

The text that follows is a REPRINT
O texto que segue é um REPRINT.

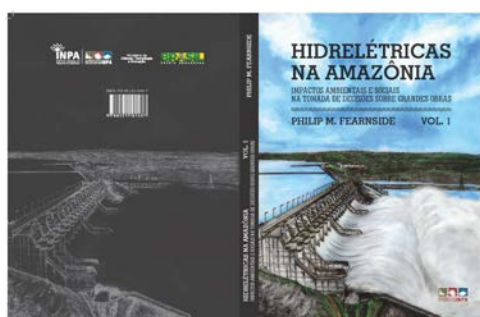
Fearnside, P.M. 2015. A Tomada de decisão sobre barragens na Amazônia: Política vence a incerteza na controvérsia sobre os sedimentos no Rio Madeira. pp. 153-165. In: *Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras. Vol. 1*. Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil. 296 pp.

ISBN: print: 978-85-211-0143-7 online: 978-85-211-0151-2

Copyright: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA

The original publication is available from:
A publicação original está disponível de:

<http://livrariadoinpa.nuvemshop.com.br/> ou envie e-mail para: editora.vendas@gmail.com; editora@inpa.gov.br. Telefones: (92) 3643-3223, 3643-3438.



Download grátis em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf

Tradução de:

Fearnside, P.M. 2013. Decision-making on Amazon dams: Politics trumps uncertainty in the Madeira River sediments controversy. *Water Alternatives* 6(2): 313-325.

Capítulo 8

A Tomada de Decisão sobre Barragens na Amazônia: Política Vence a Incerteza na Controvérsia sobre os Sedimentos no rio Madeira

Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
Av. André Araújo, 2936 - CEP: 69.067-375, Manaus, Amazonas, Brasil.
E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

Tradução de:

Fearnside, P.M. 2013. Decision-making on Amazon dams: Politics trumps uncertainty in the Madeira River sediments controversy. *Water Alternatives* 6(2): 313-325.

RESUMO

O rio Madeira, um afluente do rio Amazonas que drena partes da Bolívia, Peru e Brasil, tem uma das mais altas cargas de sedimentos do mundo. As perguntas sobre como esses sedimentos afetariam as hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, atualmente em construção no Brasil, e como as barragens afetariam os fluxos de sedimentos, foram objeto de uma controvérsia prolongada associada ao licenciamento ambiental das barragens. Pouco antes do licenciamento das barragens, o cenário oficial mudou completamente daquele no qual os sedimentos se acumulam rapidamente, mas poderiam ser contidos sem danos para a operação da barragem, para outro em que não haveria nenhuma acumulação de sedimentos sequer. A incerteza deste cenário é muito elevada. Sobre pressão política, a equipe técnica do departamento de licenciamento do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) foi substituída e as barragens foram construídas sem resolver uma série de controvérsias, incluindo a questão dos sedimentos. Lições valiosas da controvérsia sobre sedimentos no rio Madeira poderiam contribuir para melhorar a tomada de decisão sobre barragens e outros grandes projetos de infraestrutura no Brasil e em muitos outros países.

PALAVRAS-CHAVE:

Barragens, Energia hidrelétrica, Hidrelétricas, Impacto ambiental, Santo Antônio, Jirau

INTRODUÇÃO

O Brasil tem duas grandes hidrelétricas em fase de conclusão no rio Madeira, um dos principais afluentes do Amazonas que drena partes do Brasil, Peru e Bolívia (Figura 1). A hidrelétrica de Santo Antônio, com 3.150 MW de capacidade instalada, está localizada a 7 km da cidade de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia, enquanto a hidrelétrica de Jirau, com 3.750 MW, está localizada 117 km a montante, no final do reservatório de Santo Antônio. O reservatório de Jirau se estende até a fronteira do Brasil com a Bolívia em Abunã. Duas barragens adicionais rio acima de Santo Antônio e Jirau estão previstas: a hidrelétrica de Guajará-Mirim (também conhecida como “Cachoeira Ribeirão”) no trecho binacional do rio Madeira entre Abunã e Guajará-Mirim, e a hidrelétrica de Cachuela Esperanza no rio Beni, um afluente do

Madeira na Bolívia. O Brasil e os países vizinhos estão atualmente envolvidos em um programa massivo de construção de barragens hidrelétricas em seus territórios amazônicos. O plano de expansão de energia 2011-2020 do Brasil prevê 30 grandes barragens adicionais a serem construídas ao longo deste período de dez anos na Amazônia Legal, ou seja, uma barragem a cada quatro meses (Brasil, MME, 2011: 285). O acordo Brasil/Peru, de 2010, prevê cinco represas na Amazônia peruana, e mais de uma dezena de barragens adicionais estão em fase de planejamento (International Rivers, 2011). No total, 80 barragens com capacidade instalada ≥ 100 MW estão previstas nas porções amazônicas dos países andinos (Finer & Jenkins, 2012). O governo brasileiro atua de forma consistente para expandir a construção das barragens hidrelétricas. É relevante notar que, em janeiro de 2013, foram divulgados pelo Tribunal Superior Eleitoral (TSE) dados indicando que os quatro principais contribuintes para campanhas políticas ao longo do período 2002-2012 foram empresas empreiteiras que constroem barragens e outras infraestruturas importantes (Gama, 2013). O licenciamento de Santo Antônio e Jirau ocorreu em um contexto de intensa pressão política sobre o Ministério do Meio Ambiente e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (ver: Switkes, 2008). Isso resultou na aprovação do licenciamento apesar de a equipe técnica no IBAMA ter formalmente tomado uma posição contra a aprovação da licença sem um novo estudo de impacto ambiental (Deberdt et al., 2007). Todos os relatórios governamentais e documentos técnicos citados no presente trabalho estão disponíveis em http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20do%20RIO%20MADEIRA.htm.

Uma das questões no debate sobre a construção das barragens foi o efeito de sedimentos. Análise de como esta questão foi tratada no processo de licenciamento é importante como um contribuição para melhorar a tomada de decisões no Brasil e em muitas outras partes do mundo que enfrentam escolhas semelhantes de desenvolvimento. O objetivo deste trabalho é extrair lições úteis a partir da história da controvérsia sobre sedimentos e as barragens do rio Madeira. O caso do Madeira é parte de uma tendência no Brasil para a flexibilização das exigências ambientais e abreviação do processo de licenciamento. No entanto, a escala dos impactos de grandes projetos e o elevado grau de incerteza em que as decisões

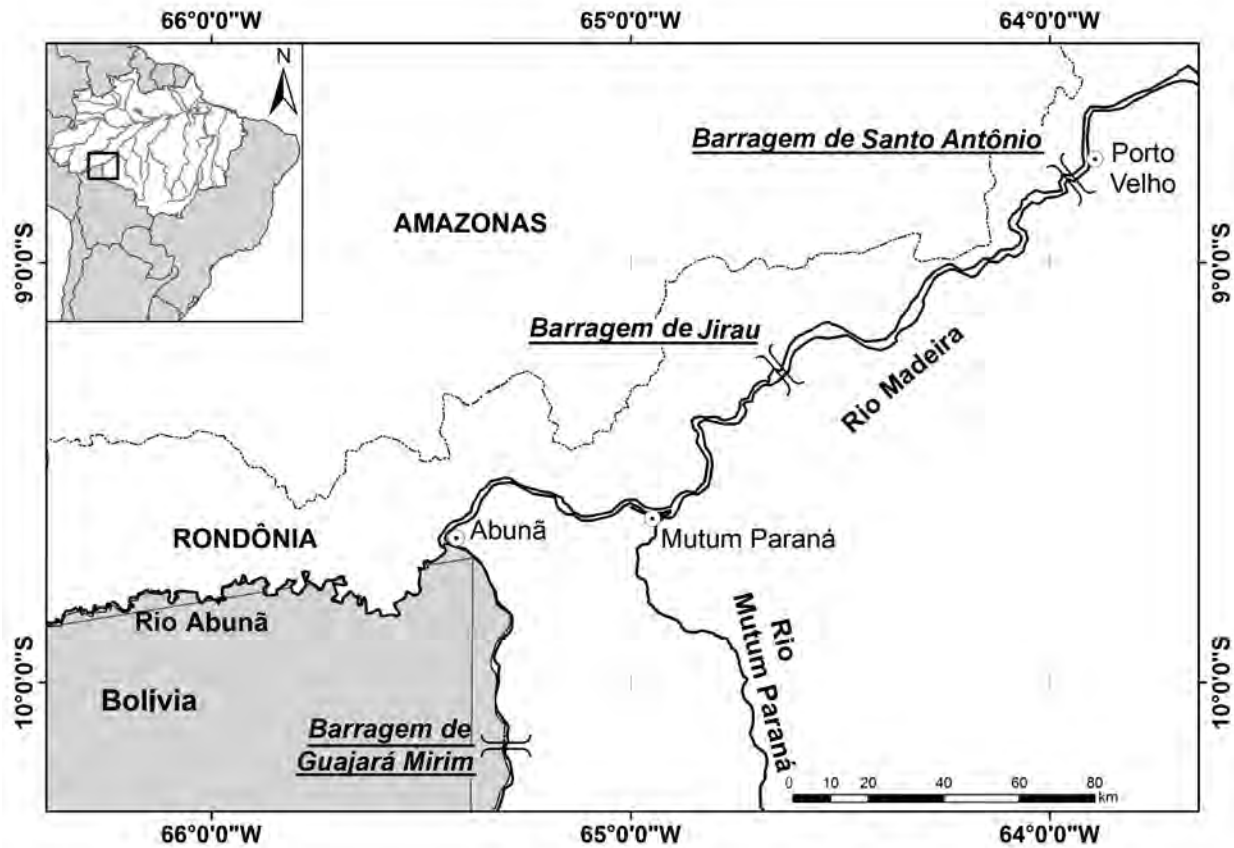


Figura 1. Locais mencionados no texto.

são feitas indicam que o processo de licenciamento deve ser reforçado ao invés de enfraquecido.

A SEDIMENTAÇÃO E VIABILIDADE DAS BARRAGENS

O rio Madeira tem uma das mais altas cargas de sedimentos em todo o mundo, com cerca de metade do total dos sedimentos no rio Amazonas sendo contribuído por este afluente (Meade, 1994; Filizola & Guyot, 2009; ver também Leite et al., 2011). No local da barragem de Jirau o rio Madeira transporta 2,1 milhões de toneladas de sedimentos por dia (PCE et al., 2004: Tomo 1, Vol. 1, p. 7.17). Este fato é de grande importância tanto para a viabilidade em longo prazo das barragens como para os impactos a montante e a jusante dos reservatórios. As questões relacionadas com os sedimentos são indicativas da elevada incerteza em que foram feitas as decisões sobre as barragens do rio Madeira. Questões sobre sedimentos têm produzido uma série continuada de mudanças de relatórios e declarações.

O primeiro cenário oficial: sedimentação controlável

Os estudos de viabilidade de 2004 e 2005 (PCE et al., 2004, 2005) e os estudos de impacto ambiental (EIA) de 2005 (FURNAS et al., 2005a, 2006) e o Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA) (FURNAS et al., 2005b), conhecidos conjuntamente como o “EIA/RIMA”, apresentam resultados de modelagem indicando que os sedimentos se acumulam muito rapidamente nos reservatórios, com acumulação de sedimentos no pé das barragens chegando até níveis 30 m acima do leito natural do rio em apenas dez anos (FURNAS et al., 2006: Tomo E, Vol. 1, p. 126). No entanto, os relatórios indicam que os sedimentos acumulados estabilizariam em níveis que poderiam ser mantidos sem afetar a operação das barragens para, pelo menos, 100 anos. Em abril de 2007, pouco antes da ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, ceder à pressão presidencial para facilitar a aprovação das barragens, os proponentes (FURNAS, que é uma empresa que produz 40% da energia elétrica do Brasil e a

Construtora Noberto Odebrecht (CNO), que é uma grande empresa de construção, de repente adotaram a posição de que não haveria nenhuma acumulação de sedimentos e que as duas barragens possuem uma vida útil infinita (por exemplo, FURNAS & CNO, 2007, p. 22).

Os planos iniciais presumiram que a retenção de sedimentos seria baixa (mas não zero) com base no grande fluxo de água e o pequeno volume do reservatório: 20% de retenção de sedimentos no início do projeto de Jirau, mas caindo para 1% após 15 anos e 0% após 30 anos (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 129-130). Quando a acumulação de sedimentos no reservatório atinge um nível de equilíbrio, pressupõe-se que outros sedimentos que entram no reservatório sejam canalizados para jusante. O acúmulo de sedimentos no pé da barragem foi projetado para aumentar ao longo de 30 anos, estabilizando em 61,63 m acima do nível médio do mar (MSL), no caso da barragem de Antônio Santo, momento em que 52% do volume do reservatório seriam perdidos pelo assoreamento (FURNAS et al., 2006: Tomo E, Vol. 1, p. 129-130). A fim de evitar que estes sedimentos cheguem ao canal de adução e as turbinas, um muro de retenção deveria ser deixado no lugar, isto sendo parte da ensecadeira, que é um dique erguido durante a fase de construção para manter a água do rio fora do canteiro de obras. O topo deste muro teria a uma altitude de 63,00 m acima do nível do mar na crista do muro. No entanto, a diferença de menos de 2 metros entre o topo da pilha de sedimentos antecipados e a parte superior do muro de retenção em Santo Antônio parece muito pequena, considerando as incertezas prováveis no cálculo. O número de algarismos significativos dados para a cota em que a acumulação de sedimentos estabilizaria implica que este foi conhecido com uma precisão de um centímetro, o que parece ser irreal. Nenhuma indicação do grau de certeza foi dada e testes de sensibilidade não foram apresentados. Nada foi dito sobre as consequências que poderiam existir, caso que os sedimentos ultrapassem o muro de retenção, que visava a “garantia do não assoreamento das tomadas d’água durante o horizonte do estudo (100 anos)” (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 23). O relatório explica que:

“A elevação dos sedimentos depositada ao pé da represa poderia passar as soleiras dos canais de adução de ambas as barragens. Evitar o acesso de sedimento depositado (frações mais grossas) para as unidades geradoras, elementos de construção

foram considerados nas entradas aos canais de adução, como previamente explicado. Desta maneira, só os sedimentos suspensos, as frações menores, terão acesso aos canais de adução e serão transportados a jusante pelo fluxo nos canais e nas turbinas” (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 25).

Em resposta às perguntas do IBAMA, FURNAS esclareceu ainda que, com a estabilização dos sedimentos acumulados abaixo da cota do muro de retenção, “a vida útil da represa estará assegurada” (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 130). Por outro lado, pode-se dizer que ultrapassar o muro de retenção representaria uma ameaça à vida útil da barragem. Teria sido, portanto, importante saber a probabilidade que isso pode ocorrer. A resposta às perguntas do IBAMA de 2007 mudou isso, afirmando que a ensecadeira submersa em Santo Antônio seria removida para permitir que os sedimentos passem pelas turbinas (FURNAS & CNO, 2007, p. 20). Em Jirau a ensecadeira também era para ficar como um muro de retenção, mas em 2008 a empresa mudou este plano, informando ao IBAMA que a ensecadeira seria completamente removida, a fim de facilitar o fluxo de sedimentos pela barragem (Brasil, IBAMA, 2008a, p. 19).

Uma vez que o estudo de viabilidade e o EIA/RIMA calcularam um acúmulo de sedimentos com estabilização esperada em 76,1 e 61,6 m acima do nível do mar em Jirau e Santo Antônio, respectivamente, e as elevações das soleiras dos canais de adução estão em 62,0 m acima do nível do mar em Jirau e 42,0 m em Santo Antônio, a acumulação de sedimentos seria como uma torre elevada sobre as entradas do canal de adução em 14,1 m (76,1 menos 62,0) em Jirau e 19,6 m (61,6 menos 42,0) em Santo Antônio. Os primeiros 20-30 anos (quando o sedimento grosso passando pelas turbinas será reduzido pelo montante que teria sido depositado por trás das paredes de retenção) representaria um período de relativamente fácil manutenção para os rotores da turbina. O número de anos entre substituições dos rotores não foi indicado. Depois de estabilizar os sedimentos após 30 anos, com partículas de todas as dimensões sendo passadas através das turbinas, o efeito de abrasão seria maior. A taxa de desconto aplicada aos futuros custos de manutenção, sem dúvida, faz com que este fator tenha pouco peso no cálculo financeiro utilizado para justificar a construção das barragens, mas este aumento de manutenção representaria um custo que terá que ser suportado pelos futuros usuários da energia.

A carga de sedimentos transportada pelo rio Madeira não é constante, mas tem aumentado ao longo dos anos - uma tendência que poderia ser esperada pela continuação do desmatamento e da erosão na bacia. A taxa de aumento da carga de sedimentos é presumida como sendo de 2% ao ano, um cálculo alternativo também é feito presumindo aumento de 0% ao ano (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 23). O aumento anual de 2% ao ano tem a intenção de representar a taxa observada de aumento na carga de sedimentos de 1,83% ao ano durante o período 1990-2001; durante o período de 1970-1990 a carga de sedimentos não aumentou (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 116). O reservatório de Santo Antônio perde a metade da sua capacidade de armazenamento depois de 22 anos considerando o aumento da taxa de 2%, ou depois de 28 anos se nenhum aumento for presumido (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 23). Os mesmos períodos de tempo (22 e 28 anos) se aplicam ao reservatório de Jirau (FURNAS et al., 2006, Tomo E, Vol. 1, p. 25). Porque estas barragens a fio d'água dependem do fluxo natural do rio, em vez de contar com a liberação do volume armazenado no reservatório, a perda de volume não é intolerável a partir de um ponto de vista de fornecimento de água. Qualquer impedimento ao funcionamento das estruturas das barragens, no entanto, seria uma questão diferente.

O segundo cenário oficial: nenhuma sedimentação

Perguntas sobre sedimentação levaram o Ministério das Minas e Energia a contratar um consultor internacional para produzir um relatório sobre o problema (Alam, 2007). Quando o relatório foi lançado em abril de 2007, Dilma Rousseff (então ministra-chefe da "Casa Civil" do Brasil e hoje Presidente da República) aclamou o documento como demonstrando que o problema de sedimentos poderia ser "descartado" (Peixoto, 2007). Infelizmente, o relatório não deu um aval desse tipo, mas sugeriu uma reformulação completa da barragem de Santo Antônio e recomendou que um modelo físico da barragem e do reservatório seja construído para testar como os sedimentos podem-se acumular. Além disso, o relatório só diz respeito à barragem de Santo Antônio, e não a barragem de Jirau, onde os efeitos de sedimentos são ainda mais controversos por causa de seus impactos potenciais sobre a Bolívia.

Alam (2007) baseou sua análise na curva de Brune (Brune, 1953), em vez de considerar o modelo utilizado no EIA/RIMA: a versão de 2001 do modelo HEC-6 (versão atual: US Army Corps of Engineers, 2012). A curva de Brune fornece uma simples regra-de-ouro para avaliar o potencial médio de sedimentação em reservatórios. É largamente utilizada para o cálculo da eficiência aprisionamento (a percentagem de sedimento retida no reservatório) por causa da simplicidade da curva: as únicas entradas requeridas são a vazão anual do rio, o volume do reservatório e uma classificação grosseira de três níveis de diâmetro das partículas de sedimento. Realmente, é composta por uma família de três curvas de gráficos sobre a eficiência de retenção em função da razão entre a capacidade e a entrada (e.g., m³ de volume do reservatório/m³ de vazão anual). A curva superior representa a sedimentação de partículas grossas, a curva inferior, representando os sedimentos finos, e a curva do meio, que é a mais frequentemente utilizada, representa uma mistura dos dois. A curva de Brune é descrito por Dunne (2007) como uma "ferramenta muito aproximada", que ele acredita que claramente não deve servir de base para decisões sobre algo tão importante como as barragens do rio Madeira. Os méritos e as incertezas de diferentes métodos para a previsão de retenção de sedimentos por reservatórios são revisados em Reid e Dunne (1996). Modelos mais complexos do encaminhamento dos sedimentos (tais como FLUVIAL-12 [Chang, 2006]) são necessários para ter em conta os efeitos não lineares, tais como os causados por irregularidades no caminho de canal e no perfil vertical, bem como os compartimentos e outras características ao longo das margens do rio (Dunne, 2007).

Alam (2007) argumentou que a curva inferior, correspondendo aos sedimentos finos (<0,25 mm de diâmetro), deve ser utilizada para as barragens do rio Madeira. No entanto, o rio Madeira transporta, anualmente, aproximadamente 3,75 × 10⁶ toneladas de sedimentos na faixa de 1-3 mm de diâmetro, além de um valor adicional na faixa de 0,25-1 mm (Alam, 2007, p. 8). Embora não mencionado por Alam (2007), se os procedimentos da curva de Brune padrão forem aplicados a estes sedimentos, teria de ser aplicada a curva do meio ou a curva superior a eles, e em nenhum desses casos a quantidade de sedimentos presos seria zero nas barragens do Madeira. Alam (2007) utiliza uma justificativa diferente para os sedimentos mais grossos, ou seja,

que os fluxos de pico iriam liberá-los. Para o movimento da areia, Alam (2007, p. 22) utilizou cálculos baseados em equações de Rouse. Este procedimento é criticado por Dunne (2007), que escreve:

“Eu não achei que a análise de equação de Rouse feita por Alam fosse útil para analisar o destino provável dos represamentos. Embora com base numa equação relativamente bem estabelecida, a análise de Alam não leva em conta a amplitude e duração do controlador principal sobre o transporte de sedimentos, que é o regime de fluxo”.

A nota técnica escrita para os proponentes por Tundisi et al. (2007, p. 7) resume os resultados da curva de Brune como se segue:

“A análise independente realizada pelo Dr. Sultan Alam corrobora a observação de que o uso da envoltória inferior da curva de Brune aplicada ao caso de sedimentos finos do Rio Madeira prevê retenção zero de sedimentos, ou seja, inexistência de assoreamentos permanentes que provoquem a sobre-elevação futura de níveis d’água por motivo de deposição de sedimentos”.

A nota técnica estende a conclusão de Alam até Abunã (ou seja, incluindo Jirau):

“A análise realizada pelo consultor Dr. Sultan Alam permitiu concluir que o trecho do Rio Madeira entre Abunã e Porto Velho tem capacidade de transportar praticamente todo o sedimento do rio Madeira, mesmo com a construção dos projetos de Jirau e de Santo Antônio. Os sedimentos finos (argilas, siltes e parte das areias com diâmetro < 0,25 mm), mesmo com reservatórios, serão transportados em suspensão ou saltitação, de forma contínua pela elevada capacidade de transporte em todos os meses do ano. Os sedimentos de maiores dimensões serão igualmente transportados durante os meses de cheias (pelo menos 4 meses do ano) quando são mobilizados, como ocorre atualmente.” (Tundisi et al., 2007, p. 4).

As novas notas técnicas afirmam que não haveria acumulação de sedimentos na parte superior do reservatório de Jirau (e, conseqüentemente, a formação de um remanso afetando a Bolívia):

“Pelos características dos reservatórios, classificados como “reservatórios – calhas”, não serão formadas ‘deltas’ por sedimentação a montante dos reservatórios. Tal condição ocorre nos reservatórios de acumulação e não nos típicos ‘a fio d’água’ com elevados gradientes de energia.

Assim, a previsão correta é de que todos os sedimentos do rio Madeira continuarão a ser transportados a jusante, mesmo após a construção dos barramentos de Jirau e de Santo Antônio” (Tundisi et al., 2007, p. 4).

Durante os dias críticos em 2007, quando a pressão estava aumentando para aprovar as barragens, Sultan Alam foi convidado a subscrever as barragens como livre de limitações de sedimentos. A correspondência, via e-mail, com Alam é reproduzida como prova de seu apoio, na resposta dos proponentes aos questionamentos do IBAMA (FURNAS & CNO, 2007, Anexo IV). O e-mail de Alam diz:

“PARA QUEM POSSA INTERESSAR. Eu, Sultan Alam, consultor independente, certifico que concordo plenamente com o texto em Português respondendo várias perguntas feitas pelo IBAMA. Sultan Alam, 10 de maio de 2007”.

Embora seu e-mail mencione que o documento que estava endossando era escrito em Português (que não é uma língua que ele fala), pode-se supor que o conteúdo do texto de 239 páginas foi adequadamente explicado a ele, particularmente as notas técnicas relevantes (Carvalho et al., 2007; Tundisi et al., 2007). As notas técnicas em questão são, em grande parte, dedicadas à usina de Jirau (especialmente para as questões que envolvem a Bolívia), ao invés da barragem de Santo Antônio, que foi o tema do relatório do consultor Alam (2007). O relatório do consultor (p. 4) indica que a visita de Alam (15-17 de dezembro de 2006) foi confinada aos primeiros 17 km do futuro reservatório de Santo Antônio.

O endosso feito por Alam foi um fator-chave na anulação das preocupações levantadas pelo IBAMA. Deve-se notar que, apesar de Sultan Alam ser repetidamente referido na imprensa brasileira como “o consultor do Banco Mundial”, ele não estava trabalhando nessa qualidade aqui (nem deve o seu relatório ser considerado como representando um parecer do Banco). No entanto, o Banco Mundial emprestou ao Ministério de Minas e Energia um “pacote” de US\$250.000 para contratar consultores, um dos quais era Sultan Alam (Salomon, 2007).

OPINIÃO DE ESPECIALISTAS E OS CENÁRIOS OFICIAIS

A elevada incerteza sobre sedimentos e seus impactos é indicada pelas opiniões de uma série de especialistas que examinaram os diferentes relatórios.

Carlos Tucci (2007, p. 15), em um relatório encomendado pelo consultor IBAMA, achou os resultados do modelo HEC-6 no EIA/RIMA “inconsistentes”. Por exemplo, o modelo dá o resultado “estranho” indicando que alguns trechos do rio a serem inundados pelo reservatório de Santo Antônio teriam mais sedimentação no rio não-represado do que com o reservatório (Tucci, 2007, p. 11). Ele também considerou “aparentemente arbitrário” um ajuste para baixo de 30% que o EIA/RIMA aplicou à saída do modelo para a sedimentação (Tucci, 2007, p. 11). Concluiu que eram necessários mais estudos dos sedimentos e pediu a formação de um painel internacional de peritos para examinar o problema (Tucci, 2007, p. 15).

José Tundisi e Takako Matsumura-Tundisi (2006), em um parecer para o Ministério Público do Estado de Rondônia, chamaram atenção para a incoerência entre as diferentes estimativas de sedimentos em suspensão versus a carga leito do rio Madeira e a dependência das conclusões do EIA/RIMA no valor único que os autores desse documento optaram por usar: “[T]odo o cálculo de sedimentação realizado pelos projetistas é baseado na proporção de 95% de carga suspensa para 5% no leito do rio”. Tundisi e Matsumura-Tundisi apontaram vários fatores que podem aumentar sedimentos e pediram informações sobre as fontes de sedimentos em toda a bacia a montante das barragens. Mais tarde, José Tundisi (2007) endossou a análise de curva de Brune feita por Alam indicando que não haveria acumulação de sedimentos (FURNAS & CNO, 2007, Anexo III).

Jorge Molina Carpio (2007) criticou o relatório do consultor Alam (2007) por ter presumido que o rio Madeira tem um fluxo de mais de 40.000 m³/s durante 1,5 a 2 meses por ano (Alam, 2007, p. 20), permitindo que os sedimentos com até 3 mm de diâmetro sejam levados do reservatório (Alam, 2007, p. 8). No entanto, Molina Carpio (2007) apontou que os fluxos nesse ritmo duram, em média, apenas 1,5 semanas por ano, e que esses grandes fluxos, muitas vezes, são ausentes por períodos de vários anos, o que significa que os sedimentos se acumulariam no reservatório além da quantia na qual os breves picos de fluxo poderiam remover. Em março de 2007, uma revisão dos dados de fluxo reduziu substancialmente a estimativa da frequência de ocorrência de vazões médias mensais muito altas (PCE et al., 2007, p. 11). Alam afirmou depois que um fluxo de apenas 18 mil m³/s seria suficiente para expulsar os sedimentos

(FURNAS & CNO, 2007, Anexo IV). No entanto, a 18.000 m³/s, apenas partículas de até 0,5 mm de diâmetro seriam transportadas através do reservatório (Alam, 2007, p. 39).

Thomas Dunne (2007), num parecer para a ONG, Rios Internacionais, afirmou que a curva de Brune que Alam (2007) usou para concluir que os reservatórios não acumularão sedimentos em uma base anual é menos adequada do que as simulações do movimento de sedimentos feitas com o modelo HEC-6, que foram a base das conclusões do estudo de viabilidade e EIA/RIMA. Dunne também apontou o alto grau de incerteza na informação sobre os tamanhos das partículas de sedimentos, especialmente o percentual de areia na carga suspensa, bem como a falta de informação sobre métodos de amostragem (por exemplo, medidas com uma média para o perfil vertical versus um cálculo a partir de amostras de superfície). Ele também enfatizou a falta de uma análise de incerteza. Além disso, no que diz respeito à conclusão do Alam que todos os sedimentos acumulados durante os períodos de baixo fluxo serão carregados pelos fluxos de pico, Dunne (2007) afirma que “simplesmente não é adequada para fazer julgamentos qualitativos a respeito do efeito líquido sobre o acúmulo de sedimentos de muitos dias de baixo fluxo e um número menor de dias de alto fluxo”.

IMPACTOS DE BARRAGENS

Sedimentação e inundações no remanso superior

A deposição de sedimentos na extremidade superior do reservatório de Jirau é de particular preocupação. Quando a água a partir de um rio entra num reservatório, a velocidade da água diminua subitamente e as maiores partículas suspensas precipitam para o fundo. Ao mesmo tempo, as partículas maiores na carga do leito (por exemplo, a areia grossa) param de se deslocar e formam bancos de areia. Grandes acumulações de material geralmente formam nas extremidades superiores de reservatórios, mesmo em rios onde a quantidade de sólidos transportada é apenas uma pequena fração da quantidade encontrada no rio Madeira. O acúmulo de sedimentos atua como uma espécie de barragem, represando a água no trecho do rio logo acima do reservatório propriamente dito. Ao contrário de sedimentação no interior do reservatório propriamente

dito, que, eventualmente, atinge um equilíbrio além do qual não há mais acúmulo de sedimento, a deposição do remanso atrás da acumulação de sedimentos na extremidade superior do reservatório continuará a crescer cada vez mais a montante, assim continuamente ampliando o remanso (e.g., Morris & Fan, 1998). O remanso terá níveis de água mais altos do que o natural do rio, causando inundação lateralmente a partir do remanso superior. Este, por exemplo, é uma das preocupações com a Barragem das Três Gargantas, na China, onde o remanso superior aumenta as inundações em partes ribeirinhas de Chongqing, uma das maiores cidades do mundo (Lucas & Whitney, 1990, p. 83-84). No caso do rio Madeira, a cidade a ser afetada é Abunã. As inundações também afetariam terras na Bolívia, localizado do outro lado do rio a montante de Abunã, incluindo a área protegida Bruna Racua/Frederico Román. Tanto o EIA (FURNAS et al., 2005, Tomo 1, Vol. 1, p. 7-103; FURNAS et al., 2006, Vol. 1, p. 13) e estudo de viabilidade (PCE et al., 2004, Tomo 1, Vol. 1, p. 1.6 & 7-103; PCE et al., 2005, Tomo A, Vol. 7, p. VII-15-16) afirmam enfaticamente que nem Abunã nem Bolívia serão afetadas, mas não levam em conta qualquer efeito potencial da sedimentação esperada na parte superior do reservatório.

Simulações com o modelo HEC-6 indicam uma sedimentação substancial no trecho binacional do rio Madeira depois de 50 anos, mesmo se o reservatório de Jirau fosse operado em um nível normal de 87 m acima do nível do mar, ou 3 m abaixo do nível de 90 m esperado para a maior parte do ano (PCE, 2007, p. 6.32). Esta sedimentação elevaria o nível do leito do rio Madeira na foz do rio Abunã, criando assim um efeito de represamento que elevaria os níveis de água no rio Abunã também. O rio Abunã é binacional, fazendo parte da fronteira entre Brasil e Bolívia. Efeitos neste rio não foram incluídos no estudo de viabilidade e no EIA/RIMA.

Impactos não-sedimentológicos

A questão dos sedimentos do rio Madeira, que é o tema deste artigo, é apenas uma das muitas controvérsias que cercam a decisão de construir barragens no rio Madeira e da maneira em que as obras foram licenciadas. Um dos impactos esperados das barragens, embora não seja reconhecido oficialmente, é a perda de grande parte da produção pesqueira do rio Madeira, o mais importante sendo os grandes bagres (especialmente *Brachyplatystoma rouxeauxii* e *B. vaillantii*) que sobem o rio a cada ano

para desovarem nas cabeceiras no Peru e na Bolívia (Barthem & Goulding, 1997; Fearnside, 2009). A população de pescadores depende do rio, incluindo 2.400 membros de cooperativas de pesca só na parte brasileira do rio (Ortiz et al., 2007). Outros impactos incluem desmatamento estimulado pelas barragens, tanto pela população deslocada pelos reservatórios ou atraída pelas obras, assim como pela agricultura estimulada por hidrovias planejadas (por exemplo, Vera-Diaz et al., 2007; Escada et al., 2013). Apesar das hidrovias terem sido excluídas de consideração nos estudos de impacto ambiental, essas barragens são fundamentais nos planos para tornar o rio Madeira e seus afluentes navegáveis para o tráfego de barcas. Hidrovias seriam construídas até as áreas de sojicultura no Estado de Mato Grosso e em grande parte do norte da Bolívia. Mais de 4.000 km de hidrovias estão planejados na Bolívia, abrindo vastas áreas de floresta para conversão em soja (i.e., PCE et al., 2002; Killeen, 2007). O desmatamento e a perda de habitats aquáticos e terrestres da inundação pelos reservatórios afetam a biodiversidade nesta área altamente diversificada (Fearnside, 2006). Outra preocupação é a metilação de mercúrio em sedimentos anóxicos nos afluentes, onde muitas toneladas de mercúrio foram depositadas durante o boom de mineração de ouro na década de 1980 (Forsberg & Kemenes, 2006). A metilação converte mercúrio metálico na forma que é extremamente tóxica para os seres humanos e outros animais.

Ambos Santo Antônio e Jirau têm pedidos aprovados para crédito de carbono no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto (MDL). Estes, como muitos projetos de MDL para as hidrelétricas, representam um retrocesso nos esforços para combater o aquecimento global, porque as barragens seriam construídas independentemente dos projetos de carbono (Fearnside, 2013a). As consequências sociais, além de eliminar a principal fonte de subsistência para a população local, incluem realocar cidades e moradores rurais. Também há impactos urbanos de migração para a construção da barragem, como eram esperados antes do início da obra (Instituto Pólis, 2006). Há possíveis impactos adicionais sobre os povos indígenas nas proximidades, incluindo vários grupos “isolados” (Algayer et al., 2008; Zagallo & Lisboa, 2011).

TOMADA DE DECISÃO

O licenciamento ambiental de barragens no Brasil passa por uma série de etapas. A licença

prévia permite a licitação a ser realizada para o projeto de construção, seguido por uma licença de instalação permitindo que as estruturas físicas sejam construídas, e uma licença de operação permitindo que a energia a seja gerada. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) foi feito em conjunto por Santo Antônio e Jirau (FURNAS et al., 2005b). Estudos complementares foram concluídos no ano seguinte (FURNAS et al., 2006). Em 21 de março de 2007, o corpo técnico do IBAMA apresentou um parecer de 221 páginas para o chefe do Departamento de Licenciamento recomendando que seja necessário um novo EIA (Deberdt et al., 2007). Apenas dois dias antes, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva afirmou que ele teria uma reunião “muito dura” com a Ministra do Meio Ambiente para pressionar para a aprovação rápida das barragens (OESP, 2007). Em 30 de março de 2007, o chefe do Departamento de Licenciamento emitiu uma ordem que solicitou algumas informações adicionais dos proponentes, mas rejeitou a necessidade de um novo EIA (Kunz Júnior, 2007). Nos dias 12 e 23 de abril de 2007 a equipe técnica apresentou uma série de perguntas sobre as muitas lacunas remanescentes nos estudos de impacto ambiental (Brasil, IBAMA, 2007a,b; Franco & Campos, 2007). A resposta de 239 páginas em 11 de maio de 2007 (FURNAS & CNO, 2007) foi, em grande parte, um “corte-e-cola” de trechos do EIA. Coincidindo com a apresentação de questões por parte do pessoal técnico em abril de 2007, o chefe do Departamento de Licenciamento foi removido de seu posto. Em 04 de julho de 2007 a pessoa que o substituiu emitiu um “parecer definitivo”, que reafirmou a rejeição da exigência de um novo EIA e declarou como resolvido uma série de questões pendentes, incluindo a dos sedimentos (Franco, 2007). A licença prévia foi concedida em 09 de julho de 2007. A mesma pessoa que aprovou a licença prévia na condição de chefe do Departamento de Licenciamento foi, posteriormente, promovida a chefiar o IBAMA como um todo, e, nessa função, aprovou a licença de instalação para a hidrelétrica de Santo Antônio em 13 de agosto de 2008 (Franco, 2008). Isso aconteceu apenas cinco dias após a equipe técnica ter formalmente se posicionado contra a concessão da licença de instalação em um parecer de 146 páginas, porque a maioria das 33 “condicionantes” que tinham sido estipuladas como exigências não foram cumpridas (Brasil, IBAMA, 2008b).

Uma sequência semelhante de eventos ocorreram no licenciamento da barragem de Jirau: em 25

de maio de 2009, a equipe técnica do IBAMA emitiu um parecer de 127 páginas contra a aprovação da licença de instalação porque 12 das 32 condicionantes não foram cumpridas (Brasil, IBAMA, 2009). Apenas oito dias depois, o mesmo chefe do IBAMA emitiu a licença de instalação para Jirau em 03 de junho de 2009 (Franco, 2009). Em 29 de junho de 2009, o Ministério Público Federal no Estado de Rondônia entrou com uma ação civil pública contra o chefe do IBAMA por improbidade administrativa no licenciamento das barragens do rio Madeira. A ação afirmava que: “A Licença de Construção no. 621/2009 emitida pelo Presidente Nacional do IBAMA, contrariando a Constituição Federal, a Lei de Licitações, o Devido Processo Legal Ambiental, Princípios de Legalidade e Moralidade, encerra *um dos maiores crimes ambientais impostos à sociedade ...*” [Ênfases no original] (MPF-RO & MPE-RO, de 2009, Seção 2.1, veja: Zagallo & Lisboa, 2011). O processo foi julgado improcedente pela Advocacia Geral da União (AGU) em 16 de dezembro de 2009, como é o destino de muitos processos tais como esse. A construção das duas barragens já está quase completa, a geração de energia pelas primeiras turbinas de Santo Antônio começou em dezembro de 2011 e de Jirau em setembro de 2013.

CONCLUSÕES

Questões permanecem não resolvidas sobre o efeito de sedimentos sobre o funcionamento, os custos de manutenção e os impactos ambientais das barragens do rio Madeira e os efeitos das barragens sobre o sedimento e fluxos de nutrientes para os ecossistemas a jusante. Estas questões não foram devidamente resolvidas antes de licenciar as hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau.

A tomada de decisão sobre grandes projetos de infraestrutura, como barragens, requer a aplicação dos instrumentos técnicos mais completos disponíveis, incluindo a avaliação da magnitude das incertezas e as consequências das mesmas. A interpretação dos resultados dessas análises deve ser isenta de conclusões pré-determinadas. Esses princípios são comprometidos quando as pressões políticas são aplicadas para acelerar o processo de aprovação e para garantir que as decisões que foram tomadas por razões não técnicas sejam ratificadas.

Apesar de existir uma tendência no Brasil para a flexibilização das exigências ambientais e para a

abreviação do processo de licenciamento, a escala dos impactos de grandes projetos e do elevado grau de incerteza em que as decisões são feitas indicam que o processo de licenciamento deve preferivelmente ser reforçado. Estas lições também se aplicam a muitos outros países.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro foi fornecido pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: Proc. 573810/2008-7, 304020/2010-9), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ15.125) e Ministério Público Federal do Estado de Rondônia. Agradeço a todos aqueles que forneceram informações e que ajudaram com apoio logístico nos locais das barragens e em Porto Velho, entre eles Francisco Pereira, Artur de Souza Moret, Wanderley Rodrigues Bastos, Ronaldo Cavalcante de Oliveira, Iremar Antônio Ferreira e Carolina Carneiro Fonseca, bem como aqueles em órgãos federais, e residentes estaduais e municipais na região das barragens. Agradeço Paulo M.L.A. Graça pelos comentários. Toda a responsabilidade pelo conteúdo do artigo recai sobre o autor. Esta é uma tradução de Fearnside (2013b).

LITERATURA CITADA

Alam, S. 2007. Rio Madeira Project: Hydraulic and Sediment Management Studies. Brasília, DF, Brasil: Ministério das Minas e Energia. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm

Algayer, A., Vaz, A. & Silveira, E. 2008. Atividades previstas para as regiões onde há referências de índios isolados que terão influência da UHE Santo Antônio. 14 de julho de 2008. Brasília, DF, Brasil: Diretoria de Assistência, Coordenação Geral dos Índios Isolados (CGII), Fundação Nacional do Índio.

Barthem, R. & Goulding, M. 1997. The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators. New York, E.U.A: Columbia University Press.

Brasil, IBAMA. 2007a. Parecer Técnico No. 19/2007-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 23 de abril de 2007. Assunto: Aproveitamentos Hidroelétricos Santo Antônio e Jirau – Rio Madeira. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Brasil, IBAMA. 2007b. Parecer Técnico No. 20/2007-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 23 de abril de 2007. Assunto: Aproveitamentos Hidroelétricos Santo Antônio e Jirau – Rio Madeira. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Brasil, IBAMA. 2008. Parecer Técnico No. 45/2008-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 08 de maio de 2008. Assunto: Análise da solicitação da emissão da Licença de Instalação do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/IBAMA_parecer_tecnico_45_2008_li_st_antonio%5b-08-08-08.pdf

Brasil, IBAMA. 2009. Parecer Técnico N° 039/2009 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 25 de maio de 2009. Assunto: Análise da solicitação da emissão da Licença de Instalação do Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>

Brasil, IBAMA. 2008. COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, Parecer Técnico No. 061/2008 de 03 de novembro de 2008. Assunto: Análise dos documentos relativos às implicações ambientais da modificação do eixo da Cachoeira de Jirau para a Ilha do Padre (Cachoeira do Inferno) da UHE Jirau. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: <http://www.energiasustentaveldobrasil.com.br/arquivos/33.pdf>

Brasil, MME. 2011. Plano Decenal de Expansão de Energia 2020. Brasília, DF, Brasil: Ministério das Minas e Energia (MME), Empresa de Pesquisa Energética (EPE). 2 vols. Disponível em: http://www.epe.gov.br/PDEE/20120302_1.pdf

Brune, G.M. 1953. Trap efficiency of reservoirs. *Transactions of the American Geophysical Union* 34(3), 407-418.

Carvalho, N.O., Salgado, J.C.M., Cadman, J.D. & Madeira, E.F. 2007. Nota Técnica 26 de março de 2007. Assunto: Parecer Técnico No. 014/2007-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 21 de março de 2007. Anexo II, pp. 1-11. In: FURNAS & CNO. Respostas às Perguntas Apresentadas Pelo IBAMA no Âmbito do Processo de Licenciamento Ambiental do Complexo Madeira, Informações Técnicas Nos 17, 19 E 20/2007 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS) & Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm

Chang, H.H. 2006. Generalized Computer Program. FLUVIAL-12: Mathematical Model for Erodible Channels. Users' Manual. Rancho Santa Fe, California, USA: Chang Consultants. Disponível em: http://chang.sdsu.edu/fl12_users_manual.pdf

Deberdt, G., Teixeira, I., Lima, L.M.M., Campos, M.B., Choueri, R.B., Koblitz, R., Franco, S.R. & Abreu, V.L.S. 2007. Parecer Técnico No. 014/2007 – FCOHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm

Dunne, T. 2007. Response to analyses of flow and sedimentation at the sites of proposed Rio Madeira hydroelectric projects,

- 08 de julho de 2007, Report to International Rivers, Berkeley, Califórnia, E.U.A. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- Escada, M.I.S., Maurano, L.E. & da Silva, J.H.G. 2013. Dinâmica do desmatamento na área de influência das usinas hidroelétricas do complexo do rio Madeira, RO. p. 7499-7507. In: J.R. dos Santos (Ed.) XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil 2013. São José dos Campos, São Paulo, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0551.pdf>
- Fearnside, P.M. 2006. Pareceres dos consultores sobre o estudo de impacto ambiental do projeto para aproveitamento hidrelétrico de Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO. Parecer Técnico sobre ecossistemas. Parte B, Volume 1, Parecer 8, p. 1-15 In: Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais—Aspectos Físicos/Bióticos. Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no Rio Madeira, Estado de Rondônia. Porto Velho, Rondônia, Brasil: Ministério Público do Estado de Rondônia, 2 Vols. http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2006/Parte%20B%20Vol%20I%20Relat%C3%B3rio%20Philip%20Fearnside.pdf
- Fearnside, P.M. 2009. Recursos pesqueiros. p. 38-39 In Val, A.L. & dos Santos, G.M. (Eds.) Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos (GEEA) Tomo II, Manaus, Amazonas, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
- Fearnside, P.M. 2013a. Carbon credit for hydroelectric dams as a source of greenhouse-gas emissions: The example of Brazil's Teles Pires dam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 18(5): 691-699. doi: 10.1007/s11027-012-9382-6
- Fearnside, P.M. 2013b. Decision-making on Amazon dams: Politics trumps uncertainty in the Madeira River sediments controversy. *Water Alternatives* 6(2): 313-325.
- Filizola, N. & Guyot, J.L. 2009. Suspended sediment yields in the Amazon basin: An assessment using the Brazilian national data set. *Hydrological Processes* 23: 3207-3215.
- Finer, M. & Jenkins, C.N. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity, PLoS ONE 7(4): e35126 Disponível em: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0035126>
- Forsberg, B.R. & Kemenes, A. 2006. Parecer técnico sobre estudos hidrobiogeoquímicos, com atenção específica à dinâmica do Mercúrio (Hg). Parte B, Vol. I, Parecer 2, p. 1-32. In Pareceres técnicos dos especialistas setoriais—aspectos físicos/bióticos. Relatório de análise do conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos aproveitamentos hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no rio Madeira, estado de Rondônia. Porto Velho, Rondônia, Brasil: Ministério Público do Estado de Rondônia. 2 Vols. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Madeira_COBRAPE/11118-COBRAP-report.pdf
- Franco, R.M. 2007. Memorando à Coordenação Geral de Infraestrutura de Energia Elétrica-CGENE, Memo No. 379/2007. 04/07/2007. Brasília, DF, Brasil: Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).
- Franco, S.R. & Campos, M.B. 2007. Parecer Técnico No. 17/2007-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 12 de abril de 2007. Assunto: Aproveitamentos Hidroelétricos Santo Antônio e Jirau – Rio Madeira. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).
- Franco, R.M. 2008. Licença de Instalação 540/2008. 13 de agosto de 2008. Disponível em: http://www.portovelho.ro.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=7731&Itemid=223
- Franco, R.M. 2009. Licença de Instalação No. 621/2009. 03 de junho de 2009. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: http://www.portovelho.ro.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=7740&Itemid=223
- FURNAS & CNO. 2007. Respostas às Perguntas Apresentadas Pelo IBAMA no Âmbito do Processo de Licenciamento Ambiental do Complexo Madeira, Informações Técnicas Nos 17, 19 E 20/2007 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS) & Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- FURNAS, CNO & Leme Engenharia. 2005a. EIA- Estudo de Impacto Ambiental Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO. 6315-RT-G90-001. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: FURNAS Centrais Elétricas S.A, Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO) & Leme Engenharia. 8 Vols. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- FURNAS, CNO & Leme Engenharia. 2005b. Usinas hidrelétricas Santo Antônio e Jirau. RIMA. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Furnas Centrais Elétricas S.A (FURNAS), Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO) & Leme Engenharia. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/RIMA/TEXT0.PDF
- FURNAS, CNO & Leme Engenharia. 2006. EIA- Estudo de Impacto Ambiental Aproveitamentos Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO. Tomo E. Complementação e Adequação às Solicitações do IBAMA. Atendimento ao Ofício No. 135/2006 de 24/02/06. 6315-RT-G90-002, Rio de Janeiro, RJ, Brasil: FURNAS Centrais Elétricas S.A, Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO), Leme Engenharia. 3 Vols. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm

- Gama, P. 2013. Maiores doadores somam gasto de R\$1 bi desde 2002. Construtores e bancos são principais financiadores de campanhas eleitorais. Folha de São Paulo, 21 de janeiro de 2013. p. A-6. <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/poder/89730-maiores-doadoras-somam-gasto-de-r-1-bi-desde-2002.shtml>
- Instituto Pólis. 2006. Parecer sobre o Papel do Município de Porto Velho Frente aos Impactos Urbanos e o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto das Usinas Hidrelétricas do Rio Madeira. São Paulo, SP, Brasil: Instituto Pólis. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Outros%20documentos/Parecer%20POLIS/parecer%20polis.doc
- International Rivers. 2011. Brazil eyes the Peruvian Amazon. Berkeley, California, USA: International Rivers. Disponível em: http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/factsheet_brazil_eyes-peruvian_amazon.pdf
- Killeen, T.J. 2007. A perfect storm in the Amazon wilderness: Development and conservation in the context of the initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America (IIRSA). Arlington, Virginia, E.U.A: Conservation International. Disponível em: http://www.conservation.org/publications/Documents/AABS.7_Perfect_Storm_English_low.res.pdf
- Kunz Júnior, L.F. 2007. Processo Ibama no. 02001.00377/2003-25: Despacho. 30 de março de 2007. Brasília, DF, Brasil: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Kunz-despacho-30-03-07.pdf
- Leite, N.K., Krusche, A.V., Ballester, M.V.R., Victoria, R.L., Richey, J.E. & Gomes, B.M. 2011. Intra and interannual variability in the Madeira River water chemistry and sediment load. *Biogeochemistry* 105: 37-51. doi: 10.1007/s10533-010-9568-5
- Luk, S.H. & Whitney, J. 1990. Unresolved issues: Perspectives from China. In: Ryder, G. (Ed.) Damming the Three Gorges, p. 79-87, Toronto, Canadá: Probe International.
- Meade, R.H. 1994. Suspended sediments of the modern Amazon and Orinoco Rivers. *Quaternary International* 21: 29-39.
- Molina Carpio, J., 2006. Analisis EIA Madera. Report to International Rivers Network, Berkeley, Califórnia, E.U.A. 2 Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- Molina Carpio, J. 2007. Sobre el relatório preliminar de Sultan Alam. La Paz, Bolívia: FOBMADE. Disponível em: http://www.fobomade.org.bo%2Frio_madera%2Fdoc%2Fanalisis%2FcomentariosAlam.pdf
- Morris, G.L. & Fan, J. 1998. Reservoir Sedimentation Handbook: Design and Management of Dams, Reservoirs, and Watersheds for Sustainable Use. New York, E.U.A: McGraw-Hill. PCE, CNO & FURNAS, 2007. Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Jirau. Relatório Complementar PJ0633-V-H00-GR-RL-002-0 Março/2007. Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE) & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO). Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- MPF-RO & MPE-RO. 2009. Ação civil pública por ato de improbidade administrativa contra Roberto Messias Franco, presidente do IBAMA, 29 de junho de 2009. Porto Velho, Rondônia, Brasil: Ministério Público Federal (MPF-RO) & Ministério Público do Estado de Rondônia (MPE-RO).
- OESP. 2007. Lula acusa Ibama de atrasar PAC e diz que fará cobrança dura a Marina. O Estado de São Paulo (OESP), 20/04/07, p. A-4. Disponível em: <http://txt.estado.com.br/editorias/2007/04/20/pol-1.93.11.20070420.1.1.xml>
- Ortiz, L., Switkes, G., Ferreira, I., Verdum, R. & Pimentel, G. 2007. O maior tributário do rio Amazonas ameaçado: Hidrelétricas no rio Madeira. São Paulo, SP, Brasil: Amigos da Terra-Brasil & Ecologia e Ação (Ecoa). Disponível em: <http://www.internationalrivers.org/pt-br/resources/o-maior-tribut%C3%A1rio-do-rio-amazonas-amea%C3%A7ado-4044>
- PCE, FURNAS & CNO. 2002. Inventário hidrelétrico do rio Madeira: Trecho Porto Velho – Abunã. Processo Nº 48500.000291/01-31. Relatório Final: MAD-INV-00-01-RT. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS) & Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO). Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- PCE, FURNAS & CNO. 2004. Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Jirau. Processo Nº PJ-0519-V1-00-RL-0001. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS) & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO). 4 vols. + anexos. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- PCE, FURNAS & CNO. 2005. Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Santo Antônio. Processo Nº 48500.000103/03-91. Relatório Final PJ-0532-V1-00-RL-0001. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), FURNAS Centrais Elétricas S.A. & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO). 4 vols. + anexos. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- Peixoto, P. 2007. Dilma pressiona Ibama sobre 2 usinas: Ministra diz que problema de sedimentos do rio Madeira, em Rondônia, foi resolvido, mas ameaça a bagres continua. Folha de São Paulo, 24 de abril de 2007, p. B-9.
- Reid, L.M. & Dunne, T. 1996. Rapid Evaluation of Sediment Budgets. Reiskirchen, Alemanha: Catena Verlag.
- Salomon, M. 2007. Governo não esclarece impacto das usinas: Notas técnicas encaminhadas pelo Ministério de Minas e Energia ao Ibama não eliminam dúvidas sobre as barragens. Folha de São Paulo, 28 de abril de 2007, p. A-7.

- Switkes, G. (Ed.) 2008. Águas Turvas: Alertas sobre as Conseqüências de Barrar o Maior Afluente do Amazonas, São Paulo, SP, Brasil: International Rivers. Disponível em: <http://www.internationalrivers.org/am%C3%A9rica-latina/os-rios-da-amaz%C3%B4nia/rio-madeira/%C3%A1guas-turvas-alertas-sobre-conseq%C3%BC%C3%AAncias-de-barrar-o->
- Tucci, C.E.M. 2007. Análise dos estudos ambientais dos empreendimentos do rio Madeira. Fevereiro de 2007, Relatório para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, DF, Brasil. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- Tundisi, J.G., Carvalho, N.O. & Alam, S. 2007. Nota Técnica Sedimentos, Modelos e Níveis d'Água. 10 de abril de 2007. Anexo III, pp. 1-11 In: FURNAS, CNO. Respostas às Perguntas Apresentadas Pelo IBAMA no Âmbito do Processo de Licenciamento Ambiental do Complexo Madeira, Informações Técnicas Nos 17, 19 E 20/2007 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Rio de Janeiro, Brasil. Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS) & Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO), Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
- Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T. 2006. Parecer Técnico sobre Limnologia, Qualidade das Águas e Sedimentologia, Part B. Vol. 1, Parecer 4, In: Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais—Aspectos Físicos/Bióticos. Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no, Rio Madeira, Estado de Rondônia. p. 1-50, Porto Velho, Rondônia, Brasil: Ministério Público do Estado de Rondônia. 2 Vols. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Madeira_COBRAPE/11118-COBRAPE-report.pdf
- U.S. Army Corps of Engineers. 2012. HEC-6: Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs. HEC-6 V4.1. Disponível em: <http://www.hec.usace.army.mil/software/legacysoftware/hec6/hec6-documentation.htm>
- Vera-Diaz, M.C., Reid, J., Soares-Filho, B., Kaufmann, R. & Fleck, L. 2007. Efeitos de projetos de infra-estrutura de energia e transportes sobre a expansão da soja na bacia do rio Madeira. Conservation Strategy Fund, CSF Série no. 7. Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: Conservation Strategy Fund. Disponível em: <http://conservation-strategy.org/pt/publication/efeitos-de-projetos-de-infra-estrutura-de-energia-e-transportes-sobre-expans%C3%A3o-da-soja-n>
- Zagallo, J.G.C. & Lisboa, M.V. 2011. Violações de direitos humanos nas hidrelétricas do rio Madeira: Relatório preliminar de missão de monitoramento. São Paulo, SP, Brasil: Relatoria Nacional para o Direito Humano ao Meio Ambiente, Plataforma Brasileira de Direitos Humanos Econômicos Sociais Culturais e Ambientais (Plataforma Dhesca). Disponível em: http://global.org.br/wp-content/uploads/2011/05/RelatoriaDhESCA_meioambiente_Jirau.pdf