

## HIDROVIA/ HIDRELÉTRICA DO ALTO MADEIRA: DISCUSSÕES SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS DE UM EMPREENDIEMNTTO BINACIONAL.

Josélia Fontenele Batista<sup>1</sup>  
Dorisvalder Dias Nunes<sup>2</sup>  
Ricardo Gilson da Costa Silva<sup>3</sup>  
Joiada Moreira da Silva<sup>4</sup>  
Luiz Cleyton Holanda Lobado<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

Entendemos que a tarefa de prever impactos é uma tarefa multidisciplinar que deve ser orientada por objetivos concretos afim de que as áreas do conhecimento que venham a tomar parte nesta empreitada tenham, a partir de um certo nível de exatidão, certeza dos resultados finais desejados dentro das perspectivas sociais. Para tanto, faz-se necessário o levantamento de dados mais aprofundados, principalmente no que diz respeito à caracterização fisiográfica e assim lançar mão de resultados análogos para que se possa ter projeções coerentes e próximas da realidade constituindo dados decisivos para que se vislumbre as reais conseqüências de um empreendimento de grande magnitude como é o caso do Projeto Hidrovia/hidrelétrica do Alto Madeira, em Rondônia. Para tanto, objetiva-se neste trabalho analisar o impacto ambiental resultante da implementação do projeto de construção de eclusas/hidrelétricas no alto Madeira para retificação do canal, produção de energia e viabilização do transporte fluvial de embarcações de pequeno, médio e grande calado.

Tendo em vista a possível desarticulação do “equilíbrio ecológico”, aqui entendida como os atuais níveis de articulação entre os ecossistemas, e que será desencadeado pela implementação do projeto, comprometendo a existência de todos os ecossistemas que dependem da manutenção dos atuais nichos ecológicos do rio Madeira, procurou-se trazer à luz das discussões os problemas resultantes deste processo. O Projeto Hidrelétricas e Eclusas do Alto Madeira (PHEAM) tem como proponente o poder público e a iniciativa privada, os quais, visam a construção de três eclusas para retificação do canal de navegação e produção energética. Duas das eclusas podem vir a ser construídas em território nacional - Santo Antônio (RO) e Jirau (RO) e uma terceira eclusa em Esperanza, Bolívia. A partir do PHEAM discute-se a utilização das intrusões graníticas nos locais das eclusas, o desnível do relevo do trecho de Esperanza a Santo Antônio, e o volume de água aproveitada para a implantação do mesmo.

### MEIO AMBIENTE E IMPACTOS AMBIENTAIS: ASPECTOS CONCEITUAIS

Ab'Saber & Müller-Plantenberg (1998) apontam impacto como sinônimo de “choque” ou “colisão” e expressam a afirmativa de que esta terminologia serve para a questão ambiental no caso do “choque” ou se preferir a “colisão” de substâncias em qualquer estado físico, radiações ou energias de diferentes formas, estes decorrentes de obras ou atividades que causem danos ao meio natural, artificial, cultural ou social. Neste sentido, optou-se por conceituar como:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II- as atividades sociais e econômicas;

III- a biota;

IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V- a qualidade dos recursos ambientais “.(CONAMA *apud* LANNA, 1995)

<sup>1</sup> Graduanda do curso de geografia / Pesquisadora do Laboratório de Geografia Humana e Planejamento Ambiental – LABOGEOH-UFRO.

<sup>2</sup> Prof. Assistente do Depto. de Geografia – UFRO / Coordenador do Laboratório de Geografia Humana e Planejamento Ambiental / Doutorando pelo – NAEA-UFPA. (e-mail – dorisval@unir.br)

<sup>3</sup> Bacharelado do curso de geografia da Universidade Federal de Rondônia-Brasil / Pesquisador do Laboratório de Geografia Humana e Planejamento Ambiental – LABOGEOH-UFRO.

<sup>4</sup> Alunos do curso de Geografia e pesquisadores do Programa de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq/UFRO do Laboratório de Geografia Humana e Planejamento Ambiental LABOGEOH

Os impactos ambientais podem ser diretos ou indiretos, manifestam-se a longo ou a curto prazo, de longa ou curta duração, reversíveis ou irreversíveis, de natureza cumulativa; e sinérgicos. Adotou-se ainda a definição de bacia hidrográfica, para melhor delimitar a pesquisa, como sendo o rio principal de uma área e seus principais afluentes, LANNA (op. cit.).

É importante atentar que o rio Madeira é um rio binacional, traçando limites com a Bolívia, originado pelo encontro entre os rios Beni (totalmente internacional) e Mamoré (binacional), o que deve ser criteriosamente observado, uma vez que implica em ações pertinentes a soberania nacional e envolvem questões diplomáticas. Grassi (1995) discute que o direito interno de um país não pode ser subtraído afim submeter-se às suas obrigações internacionais, porém será necessária a atuação de políticas diplomáticas para estabelecer acordo entre os países envolvidos (no caso: Brasil e Bolívia) a fim de manter o bom relacionamento e as cooperações hoje existentes entre ambos os países. Cooperações como estas já foram efetuadas como a estabelecida para a implementação da hidrovia Paraguai-Paraná, a qual é um dos mais extensos e importantes eixos continentais de integração política, social e econômica cortando metade da América do Sul (desde Cáceres, no Mato Grosso, até Buenos Aires, na Argentina), com 3.442 Km de extensão, sendo 2.202 Km até a divisa com o Paraguai e Argentina, e 1.240 Km através do rio Paraná até alcançar Buenos Aires, em águas de corrente livre, sem barragens ou obstáculos para a navegação, ligando o interior do continente ao oceano Atlântico, e serve a cinco países: Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai.

## **CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE HIDRELÉTRICAS E ECLUSAS DO ALTO MADEIRA**

O projeto de construção de um complexo de Hidrelétricas e Eclusas do Alto Madeira, é proposto pelo poder público e tem como objetivo principal viabilizar a navegação num trecho de 300 Km a montante da cidade de Porto Velho, onde a navegação é inviabilizada devido a presença de intrusões graníticas, até Vila Esperanza na Bolívia, além da produção energética, as eclusas deverão ser acentadas em três pontos principais, ao longo do rio Madeira e rio Beni e têm suas localizações a partir das seguintes coordenadas geográficas, estas obtidas através da viagem de campo executada pela equipe da pesquisa (BATISTA, 1999). A altura dos barramentos é proposta pela INTEROCAN (s.d.). As dimensões dos barramentos podem ser observadas no quadro II.

### **QUADRO I - LOCALIZAÇÃO E ALTURA DOS BARRAMENTOS**

<b>BARRAMENTO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>ALTURA DOS BARRAMENTOS</b>
1º Barramento/ Eclusa	Cachoeira de Esperanza	Lat. 10° 35'11,5"S Long. 65° 39'53,4"W	10 à 15 metros
2º Barramento/ Eclusa	Cachoeira do Jirau-	Lat. 9° 19'47,8"S Long. 64° 43' 52,4"W	25 à 30 metros
3º Barramento/ Eclusa:	Cachoeira de Santo Antônio	Lat. 8°48'26,6"S Long. 63°53'41,3"W	25 à 30 metros.

**Fonte:** Adaptado pelos autores com base nos dados coletados em campo e informações de INTEROCEAN (s/d).

### **QUADRO II - DIMENSIONAMENTO DAS ECLUSAS**

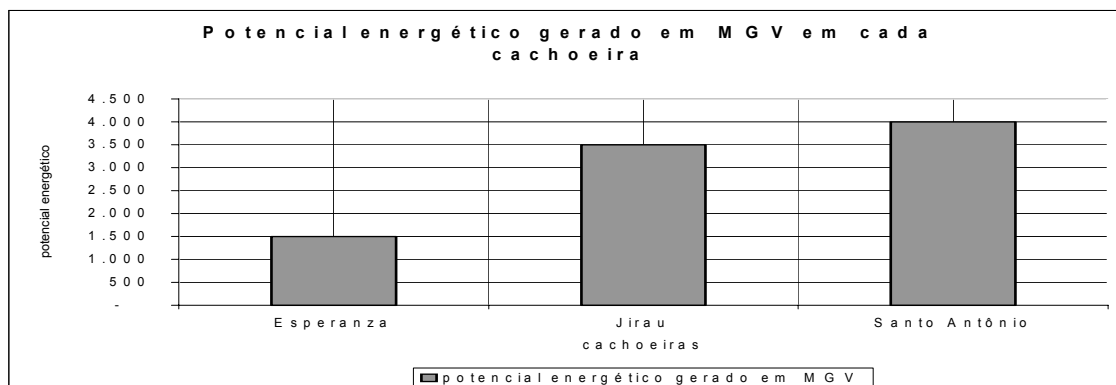
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DIMENSÕES</b>
Comprimento útil da câmara da eclusa	210,00 mts.
Largura mínima de câmara de eclusa	22,00 mts.
Comprimento do muro guia	150,00 mts.
Profundidade mínima na câmara	2,00 mts.

**Fonte:** INTEROCEAN (s/d)

As alturas dos barramentos são postas em discussão, visto que não há estudo mais detalhado sobre as cotas altimétricas do Madeira, com as quais se estabeleceriam as diferenças entre a altura dos barramentos e a

altura do relevo, para que se observe pontos de possível extrapolação e, conseqüente submersão de áreas (incluindo-se a BR-364, residências e parte do patrimônio histórico nacional como a Estrada de Ferro Madeira-Mamoré). Tendo em vista também, a geração de energia elétrica, o PHEAM prevê um total gerado no Brasil de 7.500 MGv, somado ao potencial boliviano com uma produção energética de 1.500 MGv, conforme a seguinte distribuição, observada no gráfico 1.

GRÁFICO 1: Potencial energético das cachoeiras



Fonte: Adaptado pelos autores com base nos dados de INTEROCEAN (s.d.)

\*1 Megawatt corresponde a 1.000 quilowatts.

Entre os dados que a INTEROCEAN (op. cit.) transmite, tem-se uma estimativa de gasto com o projeto em 3 bilhões de dólares. Todo o projeto deverá ser implementado em 3 anos a partir da data de início do mesmo, gerando 7.500 MGv em território brasileiro e 1.500 MGv em território boliviano além de acrescentar 300Km ao sistema hidroviário Porto Velho-Amazonas que atualmente corresponde a 1.090 Km segundo HAIMOC (s/d), portanto, formando um lago longitudinal de inundação da ordem de 400 Km<sup>2</sup>. O enchimento das câmaras e o esvaziamento das mesmas, se dará pelas cabeças de montante e jusante respectivamente, os muros terão 50% da altura em concreto massa e o restante em concreto atirantado na rocha (utilizando-se das intrusões graníticas locais) e o circuito de adução e de restituição são dimensionados como escavados na rocha e revestidos de concreto especial.

## METODOLOGIA DE TRABALHO

Quando se buscam metodologias para estudos ambientais surge a necessidade de análises integrativas em que se analisam as inúmeras variáveis do objeto de estudo. Ab'Saber & Müller-Plantenberg (1998) afirmam que prever impactos frente a qualquer projeto destinado a uma determinada área em particular, é uma operação **técnico-científica multidisciplinar** de grande importância, que revela pontos importantes da sociedade, tais como:

- 1 - nível de esclarecimento atingido pela sociedade do país ou localidade, no que se refere à capacidade de prever futuros quadros da organização espacial em seu território;
- 2 - indicador da pressão social dos grupos mais esclarecidos da sociedade que objetivam um meio ambiente e um ordenamento territorial razoável; e
- 3 - por último, avaliar a potencialidade da legislação disponível, assim como a sua aplicabilidade em casos concretos frente a necessidade de um desenvolvimento sustentável.

Assim sendo, prever impactos, na visão dos autores, trata-se de refletir sobre um quadro de conseqüências em cadeia que podem resultar de um projeto a ser implantado em uma determinada região e, em um certo sítio e que **depende de uma minuciosa revisão de todos os campos de interferências** que ele possa ter com o meio ambiente físico, ecológico e social.

Mesmo com a proposta metodológica aqui caracterizada como integrativa, adotou-se uma metodologia de caráter geográfico proposto por Libaut (1971) ratificado por ROSS (1996), que estabelecem os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica, ou seja: o nível compilatório, nível correlativo, nível semântico e nível normativo, sendo:

- Nível compilatório: levantamento de material bibliográfico e seleção das informações pertinentes aos propósitos da pesquisa.
- Nível correlativo: interpretações e analogias dos dados obtidos.
- Nível semântico: interpretações, estabelecimento de inferências teóricas e o conhecimento do funcionamento dos fenômenos ou fenômeno estudado.
- Nível correlativo: caracteriza-se pela normatização dos resultados da pesquisa, aqui expresso na forma de gráficos, tabelas e quadros síntese além das análises conclusivas.

Entre os métodos especialmente aplicados para a execução do nível semântico e correlativo utilizou-se o método da análise do risco ecológico proposto por Absy (1995), o qual orienta-se na teoria alemã do Planejamento Ecológico, que tem como princípios básicos:

A - organizar as funções e usos do espaço de acordo com o potencial natural existente; e

B - ordenar o uso múltiplo do espaço de forma a não interferir, ou interferir o mínimo possível, nas funções do sistema natural (produtividade, capacidade-suporte, capacidade de informação e de auto-regulação), ou seja, a evitar sobrecargas nos ecossistemas ou nos recursos naturais que possam causar danos a usos do espaço, existentes ou futuros

Em outras palavras, esses princípios são operacionalizados através do preceito básico: USO- CAUSA-EFEITO ECOLÓGICO DESENCADEADO-USOS ATINGIDOS, de onde resultam dois sistemas complexos de relações de causa/ efeito.

**Sistema 1:** usos como **causa** de impactos ambientais tendo como **efeito** modificações qualitativas e quantitativas nos fatores naturais ocasionados por atividades antrópicas.

**Sistema 2:** fatores naturais qualitativa e quantitativamente modificados, como **causa**; tendo as possibilidades e/ou qualidade de uso modificadas como **efeito**.

Vale ressaltar os procedimentos técnicos adotados na aquisição de dados. Quanto a escala de análise, foram utilizadas cartas fisiográficas em escalas de 1:1.000.000 – Radambrasil SD 20 Guaporé (1979), Radambrasil SC 16 (1978), 1:1.000.000-IBGE (1998) e 1:100.000 - Programa Levantamentos Geológicos do Brasil (1990a). Os dados bibliográficos de maior interesse foram extraídos de material primário, caracterizados por documentação na forma de processos, termos de referência, documentação oficial do Poder Público e de empresas privadas, além de autores que abordam temas correlatos aos objetivos da pesquisa. A caracterização fisiográfica foi efetuada com base nos dados do Radambrasil (1978/1979), IBGE – Região Norte (1977), BRASIL/CPRM (1997) entre outros.

## RELAÇÃO ENTRE A HIDROVIA PARAGUAI-PARANÁ E A HIDROVIA DO MADEIRA/GUAPORÉ

A Hidrovia do Paraguai, no trecho exclusivamente brasileiro, vai desde Cáceres- MT, até a foz do rio Apa, numa extensão de 1.270 Km. Este trecho podemos dividi-lo em outros 2 sub-trechos devido a peculiaridade de calado e comboios que trafegam nesta via:

1 -Trecho Cáceres - Corumbá - trafegam comboios com chatas medindo 45 metros de comprimento e 12 metros de largura ,com capacidade para 3.000 a 4.000 toneladas, tendo um calado médio de 6 pés (2,10 m) durante 70 % do ano. Nos outros 30% o calado se reduz para 5 pés (1,75m) devido à formação de bancos de areia num trecho de 150 Km próximo a cidade de Cáceres-MT.

2 -Trecho Corumbá - Foz do Apa - trafegam com chatas tipo jumbo medindo 60 metros de comprimento e 12 metros de largura ,com capacidade para 20. 000 a 25. 000 toneladas, tendo um calado médio de 10 pés (3,5 m) durante 80% do ano (AHIPAR, 2000).

Com base no quadro III, observamos que as características das eclusas que poderão vir a ser construídas e as da hidrovia Paraguai- Paraná são equivalentes o que nos leva a inferir que, ambas proporcionarão o transporte de embarcações de mesmas características estruturais.

### QUADRO III – DIMENSIONAMENTOS DAS ECLUSAS DAS HIDROVIAS PARAGUAI PARANÁ E ALTO MADEIRA

Trechos	Cáceres- Foz do rio Apa	Trecho a ser implantado (Porto Velho- Esperaza)
Características das Eclusas		
Comprimento útil da câmara da eclusa	210,00 mts.	210,00 mts
Largura mínima de câmara de eclusa	22,00 mts	22,00 mts
Comprimento do muro guia	150,00 mts	150,00 mts.
Profundidade mínima na câmara	02,00 mts	2,00 mts.

Fonte: Adaptado pelos autores com base nos dados de INTEROCEAN (s.d.) e AHIPAR (2000)

Segundo o RADAMBRASIL (1978), o estudo de viabilidade de uma hidrovía desta natureza já era levantado, o fato é que existe a possibilidade de uma ligação hidroviária do rio Guaporé com o rio Paraguai através do rio São Miguelito (afluente do rio Barbado), cortando o território boliviano e terminando na Lagoa Uberaba – Corumbá, fronteira entre Brasil e Bolívia. Este projeto teria caráter binacional (Brasil- Bolívia) atendendo aos interesses de ambos os países permitindo o aumento do intercâmbio comercial entre o Brasil e a Bolívia.

O transporte de cargas em Cáceres/MT via hidrovía vem aumentando significativamente nos último cinco anos, como pode ser visto através da tabela 1. Neste caso, somos levados a crer, em que havendo a necessidade de escoamento de mercadorias a partir de Rondônia esta hidrovía será viável.

**TABELA 1-MOVIMENTADO DE CARGAS EM CÁCERES PELA HIDROVIA- PARAGUAI - PARANÁ NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS**

TOTAL GERAL DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS EM CÁCERES/MT 1993-1997	
ANO	TOTAL
1993	3.714
1994	7.031
1995	14.263
1996	24.406
1997	70.096

Fonte: AHIPAR, 2000.

### IMPLICAÇÕES NO MEIO AMBIENTE DECORRENTES DO PHEAM

Com base na primeira conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, MARGULIS (1996) expõe que meio ambiente, é o sistema físico e biológico global em que vivem o homem e outros organismos, e é nesta abordagem de sistema que aqui entendemos o meio; como o arranjo de interrelações entre organismos bióticos e abióticos onde, qualquer alteração em algum elemento deste sistema tem um efeito de encadeamento de impactos. As obras de engenharia intervêm no meio, de forma a satisfazer necessidades humanas, porém essas necessidades também devem levar em consideração a conservação do meio ambiente. Para tentar equacionar os efeitos de obras temos que lançar mão do processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais a fim de que se adeqüe a exploração dos recursos naturais às especificidades do meio ambiente (LANNA, 1995 *apud* NUNES & CAVALHEIRO 1998, p.8).

A possível implantação da hidrovía à montante de Porto Velho, significará a transformação de um ambiente fluvial (provincia lótica) para um ambiente lacustre (provincia lântica). Neste caso, sendo o ambiente fluvial é um sistema aberto, com fluxo contínuo da nascente à foz, o mesmo depende da manutenção do balaço hídrico já estabelecido, ao passo que um lago constitui um sistema fechado de modo que neste sistema de transformação, CHARBONNEAU (1979) afirma que entre as várias mudanças que ocorrem na modificação de um ambiente fluvial em lacustre destacam-se as dificuldades em implantar flora litorânea devido as flutuações climáticas e hidrológicas, somado às dificuldades de nidificação das aves aquáticas nas redondezas dos lagos; alteração na qualidade e quantidade de peixes; desaparecimento de moluscos e peixes e diminuição do número de espécies. Em obras da mesma ordem foram constatados casos de esquistossomose e malária uma vez que houve transformação de um meio fluvial em lacustre (BRANCO, 1986; CHARBONNEAU, op. cit.).

Entre os vários impactos negativos decorrentes de obras de engenharia, BUCHER (1994) aponta uma série de ações que incidirão sobre o ecossistema fluvial no caso de viabilização de uma hidrovía a considerar:

dragagem e canalização; deposição do material de dragagem; estruturas para manutenção de canais; estruturas para controle da água; portos terminais; navegação, etc. BUCHER (op. cit.) aponta também uma série de impactos que decorrem de obras para implementação de uma barragem. Para que se possa analisar com maior clareza as obras e impactos vide quadros IV e V. Alterações na vegetação leva a alterações no microclima e conseqüentemente a alterações nas propriedades do solo em face da estreita relação causal destes três aspectos. DREW (1983) afirma ainda que “os solos vivem em equilíbrio dinâmico com os fatores que determinam as suas características: o clima, os materiais de origem, a topografia, a biota e o tempo”. E também que “A função natural dos cursos de água é a transmissão da água provinda de várias fontes para o nível de base regional” DREW(op. cit.,p.104), assim, qualquer alterações feitas em sistemas fluviais em termos hidrológicos, independentemente do fim a que se destinam, resultam em transtornos ao equilíbrio dinâmico natural do rio e de seus afluentes.

#### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO MADEIRA/RO ENTRE O TRECHO DAS CACHOEIRAS DE TEOTÔNIO E SANTO ANTÔNIO**

O rio, visto como um ecossistema, é dividido em Cronoceno (Ecossistema da fonte), Ritroceno (Ecossistema de arroio) e Potamoceno (Ecossistema do rio), subdivisão esta necessária pelas modificações morfológicas que sofre o substrato ao longo do rio. De modo geral o rio pode ser considerado como uma seqüência de ecossistemas que é responsável pelo deslocamento de substâncias inorgânicas. O rio aparece também como um ecossistema com zonações onde há trocas energéticas em nível de consumo, produção e decomposição (FITTKAU *apud* Branco, op. cit). As diferentes regiões do rio refletem-se no balanço de oxigênio e temperatura. O balanço de oxigênio possui valor indicador que varia em função das condições climáticas regionais e da localização do rio na altitude ou planície, assim a velocidade de um rio e a quantidade de oxigênio deste influenciará a temperatura. A Tabela 2 nos leva a inferir que mesmo obtidas as amostras em um mesmo dia, por se tratar de coleta em pontos diferentes dentro de 2 Km de extensão as temperaturas dos locais eram diferenciadas assim como os organismos que fazem uso destas condições. Desta forma, alterações no equilíbrio de oxigênio do rio Madeira pode levar a alterações no nicho destes organismos.

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio e sua reação em uma solução, onde um corpo d'água neutro, a 22° C, possui um pH 7. O valor pH pode oscilar entre 1 e 14, sendo valores abaixo de 7 reações ácidas, e acima de 7, básicas, assim observamos na Tabela 2 que o pH em campo, onde a água está inserida no sistema fluvial, as amostras revelaram valores abaixo de 7 não superando os 6,8. Assim como o oxigênio influência na manutenção das cadeias tróficas do ecossistema fluvial o gás carbônico também, visto que segundo BRANCO (1986), a distribuição deste gás na massa de água é exatamente oposta á do oxigênio. O gás carbônico é fundamental para o metabolismo das algas e outros organismos vegetais fotossintetizantes. Os organismos são, em sua maioria, sensíveis à grandes variações de pH, assim havendo extrapolação dos limites do meio em suportar uma certa quantidade variante haverá prejuízos para várias espécies. Todos esses fatores devem ser considerados caso o empreendimento seja viabilizado.

**TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO MADEIRA/RO NO TRECHO ENTRE AS CACHOEIRAS DE TEOTÔNIO E SANTO ANTÔNIO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>pH Campo</b>	<b>Eh medido (mV)</b>	<b>Eh corrigido (mV)</b>	<b>O<sub>2</sub> Cons. (mg/l)</b>	<b>CO<sub>2</sub> Livre (mg/l)</b>
NAROST - 01	6,80	216	142	4,2	<1
NAROST -02	6,79	219	147	4,4	<1
NAROST -03	6,57	310	238	4,4	<1
NAROST -04	6,51	214	141	4,4	<1
NAROST -05	6,28	227	155	4,8	<1
NAROST -06	6,53	226	153	4,2	<1
NAROST -07	6,67	227	155	5,0	<1
NAROST -08	6,4	229	157	4,4	<1
NAROST -09	6,75	220	148	5,2	<1
NAROST -10	6,60	225	153	4,4	<1
NAROST -11	6,31	237	165	5,2	<1
NAROST -12	6,65	222	150	3,8	<1
NAROST -13	6,61	228	156	5,0	<1
NAROST -14	6,46	217	145	4,8	1

NAROST –15	6,60	222	150	4,8	<1
NAROST –16	6,56	222	150	4,6	<1
NAROST –17	6,60	222	150	4,4	1,2
NAROST –18	6,13	222	150	4,2	<1

Fonte: SILVEIRA (1998)

### SÓLIDOS EM SUSPENSÃO

Com relação aos sólidos em suspensão a quantidade de luz exerce grande influência no processo de fotossíntese. Na água a cor e a turbidez desta, exercem um grande fator de limitação a incidência dos raios solares devido a quantidade de sólidos em suspensão. Outro fator importante é a presença de gases, como o gás carbônico, que tem como subproduto da reação de síntese, o oxigênio que em grandes quantidades enriquece o ar atmosférico e o ar dissolvido na água, e também é utilizado na respiração dos animais do meio aquático. A retirada do gás carbônico da água leva, correspondentemente a uma elevação do pH, alterando assim, todo o ecossistema já em equilíbrio (BRANCO,1986).

As atividades de dragagens, canalizações, retirada de blocos no leito do rio pode levar ao aumento da quantidade de sólidos em suspensão, os quais segundo, SILVEIRA (1998) já apresentam valores altos, e correspondem a uma variação de 18,00 à 39,03 mg/l conforme pode ser melhor visualizado na tabela 3.

**TABELA 3- SÓLIDOS EM SUSPENSÃO**

CÓDIGO	FILTRO ANTES (g)	FILTRO DEPOIS (g)	MASSA RETIDA (g)	VOLUME FILTRADO (ml)	VALOR FINAL (mg/l)
NFTROST-01	0,0650	0,0776	0,0126	0,700	18,00
NFTROST-02	0,0642	0,0835	0,0193	0,870	22,18
NFTROST-03	0,0642	0,0755	0,0113	0,840	13,45
NFTROST-04	0,0683	0,0848	0,0165	1,180	13,98
NFTROST-05	0,0657	0,0867	0,0210	0,920	22,83
NFTROST-06	0,0492	0,0577	0,0085	0,720	11,80
NFTROST-07	0,0645	0,0794	0,0149	1,000	14,90
NFTROST-08	0,0635	0,0756	0,0121	0,830	14,58
NFTROST-09	0,0663	0,0769	0,0106	0,850	12,47
NFTROST-10	0,0668	0,0823	0,0155	0,835	18,56
NFTROST-11	0,0651	0,0904	0,0253	0,930	27,20
NFTROST-12	0,0635	0,0764	0,0129	0,850	15,17
NFTROST-13	0,0670	0,0842	0,0172	0,900	19,11
NFTROST-14	0,0655	0,0824	0,0169	0,920	18,37
NFTROST-15	0,0623	0,0762	0,0139	0,650	21,38
NFTROST-16	0,0669	0,0894	0,0225	0,780	28,85
NFTROST-17	0,0637	0,0920	0,0283	0,725	39,03
NFTROST-18	0,1028	0,1233	0,0205	0,900	22,78

Fonte: SILVEIRA (1998).

### OBRAS PREVISTAS E RESPECTIVOS IMPACTOS NEGATIVOS

Segundo FORNASARI (1992), todo empreendimento de barramento para fins de produção hidroelétrica e navegação, tem início com o reconhecimento das características da área da barragem e da obra a ser executada, a qual geralmente exige a formação de equipes técnicas, circulação de veículos e equipamentos, escavação de trincheiras, poços e sondagens de investigação. Finalizada a primeira etapa, seguem-se às estimativas do potencial hidroelétrico, estudo de inventário, estudos de viabilidade e projeto básico. A exemplo do barramento feito na Usina Hidrelétrica de Samuel, ocorreram duas etapas básicas para implementação: a primeira caracterizou o desvio do rio de seu curso natural onde se iniciaram os trabalhos de escavação em rocha, concretagem das estruturas, ou seja toda a montagem eletromecânica. A segunda etapa consistiu em novo redimensionamento do rio onde iniciou-se a execução da barragem de terra sobre o canal de desvio até o enchimento do reservatório.

De maneira geral, os processos e as técnicas empregadas na implantação do barramento e na viabilização da hidrovia e respectivos efeitos ao meio ambiente, caso o PHEAM seja implantado, podem ser resumidos da seguinte monta, a partir dos quadros IV e V nas páginas seguintes.



**QUADRO IV - SÍNTESE DE RELAÇÃO ENTRE O EMPREENDIMENTO E O MEIO AMBIENTE NO CASO DO BARRAMENTO**

<b>Processo tecnológico</b>	<b>Técnica</b>	<b>Efeitos</b>
Investigação geológico-geotécnicas	Abertura de picadas (desmatamento); escavações (poços e trincheiras); sondagens mecânicas e levantamentos geofísicos.	<b>Intensificação do processo erosivo nos locais das áreas que ficaram desprotegidas. Este processo dá-se em pontos localizados e é em geral pouco expressivo dependendo do porte das investigações.</b>
Movimentação de solo e rocha Instalação do canteiro de obras	Construção de edificações e rede de infraestrutura	<b>Intensificação do processo erosivo nos locais das áreas que forem expostas. Efeito pontual e pouco expressivo dependendo do porte das obras</b>
Abertura das vias de acesso	Abertura de vias ou estradas.	<b>Desmatamento e exposição dos solos podendo desencadear processos erosivos, pode também ocorrer a atração de populações que buscam localidades para construir suas moradias, mesmo eu na forma de ocupações clandestinas.</b>
Desvio do rio	Construção de ensecadeiras no leito e/ou abertura de canais nas margens.	<b>Desmatamentos (destruição de nichos, matas ciliares, perda de biodiversidade).Suspensão de partículas na água resultando em alterações na qualidade da água e alterações no habitat fluvial,diminuição do potencial fotossintetizante dos organismos fluviais, entre outros, entre outras que dependerão do método que será utilizado (túnel ,etc.).</b>
Extração de materiais naturais de construção	Retirada de solos, rochas, areias e cascalhos destinados a construção.	<b>Exposição de solos e de horizontes profundos podendo resultar em áreas susceptíveis à erosão em áreas no entorno ou até mesmo distantes do local do barramento.</b>
Escavação das fundações	Feito com escavações (no caso de barragens de terra) ou uso de explosões (maciço rochoso);	<b>Alterações pontuais que podem originar impactos secundários resultantes do bota-fora (o material retirado pode ser destinado a locais não propícios e atrair habitações para o entorno do empreendimento ou para áreas de risco ou destinadas a preservação).</b>
Execução de aterro da barragem	Construção do aterro depende do material disponibilizado.	<b>Idem ao caso da extração de materiais naturais de construção .</b>
Tratamento das fundações	Injeções de cimento, confecção de drenos, poços de alívio, etc.	<b>Impactos pontuais.</b>
Execução das estruturas de concreto	Construção das estruturas relativas às tomadas d'água, casa de força, vertedores, etc.	<b>Impactos pontuais.</b>
Execução das obras de relocação	Compreende o deslocamento dos assentamentos humanos, para locais situados em níveis topográficos superiores à cota máxima de inundação do reservatório;	<b>Originará impactos secundários com a construção de estradas, pontes, e residências entre outros, inclusive impactos sobre as culturas locais devido a retiradas de comunidades ribeirinhas. Relocação implica até mesmo na mudança de práticas culturais como a caça, a pesca, artesanatos de materiais das localidades, entre outros.</b>
Limpeza da área do lago	Desmatamento e retirada de tocos, árvores construções urbano/industriais, etc. da área a ser inundada.	<b>Exposição de solos possibilitando a erosão no período que antecede ao enchimento do reservatório, destruição de habitats das mais diferentes espécies animais que residam nos locais, destruição de sítios arqueológicos, perda de patrimônios histórico/culturais a exemplo das primeiras edificações do estado (igrejas, estradas de ferro, pontes, etc.)entre outras.</b>

Enchimento do reservatório	Fechamento gradual das estruturas de desvio.	O enchimento usual é de 1,0m/dia afim de que se observe o acomodamento gradual das estruturas e da fundação da barragem sob o carregamento hidrostático. As alterações podem se processar com a exposição do leito do rio a jusante, resultando em impactos negativos diretos para o ecossistema fluvial, as áreas de entorno do lago com susceptibilidade a erosão tenderão a apresentar colapsos em bloco, devido ao embate de ondas; aumento da capacidade erosiva do curso a jusante e tendência a diminuição de turbidez das águas a jusante, em razão da retenção de cargas sólidas no reservatório; modificação da movimentação das águas superficiais (rios tributários também elevarão seus níveis de água); surgimento de áreas alagadiças nas imediações do lago da barragem devido a elevação do nível do lençol freático, início de processo de retenção de umidade na região da barragem, entre outros. A eclusa pode impedir a passagem de peixes e ter influência direta sobre a piracema.
----------------------------	--	--

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Fornasari (1992) & Bucher et al. (1993).

#### QUADRO V- SÍNTESE DE RELAÇÃO ENTRE O EMPREENDIMENTO E O MEIO AMBIENTE NO CASO DA HIDROVIA

Processo Tecnológico	Técnica	Efeitos
Investigação geológico-geotécnicas	Abertura de picadas (desmatamento); escavações (poços e trincheiras); sondagens mecânicas e levantamentos geofísicos.	<b>Intensificação do processo erosivo nos locais das áreas que ficaram desprotegidas. Este processo dá-se em pontos localizados e é em geral pouco expressivo dependendo do porte das investigações.</b>
Movimentação de solo e rocha. Abertura do canal, construção de diques, proteção as terras adjacentes contra a inundação por águas de cheias, etc.	Dragagem, uso de escavadeiras e explosivos para remoção de obstáculos rochosos ,etc.; Construção de diques.	<p><b>No caso do uso de explosivos teremos impactos negativos diretos sobre peixes e populações de invertebrados em virtude das ondas de choque geradas pela explosão.</b></p> <p><b>A dragagem contribui para formação de um novo canal onde a água terá sua velocidade aumentada alterando o habitat fluvial e aumentando o potencial de alterações morfológicas.</b></p> <p><b>Aumento de turbidez e sólidos em suspensão, e modificações entre as camadas trofocênicas e trofocíticas (no caso do lago) que interfere no potencial hidrogeniônico.(EH e PH);</b></p> <p><b>A deposição do material de dragagem pode resultar em aumento de partículas em suspensão na água e se este for lançado no próprio rio poderá a alterar o fitoplâncton, visto que a suspensão do material afetará a produção de oxigênio dos organismos fotossintetizantes afetando assim, a produtividade primária.</b></p> <p><b>A quantidade de material ingerido pelo zooplâncton também pode sofrer modificação e se houver maior ingestão de alimentos pela células do meio aquático haverá maior necessidade de gasto energético.</b></p> <p><b>As macrófitas aquáticas importantes para a nidificação, cuidado de prole, alimentação e repouso de organismos diversos também sofrerão modificações em seu habitat.</b></p> <p><b>Os bentos que constituem um importante componente na cadeia alimentar também estarão vulneráveis.</b></p> <p><b>A deposição do material também pode gerar problemas relativos a ocupação humana em locais impróprios se lançado nas margens ou em locais desapropriados.</b></p> <p><b>Os diques, que podem ser necessários em alguns trechos, contribuirão para alterações do habitat, da vegetação das margens do rio, criação de áreas de alta velocidade da água e de remansos, fechamento de áreas úmidas que alimentam o rio.</b></p> <p><b>A erosão das margens leva a perda da vegetação terrestre que contribui para manutenção das margens e serve como habitat para a vida silvestre.</b></p>

Revestimento para impedir a erosão do canal.	Cimentação, asfaltamento ou enrocamento , mantas de poliéster, etc.	<b>Como medida para impedir a erosão pela falta de vegetação, nas margens, produzida frente a correnteza do rio ou pela passagem das embarcações o recobrimento destas áreas com estes materiais contribuirão para aumentar a velocidade da água alterando o habitat em geral.</b>

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Fornasari (1992) & Bucher et al. (1993).

**Obs.:** No caso do canal e retificação de cursos d'água tal obra deve ser realizada segundo as finalidades de sua construção, se o objetivo da obra for o de promover a navegação fluvial, a obra deverá manter uma profundidade mínima para permitir a circulação segura das embarcações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo pois que a tarefa de prever impactos ambientais é uma atividade de caráter multidisciplinar, consideramos este trabalho como um primeiro passo no estudo de impacto ambiental desta obra, que até agora encontra-se cercada de inúmeras dúvidas a seu respeito. O fato é que uma vez aprovada a sua implementação alguns posicionamentos sobre seus efeitos ao meio ambiente, já estarão registrados no presente trabalho.

Não existe ainda, uma relativa divulgação ou discussão junto à sociedade de Rondônia, sobre esta obra e principalmente às comunidades que serão indireta e diretamente atingidas, não há como mensurar seus prováveis prejuízos em termos financeiros e sócio-culturais. Os ribeirinhos, estes sendo compreendidos como a população que habita às margens dos rios e tem suas relações sociais e de produção ligadas aos níveis do rio, estabelecem com a natureza uma relação mítica e socializam-se dentro das perspectivas permitidas pela floresta. Assim privá-lo desse relacionamento seria a quebra e destruição de uma identidade construída à vários anos.

Os impactos ambientais seriam sentidos em seus vários níveis, visto que este se processaria de diversas formas no decorrer de incontáveis anos até que o meio ambiente, da floresta se readaptasse às novas condições impostas. Ressuspensão de sedimentos, quebra de sazonalidade do nível do rio, aumento da velocidade do rio, entre outras ações implicariam na perda de espécies importantes da cadeia trófica local e regional, perdas estas que se refletiriam nas comunidades do entorno do empreendimento, podendo chegar à comunidades mais distantes na forma de doenças ou desequilíbrios na quantidade de insetos que tiverem seus predadores naturais extintos. Enfim o atual quadro econômico e infra-estrutural do estado de Rondônia não oferece subsídios para esta obra, razão pela qual todo e qualquer estudo (p.e. EIA/RIMA) que venha a ser implementado deve ter, antes de mais nada, a noção de que os impactos sociais e ambientais não devem ser avaliados apenas para justificar a obra, mas a partir da relação custo-benefício, garantir qualidade de vida a toda população direta ou indiretamente envolvida neste tipo de empreendimento.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AB'SABER, Aziz Nacib & MÜLLER-PLANTENBERG, Clarita (Orgs.). Previsão de Impactos. 2ed. São Paulo, 1998.
- ABSY et al. (coord) Avaliação de Impacto Ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília: Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.
- AHIPAR- Administração da Hidrovia do Paraguai -Dados Estatísticos e Características dos Portos. Mato Grosso, 2000. Dados disponíveis na internet: [www.ahipar.gov.br/dados.htm](http://www.ahipar.gov.br/dados.htm) (Junho de 2000).
- BATISTA, Josélia Fontenele; SILVA, Joiada Moreira da; NUNES, Dorisvalder Dias. Hidrovia do Madeira: análise introdutória do impacto sócio-ambiental a partir das ações do poder público (MEIO FÍSICO). In: Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica da UNIR. Porto Velho-RO, DIPEX/UNIR, 1999
- BUCHER, Enrique H. et al. Hidrovia: uma análise ambiental inicial da via fluvial Paraguai-Paraná. USA, Massachusetsts: Humedales para las Américas, 1994.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.16 Porto Velho; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.20 Guaporé; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1979.
- AHIMOC.BRASIL. Ministério dos Transportes. Rio Madeira: Um Caminho Aberto À Navegação.(s.d.).
- BRANCO, Samuel Murgel. Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária. 3. Ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.
- CHARBONNEAU, J.-P. (org.) et al. Enciclopédia de ecologia. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.
- DREW, David. Processos Interativos Homem-Meio Ambiente. Trad. João A 2 ed. Rio de Janeiro: Ed.Bertrand Brasil S.A., 1.983.
- FORNASARI FILHO, Nilton (Coord.) et. al. Alterações no Meio Físico Decorrentes de Obras de Engenharia. São Paulo: IPT, 1992.
- GRASSI, Fiorindo David. Direito Ambiental Aplicado. Frederico Westphalen-RS: Ed. URI-campus, 1995.p.168
- INTEROCEAN Engenharia & Ship Management Ltda. Projeto Usinas Hidrelétricas/ Eclusas do Alto Madeira (Em Estudos).Rio de Janeiro: s/e, s.d..
- LANNA, Antonio Eduardo leão. Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, 1995.
- LIBAULT, A . "Os quatro níveis da pesquisa geográfica" In. Métodos em Questão, 1 IGEOG-USP: São Paulo, 1971.
- MARGULIS, Sérgio. Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. 2 ed. Brasília: IPEA, 1996.
- RONDÔNIA (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. DIAGNÓSTICO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

PARA FORMULAÇÃO DA SEGUNDA APROXIMAÇÃO DO ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-  
ECOLÓGICO - Parte 1. Porto Velho: s/e.,1999

ROSS, Jurandir Luciano Sanches . GEOMORFOLOGIA: ambiente e planejamento. 3 ed. São Paulo:  
Contexto, 1996. (Coleção Repensando a Geografia)

SILVEIRA, E.G. 1998. Mobilização do Mercúrio e outros Elementos entre as Cachoeiras de Teotônio e  
Santo Antônio no Rio Madeira/RO. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências –UNESP/Rio Claro.