aos interesses diversificados de países da região.*

*Dentro das estratégias mercadológicas e comerciais, era necessário demonstrar-se a capacitação dos brasileiros em relação à solução de problemas*

*complexos, envolvendo a formação de grandes reservatórios em florestas pluviais e a necessidade de deslocamento de grandes populações. Procurou-se demonstrar isto incluindo-se nas discussões tanto os acertos como os erros cometidos no Brasil, principalmente nos projetos hidroelétricos da Amazônia (assunto objeto de outro fascículo OCTA).*

*Com este fascículo, OCTA espera estar transmitindo uma experiência que resultou de discussões práticas e objetivas, no sentido de apontarem-se os caminhos que deverão ser seguidos na implementação do Projeto Bakun, o qual poderá causar problemas de magnitude e gravidade incomuns.*

*Fica, contudo, a observação de que o trabalho aqui relatado tem um caráter preliminar, pois baseou-se na análise de documentos de projeto e de informações prestadas por pessoal técnico que visitou o local das obras e região, sendo necessário que, para qualquer ação mais concreta ainda em nível de planejamento, a equipe desloque-se para o local para avaliar de forma mais consistente os problemas aqui vislumbrados.*

*Por ser um trabalho coletivo, OCTA orgulha-se em apresentar adiante os nomes de sua equipe de colaboradores e consultores associados que desenvolveu o trabalho durante os meses de julho e agosto de 1991.*

*São Paulo, novembro de 1991.*

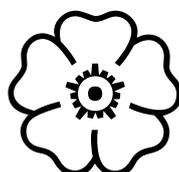
*Sylvio Lopes da Rosa.*

OCTA Consultoria e Planejamento S/C Ltda.  
Rua Humberto I, 598, 8º, cj. 82A  
Vila Mariana  
04018-031 São Paulo, SP  
Fone/FAX: (011)570-6462

## SÉRIE FASCÍCULOS OCTA

### Números publicados:

1. A análise ambiental nos processos decisórios como metodologia de planejamento.
2. Plano de manejo ambiental do Estado do Tocantins.
3. A questão do lixo no planejamento da nova capital do Estado do Tocantins.
4. Estado do Tocantins: aportes para o desenvolvimento harmônico e auto sustentado.
5. Análise ambiental do Projeto Hidroelétrico Bakun (Malásia).



## Índice

RESUMO .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	2
2. ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO.....	4
3. INDICADOR POTENCIAL DE IMPACTOS (IPI) .....	6
4. CONSIDERAÇÕES SOBRE JUSANTE.....	7
5. CONCLUSÕES.....	7
6. RECOMENDAÇÕES .....	10
6.1. Generalidades .....	10
6.2. Normas e procedimentos .....	10
6.3. Limpeza prévia do reservatório .....	11
6.4. Enchimento do reservatório .....	12
6.5. Desmobilização da mão-de-obra .....	12
6.6. Operação e manutenção .....	13
6.7. Manejo ambiental do empreendimento .....	13

# ANÁLISE AMBIENTAL DO PROJETO HIDROELÉTRICO BAKUN (MALÁSIA)

por: OCTA Consultoria e Planejamento S/C Ltda.

## Equipe:

Adalberto José Monteiro Jr.	Limnólogo
Cesar Augusto Oller do Nascimento	Sociólogo/Cientista Político
Irineu Bianchini	Limnólogo
Raul de Carvalho	Economista
Samuel Ribeiro Giordano	Engenheiro Agrônomo
Sylvio Lopes da Rosa	Engenheiro Civil (Coordenação)
Zilmar Cardoso	Engenheiro Agrônomo

## RESUMO

A análise ambiental do Projeto da Usina Hidroelétrica Bakun, na Malásia, foi realizada a partir de informações disponíveis em estudos realizados pelo SAMA Consortium, e consistiu no exame do potencial gerador de impactos do Empreendimento.

Nesta análise, avaliaram-se os dados sobre a região de Sarawak, ao norte da ilha de Bornéu, e sobre as características do Empreendimento, e as suas possíveis repercussões sobre a sua região de implantação. Discriminaram-se os possíveis impactos ambientais relevantes de forma detalhada e, na seqüência, sua análise foi feita de forma conjunta, para determinarem-se as medidas factíveis de mitigação e controle. Disso resulta um conjunto de recomendações de caráter geral e específico, com as quais se poderão estabelecer planos, programas e projetos ambientais, destinados a proporcionar formas eficazes de manejo e gerenciamento ambiental do Empreendimento.

Esta análise foi feita à luz da vasta experiência brasileira no Setor Elétrico com a construção de grandes usinas hidroelétricas, envolvendo obras de variado porte e significado e a formação de grandes reservatórios em região de florestas tropicais.

O planejamento ambiental que resulta da análise realizada para a UHE Bakun fundamenta-se na experiência nos trabalhos para o Setor Elétrico, e na observância dos erros cometidos no passado, principalmente quanto a aspectos sócio-culturais e políticos correlacionados com os grandes reservatórios e construção de barragens.

Por fim, cabe comentar que o Empreendimento em análise consiste em uma barragem de enrocamento, com cerca de 150 m de altura, a ser construída no rio Balui, na ilha de Bornéu, com previsão de construção de uma usina hidroelétrica com cerca de 2.000 MW de potência, a ser instalada em uma casa de força convencional a céu aberto. O empreendimento situar-se-á próximo à cidade de Bintulu, e seu

reservatório inundará uma área aproximada de 625 km<sup>2</sup>, representada por florestas pluviais, nas quais vivem cerca de 7.000 pessoas de diferentes etnias e nacionalidades, e diferentes estágios culturais de evolução social.

A energia a ser produzida na UHE Bakun, à qual futuramente outras usinas na bacia do rio Balui estarão associadas, será em sua maior parte transportada para a parte continental da Malásia, através de sistema de transmissão terrestre entre Bakun e o extremo norte ocidental de Bornéu (região da cidade de Kuching), e daí para a Península Malaia através de sistema submarino, com cerca de 650 km de extensão.

Tendo em vista a importância dos problemas limnológicos do reservatório, e considerando-se que os estudos sumários efetuados pela OCTA levaram a conclusões diferentes das obtidas pelo SAMA Consortium quanto às necessidades de desmatamento, resolveu-se abordar esta importante questão em outro fascículo específico desta série.

## 1. INTRODUÇÃO

Analisando-se o Empreendimento de Bakun sob o ponto de vista ambiental, sem dúvida, as modificações introduzidas pelos analistas brasileiros no arranjo geral da obra e no seu planejamento executivo resultaram em impactos ambientais menores, quando globalmente considerados no seu conjunto, devido aos menores volumes de obras e ao menor tempo global de escavação. A isso devem ser acrescentados os significativos benefícios econômicos resultantes dos menores custos de construção e da antecipação da geração comercial em cerca de 2 anos.

Entretanto, as alterações ambientais que o Empreendimento causará serão bastante relevantes e suas repercussões se farão sentir por uma ampla área de influência, que extrapola os meros limites da área do canteiro e reservatório.

Os analistas da empreiteira verificaram, ao analisar os estudos existentes, que o plano original de obras elaborado pelo grupo alemão responsável pelo projeto não incluiu critérios ambientais para a implantação do Empreendimento. Desta maneira, decidiu-se, com base na experiência brasileira no Setor Elétrico, em todos os seus aspectos, desenvolver um amplo programa de estudos e pesquisas visando:

- atualizar e/ou complementar os estudos existentes;
- realizar os estudos necessários para completar o conhecimento requerido para o manejo ambiental do Empreendimento;
- incorporar critérios de proteção e controle ambiental ao planejamento executivo da construção;
- desenvolver os trabalhos em consonância com os requisitos ditados pela necessidade de se conhecer em detalhes os aspectos ambientais que serão modificados.

A experiência brasileira no setor de construção de grandes barragens e hidroelétricas permite não apenas indicar a necessidade de realizarem-se tais

estudos fixarem-se critérios de proteção ambiental no decorrer da obra mas, sobretudo, seguir, na ação cotidiana de realização do Empreendimento, uma ampla estratégia que, por sua multiplicidade de efeitos, garanta uma real minimização dos impactos locais e regionais, bem como ofereça, após o término da construção, condições de vida melhores para as populações locais e da região de influência mais direta do Empreendimento.

Tal avaliação dos impactos ambientais fornece o instrumental necessário para um amplo e mais adequado planejamento ambiental a nível local, bem como, em termos sócio-econômicos, a integração entre o local/regional e os efeitos potencializadores de desenvolvimento - quer a nível dos investimentos, quer a nível da geração de energia.

As décadas de construção de grande barragens no Brasil serviram, pelo seu lado positivo, para a consolidação de um conjunto de normas, regras e procedimentos técnicos e legais voltados para o estudo e implementação de medidas tendentes a minimizar os impactos diretos e indiretos, quer sobre os meios físico e biótico, quer sobre as populações locais.

Desde o início da década de 80, o Setor Elétrico Brasileiro tornou-se pioneiro na definição de normas e procedimentos de proteção ambiental voltados para a cobertura das diversas etapas de realização desses empreendimentos, os quais passaram a ter sua viabilidade vinculada, diretamente, à elaboração e execução de programas e projetos ambientais.

A partir de 1985, o Setor consagrou tais normas em um Manual de Estudos de Efeitos Ambientais em Sistemas Elétricos, o qual serviu de base não só para o desenvolvimento das análises ambientais em outros setores econômicos, como para sua incorporação na própria Constituição do País, em 1988.

Pelo seu lado negativo, a experiência brasileira na execução de grandes Empreendimentos em áreas tropicais apresenta, hoje, um importante acervo no que concerne a formas a serem evitadas quando da implantação de usinas hidroelétricas como, por exemplo, no caso da relação com nações indígenas, na Região Amazônica e/ou relações entre nacionalidades diferenciadas, como no caso da UHE Itaipu.

A riqueza desse acúmulo de experiências servirá, certamente, para evitar erros anteriormente cometidos, contribuindo, de forma positiva, para um relacionamento menos impactante e conflituoso entre o Empreendimento de Bakun e as populações locais e regionais.

Em decorrência dessas experiências, o estudo elaborado e aqui relatado propôs que o canteiro de obras deverá contar com um **Centro de Pesquisas Ambientais**, ao qual deverão agregar-se os trabalhos de pesquisas, levantamentos e projetos ambientais, bem como as atividades de monitoramento, que deverão iniciar-se de imediato. Tal Centro contará com facilidades logísticas, operacionais, laboratoriais, e poderá servir de apoio para eventuais convênios de pesquisa a serem

estabelecidos entre o empreendedor e as instituições de pesquisa e ensino da Malásia.

Este Centro servirá também de base para a implementação do efetivo controle ambiental do Empreendimento, proporcionando o apoio necessário ao desenvolvimento do projeto executivo e a todas as atividades de construção.

## 2. ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO

As modificações introduzidas pela empreiteira no planejamento da construção consistiram na substituição do núcleo de argila da barragem por placas de concreto a montante para vedação do maciço, o que reduziu o volume total de enrocamento. Além disso, foi possível modificar o traçado dos túneis de desvio e as posições da Casa de Força e do Vertedouro, reduzindo-se os volumes totais de escavação.

Para a logística de construção, previu-se a implantação imediata de uma ponte de serviço a jusante da barragem, o que permitirá maior flexibilidade nos trabalhos de canteiro. Desta forma, conseguiu-se a antecipação de alguns marcos da construção de forma significativa, como abaixo:

<b>EVENTO</b>	<b>Projeto Original</b>	<b>Proposta do Brasil</b>	<b>Antecipação (meses)</b>
Desvio do Rio	56 <sup>o</sup> mês	44 <sup>o</sup> mês	12
Enchimento do Reservatório	94 <sup>o</sup> mês	82 <sup>o</sup> mês	12
Operação da 1 <sup>a</sup> Unidade	114 <sup>o</sup> mês	89 <sup>o</sup> mês	25

Os aspectos ecológicos e sócio-econômicos correlacionados ao projeto da UHE Bakun assumem importância significativa, face ao porte e dimensões do empreendimento e devido, principalmente, à submersão de cerca de 625 km<sup>2</sup> de florestas pluviais no território de Sarawak, e à necessidade de relocação de uma população estimada em cerca de 7.000 pessoas. Estes aspectos constam de estudos realizados por grupos internacionais, liderados pelo SAMA Consortium.

A montagem de uma estratégia de ações incorporando a questão ambiental ao projeto visa melhorar as condições de viabilização do Empreendimento, indicando diretrizes e várias providências, planos e programas que deverão ser incorporados ao planejamento executivo da construção, bem como diversas outras providências de caráter institucional a serem implementadas pelos poderes públicos da Malásia e pelo **empreendedor**.

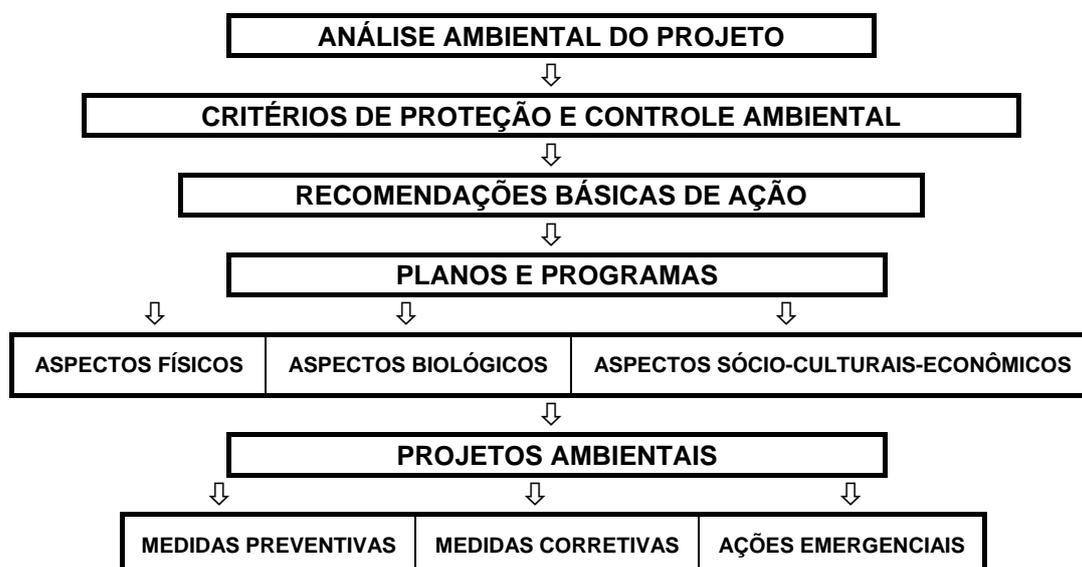
Esta estratégia está fundamentada nas informações constantes dos estudos realizados pelo SAMA Consortium, na experiência brasileira em empreendimentos hidroelétricos e no planejamento básico elaborado pela empreiteira interessada.

Deve-se ressaltar, contudo, que a magnitude dos problemas ambientais prognosticáveis para a UHE Bakun significa que os trabalhos a desenvolver resultarão em indicações preliminares de uma linha básica de ação a ser complementada

posteriormente por planos mais detalhados, com vistas à própria logística da construção e a uma eventual estratégia de ação conjunta do Consórcio Brasileiro-Malaio e da concessionária interessada no Empreendimento. Os procedimentos adotados para a montagem da estratégia consistiram nos passos abaixo:

1. Exame referencial dos estudos desenvolvidos pelo SAMA Consortium.
2. Exame referencial do Projeto original e da alternativa proposta pelo Consórcio Brasileiro-Malaio.
3. Arrolagem dos aspectos ambientais relevantes a considerar na análise ambiental do projeto.
4. Identificação das principais ações do Empreendimento potencialmente geradoras de impactos ambientais.
5. Identificação e arrolagem dos principais impactos potenciais resultantes da construção e operação do Empreendimento, com indicação do seu grau provável de espacialização. A dimensão temporal dos impactos guarda estreita relação com as ações do Empreendimento.
6. Montagem de um quadro geral de recomendações básicas para controle e/ou mitigação dos impactos potenciais, com indicações gerais dos níveis de intervenção quanto à implementação das ações recomendadas.
7. Identificação de possíveis eventos acidentais associados ao Empreendimento e recomendações gerais para seu controle.
8. Identificação de providências relativas ao enchimento do reservatório, que têm caráter contingencial e emergencial.
9. Diretrizes gerais para o manejo ambiental do Empreendimento, a partir dos principais impactos arrolados e das ações recomendadas.
10. As questões relativas a desmatamento na área do reservatório foram analisadas a partir de simulações expeditas do seu enchimento, considerando o afogamento da biomassa presente na bacia de inundação, com diferentes parcelas de remoção.

Na essência, a estratégia consiste na incorporação de critérios de proteção e controle ambiental no planejamento da construção, e isso se resume como a seguir:





### 3. INDICADOR POTENCIAL DE IMPACTOS (IPI)

A relação tempo de residência médio/profundidade média tem sido usada como um indicador de potencial de impacto (IPI) de um reservatório. Tempo de residência médio prolongado favorece os processos de degradação química e biológica da matéria orgânica, liberando nutrientes e consumindo oxigênio; por outro lado, profundidades médias reduzidas estão associadas a uma maior produtividade primária com tendências à eutrofização acelerada.

Quanto maior o valor obtido nessa relação, maiores poderão ser os impactos. Esse índice permite uma comparação rápida entre reservatórios e dá uma idéia inicial do grau de magnitude das alterações na qualidade da água. A intensidade dessas alterações, por sua vez, dependerá de outros fatores, como morfometria do reservatório, características limnológicas do rio formador e natureza da área alagada.

Na tabela a seguir, o reservatório de Bakun é apresentado juntamente com alguns outros, a título de comparação. O tempo de residência elevado é compensado pela profundidade média alta na redução do índice de impacto, em outras palavras, o processo de eutrofização é atenuado pela maior distância entre o sedimento e a zona eufótica superficial, onde ocorre a produção de matéria orgânica.

NOME DA UHE OU DO RESERVATÓRIO	ESTADO OU PAÍS (rio)	POTÊNCIA INSTALADA (MW)	ÁREA (km <sup>2</sup> )	VOLUME (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	PROF. MÉDIA (m)	VAZÃO MÉDIA (m <sup>3</sup> /s)	PROF. MAX (m)	TEMPO DE RESIDÊNCIA (dias)	IPI (dia/m)
Itaipu	Brasil/Paraguai (rio Paraná)	12.600	1.460	29,0	19,9	9.070	170	37	1,9
Tucuruí	PA(rio Tocantins)	7.960	2.430	45,8	18,8	11.090	70	48	2,5
Curuá-Una	PA(rio Curuá-Una)	40	102	0,53	5,2	190	18	32	6,2
Samuel	RO (rio Jamari)	216	645	4,5	7,0	337	-	154	22,2
Balbina	AM (rio Uatumã)	250	2.360	17,5	7,4	570	30	355	47,9
Brokopondo	Suriname (rio Suriname)	180	1.415	21,5	15,2	362	48	687	45,2
Kainji	Nigéria (rio Níger)	960	1.180	13,2	11,2	2.120	65	72	6,4
Furnas	MG (rio Grande)	1.216	1.460	23,0	15,8	771	-	345	21,9
Sobradinho	BA (r.São Francisco)	1.050	4.200	34,3	8,2	2.253	-	176	21,6

Três Marias	MG (r. São Francisco)	520	1.040	19,0	18,3	654	-	336	18,4
São Simão	MG (rio Parnaíba)	2.680	674	12,5	18,5	2.224	-	65	3,5
Foz do Areia	PR (rio Iguaçu)	-	197	7,3	37,0	544	-	255	4,2
<b>Bakun</b>	Malásia (rio Balui)	2.000	700	43,2	61,7	1.442	190	351	5,7

Observações:

$$\text{Prof. média} = \frac{\text{Volume}}{\text{Área}} \quad \text{IPI} = \frac{\text{Tempo de residência}}{\text{Profundidade média}}$$

#### 4. CONSIDERAÇÕES SOBRE JUSANTE

A qualidade da água a jusante depende das condições limnológicas da água do reservatório, da existência de estratificação vertical (e a que profundidade), da altura da tomada d'água para as turbinas e do vertimento de água superficial. Depende também da largura do rio e do arranjo geral da barragem, particularmente do vertedouro e do canal de fuga das turbinas.

Em Tucuruí (Brasil), por exemplo, na época de estiagem, o reservatório ficava estratificado quimicamente, com água de fundo totalmente anóxica. Essa água é que passava pelas turbinas e saía para jusante pelo canal situado na margem esquerda do rio. No lado oposto, próximo à margem direita, era vertida a água superficial, oxigenada, em vertedouro tipo salto em esqui, que a saturava ainda mais de oxigênio.

Na situação mais crítica da estiagem, em que as contribuições para jusante de água vertida e turbinada eram equivalentes, a separação física entre as 2 correntes de água, da margem esquerda e direita do rio, se faziam sentir até cerca de 40 km da barragem, onde a mistura ainda não era completa.

No aproveitamento de Bakun essa situação, dado o arranjo das estruturas, não deve ocorrer, pois as águas vertidas se misturam, na sua saída, às turbinadas. Essa situação será particularmente favorável no início da operação do reservatório, pois nessa época, apesar das condições de qualidade da água serem as menos favoráveis, o vertimento de água oxigenada superficial deverá ser maior, pois o aproveitamento da água para movimentação das turbinas vai aumentando aos poucos, com a montagem gradativa das máquinas.

#### 5. CONCLUSÕES

Das análises efetuadas no que se refere aos estudos ambientais já realizados na área da UHE Bakun e seu reservatório, do projeto de construção da barragem e das experiências acumuladas pela comunidade técnico-científica brasileira, pode-se concluir que:

- a) A maior parte dos impactos ambientais a serem efetivados na região são passíveis de atenuação a partir de medidas mitigadoras.

- b) Caso seja elaborada e seguida uma estratégia do planejamento, ação e manejo ambiental adequada às condições e peculiaridades locais e regionais, tais medidas mitigadoras surtirão os efeitos pretendidos bem como, em alguns casos, poderão melhorar as atuais condições ambientais.
- c) No caso específico de grupos étnicos existentes na ilha de Bornéu, especialmente aqueles situados dentro dos limites de intervenção direta do Empreendimento — canteiro de obras, reservatório, entornos e áreas de reassentamento futuro, vilas e aglomerados urbanos no entorno — naturalmente a presença do Empreendimento gerará mudanças qualitativas as quais, a depender do modo de encaminhamento das ações, poderão representar transformações irreversíveis, acompanhadas ou não de saldos positivos nas condições de vida daquelas populações, mantida a liberdade de opção desses grupos em relação à sua forma de organização sócio-cultural.
- d) Do mesmo modo, no que concerne sobretudo ao Meio Biótico, haverá impactos irreversíveis, quer no que diz respeito a áreas a serem desmatadas, quer em relação ao "habitat" de sua fauna terrestre, alada e aquática. Tais impactos, contudo, podem ser minimizados à medida em que sejam efetivamente seguidas as normas e procedimentos cotidianos de proteção ambiental recomendados bem como implementados adequadamente os respectivos projetos de preservação, proteção e manejo ambientais.
- e) No caso do Meio Físico, as preocupações maiores estão ligadas à qualidade das águas do reservatório e suas conseqüências sobre a vida aquática, e bem como aos projetos de impedimento de processos erosivos, para os quais existem técnicas e procedimentos suficientemente testados para garantia de seu controle nas condições específicas da área e com custos viáveis.

Entretanto, do ponto de vista limnológico, ocorrerão transformações extremamente complexas no seio do reservatório, as quais demandarão estudos detalhados e simulações das condições de enchimento do lago, tendo em vista um mínimo de previsões das condições de submersão de grandes massas vegetais das florestas pluviais da ilha de Bornéu.

- f) A implementação do Planejamento Ambiental deverá ser considerada pelo empreendedor como elemento tão prioritário e estrutural do Empreendimento quanto sua própria execução, integrando-se efetivamente às diversas fases do Planejamento, Execução e Operação do Empreendimento.

A experiência brasileira demonstra que quando tal incorporação se deu efetivamente, os empreendimentos hidroelétrico conseguiram chegar a bom termo, quer na geração elétrica — seu objetivo fim —, quer na minimização de impactos ambientais, quer, por fim, em sua integração ao contexto sócio, político, econômico e cultural local e regional.

Quando, ao contrário, assumiu-se a questão ambiental como mera exigência legal e/ou de entidades financiadoras internacionais, tais empreendimentos chegaram, em muitos casos, a serem inviabilizados pelas pressões locais ou causando danos ambientais irreversíveis, com consequências tanto de custos sócio-econômicos quanto políticos extremamente elevados.

## 6. RECOMENDAÇÕES

### 6.1. GENERALIDADES

As recomendações básicas para o controle ambiental foram apresentadas de forma bem detalhada em anexo ao relatório principal encaminhado à empreiteira interessada, considerando separadamente os aspectos físicos, biológicos e sócio-culturais e econômicos.

Das recomendações resultou um conjunto de planos, programas e projetos ambientais destinados a possibilitar o manejo ambiental do Empreendimento, os quais estão discriminados resumidamente adiante.

### 6.2. NORMAS E PROCEDIMENTOS

Deverão ser adotados rotineiramente normas e procedimentos envolvendo questões de segurança destinadas a proporcionar adequado controle ambiental durante a construção da barragem e na sua posterior operação e manutenção, como abaixo:

- a) Normas de segurança, medicina e higiene do trabalho;
- b) Normas restritivas de lavagem de equipamentos e derramamentos de óleos e graxas nos cursos d'água;
- c) Restrição ao espalhamento de lixo e detritos no canteiro de obras e imediações. Todos os resíduos deverão ser descartados e acondicionados em condições sanitárias e higiênicas;
- d) Em todos os trabalhos de escavação, as camadas superficiais mais férteis de solos deverão ser estocadas para uso posterior em trabalhos de reabilitação;
- e) Todas as áreas de trabalho deverão ser reabilitadas logo após o seu abandono;
- f) Nos trabalhos correntes de desmatamento, a queima da vegetação deverá ser evitada, procurando-se aproveitar as madeiras de valor comercial e estocando-se o restante da vegetação derrubada para a formação de composto orgânico, para uso posterior em trabalhos de reabilitação;
- g) Os desmatamentos necessários para a abertura de acessos e construção do canteiro deverão restringir-se ao mínimo necessário;
- h) O uso de produtos químicos para trabalhos de desmatamento deverá ser vetado, bem como em trabalhos de manutenção das linhas de transmissão;
- i) A caça furtiva pelos trabalhadores das obras deverá ser proibida;

- j) Os trabalhos de resgate e salvamento arqueológico e paleontológico deverão ser programados rapidamente para terem garantia de execução antes da instalação definitiva do canteiro e acesso;
- k) Realização rotineira de exames admissionais para a mão-de-obra contratada e respectivos familiares;
- l) Análise prévia de qualquer área - canteiro, acessos, obras, reservatório, linhas de transmissão - sob o ponto de vista do patrimônio arqueológico, paleontológico e de áreas consideradas sagradas pelas populações locais, visando impedir conflitos e/ou danos a sítios de interesse;
- m) Todas as ações que envolvam contato com as populações locais serão antecedidas de análises referentes aos eventuais impactos de caráter étnico-cultural, elaborando-se estratégias sócio-políticas, de comunicação social e ação comunitária, tendo em vista mitigar seus eventuais efeitos negativos;
- n) Criação de normas estritas para o contato entre os trabalhadores do canteiro e as populações locais, incluindo o controle das novas vias de acesso visando limitar o processo migratório e a ocupação da área, sobretudo aquela a ser inundada;
- o) Prever a integração local - regional aos efeitos potencializadores de desenvolvimento econômico do Empreendimento, com a criação de oportunidades de investimentos a nível local - regional - fornecimentos de insumos e serviços - bem como aparelhar essa área para usufruir da futura energia a ser gerada além dos outros usos que a presença do reservatório possibilitará para a área;
- p) Desenvolver trabalhos comunitários de permanente diálogo e comunicação com as populações locais, a serem relocadas, de modo a permitir um processo de reassentamento minimamente conflituoso, garantindo o direito e as vontades das populações locais a escolherem seu próprio futuro.

### **6.3. LIMPEZA PRÉVIA DO RESERVATÓRIO**

Os trabalhos de desmatamento na área do reservatório deverão ser precedidos de um amplo programa de estudos e investigações que permitam:

- a) Demarcação topográfica dos contornos do reservatório, para delimitação das áreas de inundação, e preservação de áreas que não deverão ser desmatadas, como por exemplo, ilhas permanentes;
- b) Pleno conhecimento da flora e fauna a serem afetadas;
- c) Simulações matemáticas de enchimento e operação do reservatório, considerando-se sua morfometria e a biomassa presente, além das

- condições do rio Balui a jusante da barragem, para minimização das áreas a desmatar;
- d) Planejar os desmatamentos necessários sempre de jusante para montante e das margens dos rios para a periferia, de modo a facilitar e possibilitar o afastamento gradativo da fauna presente;
  - e) Prever o controle da rebrota da vegetação derrubada;
  - f) Aproveitamento econômico da madeira de valor comercial e o eventual aproveitamento do restante para produção de celulose e/ou carvão;
  - g) Evitar a queima da vegetação; quando isto ocorrer, as cinzas resultantes deverão ser removidas ou cobertas com material impermeável;

#### **6.4. ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO**

Para o enchimento do reservatório, seu planejamento deverá levar em conta as recomendações relativas ao desmatamento, acima e mais:

- a) Salvamento arqueológico, paleontológico e de bens de valor cultural;
- b) Retirada de pessoas e de seus bens para os locais pré-determinados de reassentamento e/ou de triagem prévia;
- c) Construção de rotas de saída para a retirada e transporte de pessoas e bens;
- d) Demarcação e identificação prévia de áreas que se tornarão ilhas temporárias durante o enchimento, visando eventuais operações de resgate emergencial;
- e) Cortes prévios de vegetação ao longo de futuras possíveis rotas de navegação e áreas de acostagem em trechos rasos do reservatório;
- f) Demolição ou destruição de edificações e benfeitorias desocupadas para evitar sua reocupação antes do enchimento;
- g) Neutralização de possíveis focos de poluição como fossas, sumidouros, estábulos, rejeitos químicos, cinzas, etc.
- h) Elaboração de plano de contingências e emergências, para situações críticas na época do enchimento para salvamento e resgate de pessoas e bens, animais ilhados, apoio médico-hospitalar e apoio veterinário;
- i) Elaboração de plano de contingências específico para o trecho do rio Balui a jusante da barragem, tendo em vista questões sanitárias e de segurança, além de questões correlacionadas ao esclarecimento das populações.

#### **6.5. DESMOBILIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA**

Planejar e agir antecipadamente no processo de desmobilização da mão-de-obra contratada, tendo em vista impedir que a eventual permanência dessas populações, de um lado, atinja mais fortemente as populações locais autóctones e, de outro, possa reforçar a eventual criação/manutenção de bolsões de miséria formados por

populações *sobrantes* do período de construção da barragem e enchimento do reservatório.

## 6.6. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

- a) Após o início de operação da UHE, dever-se-ão manter programas de monitoramento junto às populações reassentadas, bem como junto aos novos contingentes populacionais que se dirigirem à região e lá permanecerem, de modo a possibilitar um desenvolvimento regional harmônico e equilibrado.
- b) Especial atenção deverá ser dada no que concerne à utilização das infra-estruturas criadas para o período construtivo, adequando-as a um uso social mais amplo, visando seu usufruto pelas populações locais e regional;
- c) No campo dos meios físico e biótico, continuação de programas especiais de monitoramento, tendo em vista garantir que as ações e precauções realizadas e tomadas no decorrer das obras tenham prosseguimento após a operação da Usina.

## 6.7. MANEJO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO

Algumas das soluções indicadas caberão, evidentemente, ao empreendedor e aos poderes públicos da Malásia, já que o estudo demonstrou que os problemas ambientais decorrentes de Bakun não ficarão restritos ao sítio das obras ou ao reservatório, mas terão repercussões a nível regional e nacional e - eventualmente - internacional.

É importante ressaltar, além do que se comenta nas conclusões e recomendações do relatório, que a análise da questão da qualidade da água sugere, diferentemente do fora proposto pelo SAMA Consortium, que a mesma implicará em desmatamento da área do reservatório em percentuais sensivelmente menores, todavia ainda por serem determinados.

Ademais, a questão de retirada de madeira submersa após a formação do reservatório poderá ser opção interessante de seu aproveitamento econômico, mas não resolverá problemas ambientais complexos, que estarão na dependência de um cuidadoso plano de limpeza prévia da bacia de inundação.

Por outro lado, as formas indicadas para incorporar a questão ambiental ao planejamento executivo, e a instalação de um Centro de Pesquisas Ambientais no Canteiro de Obras são opções estratégicas interessantes, baseadas na realidade do Setor Elétrico brasileiro, quer em seus aspectos positivos, quer negativos.

O Manejo Ambiental do Empreendimento será realizado através da elaboração de vários programas gerais e específicos, que resultarão nos projetos ambientais a serem desenvolvidos e implementados.

Estes programas resultam das recomendações básicas de controle ambiental que foram detalhadas, e estão apresentados a seguir com indicações genéricas quanto às épocas de início e áreas prioritárias de implementação e/ou execução:

**Áreas prioritárias:**

1. Canteiro de obras e acessos
2. Reservatório e seus entornos e linha de transmissão. Neste caso incluem-se alguns programas de abrangência regional.

**Épocas de início:**

- **Imediato:** os programas devem iniciar-se **antes** ou junto ao início das obras
- **Posterior:** os programas podem iniciar-se **após** o início das obras, tendo sido realizados os estudos básicos nas áreas de prioridade 2.

PROGRAMAS ⇓	⇒	INÍCIOS RECOMENDADOS:	IMEDIATO		POSTERIOR	
			ÁREAS PRIORITÁRIAS			
			1	2	1	2
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>						
Mapeamento geológico-geotécnico			*			*
Mapeamento pedológico						*
Estudos de capacidade de auto depuração do rio Balui a jusante da barragem			*			
Simulações de enchimento e operação do reservatório (p/ qual. da água)				*		
Limpeza e remoção de vegetação do reservatório						*
Saneamento básico para os reassentamentos e novos assentamentos			*			*
Conservação de solos						*
Cadastramento de populações, bens, propriedades e benfeitorias			*	*		
Desapropriações e/ou aquisições de terras e indenizações			*			*
Estudos hidrogeológicos						*
Inventários florísticos e florestais			*	*		
Inventários faunísticos			*	*		
Inventário ictiofaunístico				*		
Plano de usos múltiplos do reservatório						*
Estratégia sócio-cultural, étnica e política			*	*		
Levantamento e elaboração de planos de resgate dos patrimônios arqueológicos, paleontológicos e sítios de valor cultural para as populações locais			*			*
Levantamento das atividades econômicas e infra-estrutura existente			*			*
Relocações e reassentamento das populações			*			*
Contratação de mão-de-obra			*			
Implantação de vilas residenciais			*			
Abastecimento alimentar, bens e serviços para vilas residenciais e contingentes migratórios autônomos			*			
Controle sanitário e de saúde pública			*			*
Controle migratório e de contatos dos novos contingentes com a população local			*			
Implantação de alternativas de conexão intermodal para a navegação futura do reservatório						*
Desmobilização de mão-de-obra					*	
Levantamento da atividade agrícola			*			*
Monitoramento ambiental			*	*		*
Prevenção de acidentes			*			*
Contingências e emergências			*			*
Levantamentos topográficos c/ demarcação de ilhas temporárias e permanentes			*	*		
Centro de pesquisas ambientais incluindo viveiros			*	*		
Limpeza e remoção da vegetação do reservatório						*
Manejo e resgate de fauna e flora						*
Manejo e resgate ictiofaunístico						*
Centro de triagem de animais			*			*
Centro de triagem de pessoas			*			*
Providências emergenciais e logística para enchimento do reservatório						*
Projetos geotécnicos na orla do reservatório					*	*
<b>PLANOS E PROJETOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA</b>			<b>IMEDIAT O</b>		<b>POSTERI OR</b>	
Plano de adequação de infra estrutura de acesso			*			
Plano de oportunidade de investimento para o decorrer da obra					*	
Plano de desenvolvimento regional			*			
Plano de adaptação das áreas urbanas para os contingentes migratórios autônomos			*			
Projeto de áreas de reserva					*	