

**The text that follows is a REPRINT.**

**O texto que segue é um REPRINT**

Please cite as:

Favor citar como:

**Fearnside, P.M. & B. Millikan. 2012.  
Hidrelétricas na Amazônia: Fonte  
de energia limpa? pp. 47-54; 93-  
99. In: P.F. Moreira (ed.) *Setor  
Elétrico Brasileiro e a  
Sustentabilidade no Século 21:  
Oportunidades e Desafios. 2<sup>a</sup> ed.  
Rios Internacionais, Brasília, DF.  
100 pp.***

ISBN 978-85-99214-03-9

Copyright: International Rivers

The original publication is available at:

A publicação original está disponível em:

<http://www.internationalrivers.org/node/7525>

## 3.1 HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA: FONTE DE ENERGIA LIMPA?

*Philip Fearnside e Brent Millikan*

### Introdução

Atualmente, existe uma tendência de aceleração da construção de barragens para projetos hidrelétricos, especialmente nos chamados países em desenvolvimento da América Latina, do sudeste da Ásia e da África. No caso do Brasil, o governo Dilma pretende promover a construção de mais de 40 grandes hidrelétricas (UHEs) e mais de 170 hidrelétricas menores (PCHs) nos próximos anos na região amazônica, como destaque dos planos de expansão da produção de energia elétrica. Somente na bacia do rio Tapajós, são previstas 12 grandes hidrelétricas no eixo principal do rio e nos afluentes Jamanxim e Teles Pires, além de uma série de UHEs e PCHs em outros afluentes, como o Juruena e Apicás. Várias grandes hidrelétricas na Amazônia inseridas no PAC – Programa de Aceleração de Crescimento já se encontram processo de construção acelerada, como as usinas de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estreito, no rio Tocantins e Belo Monte, no rio Xingu.

As hidrelétricas têm sido caracterizadas por seus defensores como fonte de “energia limpa” para estimular o “crescimento econômico sustentável” ou – para usar um termo atualmente na moda – de acordo com a “Economia Verde”. No Brasil, essa caracterização de hidrelétricas, reforçada através de bem-financiadas campanhas publicitárias, está

vinculada a tentativas de convencer a opinião pública da necessidade de construir uma quantidade sem precedentes de barragens na Amazônia, pagas com dinheiro público. A caracterização desses empreendimentos como energia limpa também é útil para facilitar o acesso a créditos de carbono (p.ex. via o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL) por seus empreendedores e outros incentivos econômicos.

Entretanto, as hidrelétricas têm enormes impactos, muitos dos quais não são amplamente conhecidos pelo público em geral, não são considerados no planejamento e na viabilidade econômica, ou não são devidamente avaliados no atual sistema de licenciamento ambiental no Brasil e em muitos outros países. A discussão, transparência e demonstração dos reais impactos das hidrelétricas que minimizam seus benefícios, em comparação com a imagem que a indústria hidrelétrica e o governo têm promovido, e em comparação com muitas outras opções de geração de energia, fornecem uma forte razão para uma mudança no setor de energia do Brasil, incluindo a eliminação das exportações de produtos intensivos em energia, o incentivo à eficiência, e o investimento em fontes eólica e solar. Este texto procura elucidar esta questão.

### Perdas por Inundação e Descaracterização de Atingidos

O evidente fato de que a terra é inundada por reservatórios é quase o único foco de consideração nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para barragens no Brasil. A perda de terra, e do que poderia ser produzido no local se uma barragem não tivesse sido construída, é, muitas vezes, substancial. Outras

riquezas naturais também podem ser perdidas. O alagamento do Parque Nacional de Sete Quedas pelo reservatório de Itaipu é o caso mais conhecido no Brasil. Um exemplo atual é fornecido pela iniciativa do governo de reduzir cerca de 150.000 hectares de cinco unidades federais de conservação existentes, e ainda 18.700 hectares da Terra Indígena Mundurucu, para abrir caminho para sete barragens propostas no rio Tapajós e seu afluente, o rio Jamanxim no estado do Pará [1].

O deslocamento de populações humanas que vivem na área inundada representa um impacto muito maior do que monetário. A barragem de Tucuruí fornece um exemplo onde 23.000 pessoas foram deslocadas pelo reservatório e onde áreas de assentamento experimentaram problemas dramáticos relacionados com a agricultura, a saúde e a falta de infraestrutura [2]. O número de pessoas que seria deslocado por Belo Monte é muito maior do que aquelas que são reconhecidas pelas autoridades elétricas, em parte devido à prática da ELETROBRÁS de definir a população afetada usando critérios que consistentemente minimizam o número de pessoas identificadas como afetadas, apesar de uma literatura internacional substancial que contradiz os critérios da ELETROBRÁS [3].

## Impactos a Jusante

Os impactos das barragens vão muito além da área diretamente alagada pelo reservatório. Impactos a jusante são ignorados. No caso de Belo Monte, as pessoas que vivem a jusante não foram consideradas “diretamente” afetadas e, portanto, não têm os mesmos direitos à consultas e indenização como aquelas na área a ser inundada. O chamado “trecho seco” abaixo de Belo Monte é resultado do desenho da barragem, que desvia a maior parte da água para o lado através de um grande canal, para retornar ao rio em um ponto mais de 100 km a jusante. Duas áreas indígenas são localizadas no longo trecho do rio conhecido como Volta Grande do Xingu, que terá seu fluxo de água reduzido a uma quantidade mínima, privando os Povos Indígenas e outros moradores dos peixes que são a sua fonte principal de alimento, bem como o papel do rio para transporte.

Mesmo quando as barragens têm um desenho mais comum, com água lançada por uma casa de força localizada diretamente abaixo da represa, impactos a jusante são consideráveis. A água que passa através das turbinas é tirada perto do fundo do reservatório, a uma profundidade onde a água contém quase nenhum oxigênio. Esta água precisa fluir uma grande distância (centenas de km) abai-

xo da represa antes que ela recupere a quantidade de oxigênio que seria encontrada no rio natural. A água sem oxigênio mata muitos peixes e evita que outros peixes subam o rio, como no caso dos peixes ascendendo os afluentes do rio Amazonas. Desta forma, a consequência para a subsistência dos moradores a jusante é dramática em termos de acesso à alimentação, e estes impactos ficam completamente sem reconhecimento ou indenização. A barragem de Tucuruí fornece um exemplo claro. Em Cametá, a maior das cinco cidades ribeirinhas do baixo Tocantins (180 km abaixo de Tucuruí), a captura de peixes diminuiu em 82% e a captura de camarão de água doce diminuiu em 65% entre 1985 e 1987 [4; ver 5]. Os desembarques de pescado em Cametá, que eram 4.726 t/ano em 1985 [4] continuaram a decair, estabilizando em uma média de 284 t/ano para o período 2001-2006 [6, p. 97], ou uma perda de 94%. Apenas a perda de pescado em Cametá é maior que todo o desembarque de peixe no reservatório de Tucuruí, que era 4.078 t/ano, em média, no ano 2001 [6, p. 97]. A maior parte da frota pesqueira em Cametá simplesmente desapareceu depois que o rio foi represado. O mesmo ocorreu com a frota pesqueira em São Sebastião do Uatumã, abaixo da barragem de Balbina [7].

O pulso natural de inundação em rios amazônicos sem barragens é uma característica essencial para quase todos os aspectos dos ecossistemas naturais de várzea, bem como da agricultura, que depende da renovação anual da fertilidade do solo por sedimentos depositados pelas inundações [8]. Esse pulso também é essencial para fornecer nutrientes para lagos de várzea, onde muitas espécies de

peixes se reproduzem (incluindo espécies comercialmente importantes). Esta é uma preocupação, por exemplo, para lagos de várzea ao longo do rio Madeira a jusante das barragens de Santo Antônio e Jirau [9]. O rio abaixo dessas barragens não foi considerado como sendo parte da área de influência das barragens e foi completamente omitido dos estudos de impacto ambiental (EIAs) [10].

## Impactos a Montante

Barragens também impedem a migração de peixes, tanto subindo como descendo o rio. Muitas espécies de peixes na Amazônia têm uma “piracema”, ou uma migração em massa subindo os afluentes no início da temporada de inundação. Após a reprodução nas nascentes do rio, os peixes recém-nascidos descem os afluentes à deriva e depois crescem até a idade adulta na calha principal do Amazonas. Este é o caso de grandes bagres como a dourada (*Brachyplatystoma rouxeauxii*) e a piramutaba (*B. vaillantii*), que sobem o rio Madeira para desovar na Bolívia e no Peru [11, 12]. O rio Madeira é um dos rios mais ricos em peixes no Brasil e no mundo. Os bagres gigantes do Madeira representavam um recurso econômico e alimentar



significativo na parte brasileira do rio, com mais de 23.000 t pescados anualmente. Eles também sustentam a pesca na Bolívia e no Peru, incluindo a frota de pesca em Puerto Maldonado, Peru.

Peru e Bolívia não foram nem consultados sobre as barragens do rio Madeira, muito menos compensados pelo impacto de cortar a migração de peixes. O plano para construir passagens em torno das barragens para os peixes não tem praticamente nenhuma chance de manter essa migração de peixes ascendente do rio, nem de prevenção da mortalidade dos peixes recém-nascidos descendo o rio [13]. Além das passagens em si serem de funcionalidade desconhecida para estes tipos de peixes, os bagres teriam que nadar por mais de 200 km dentro dos reservatórios das primeiras duas barragens (Santo Antônio e Jirau). Por ser um peixe que nada no fundo do rio, ao longo deste percurso os bagres encontrariam trechos sem oxigênio, uma deficiência a que estes peixes não sobrevivem, como foi evidente na grande mortandade de bagres na inauguração de Tucuruí [5]. No caso das larvas de peixes recém nascidas descendo o rio Madeira à deriva, teriam a tendência de se afundar na água de velocidade muito baixa dentro dos reservatórios, assim atingindo a camada de água profunda sem oxigênio. Também teriam que passar por dois conjuntos de turbinas, causando mortalidade adicional.

Impactos a montante de reservatórios hidrelétricos também incluem aumento do nível do rio no que é conhecido como “remanso superior”. Quando um rio entra em um reservatório na sua extremidade superior, a velocidade do fluxo da água cai imediatamente para um ritmo muito mais lento, causando sedimentação de partículas que estavam sendo carregadas pela água. As partículas grandes, tais como a areia, depositam-se no fundo do reservatório imediatamente, enquanto o silte fino tende a ser depositado perto da barragem no extremo inferior do reservatório. Isto é especialmente importante em um rio como o Madeira, que tem uma das mais altas cargas de sedimentos no mundo. O grande depósito na extremidade superior do reservatório faz um montículo que age como uma segunda barragem, retendo a água a montante dela e elevando o nível da água no remanso superior, ou seja, fora daquilo que é oficialmente considerado como parte do reservatório. Isto é crítico no caso das barragens do rio Madeira porque o reservatório da barragem de Jirau oficialmente estende-se exatamente até a fronteira com a Bolívia, mas o remanso superior iria inundar terras dentro da Bolívia, incluindo parte de uma unidade de conservação [9, 14]. O remanso superior não está incluído nos estudos de impacto ambiental (EIA-RIMA) para as represas do rio Madeira [10].

## Mercúrio

A contaminação por mercúrio é um dos custos ambientais e sociais do desenvolvimento hidrelétrico. Os sedimentos no fundo de um reservatório ficam sem oxigênio e fornecem um ambiente ideal para a metilização do mercúrio, ou seja, para adicionar um grupo metil ( $\text{CH}_3$ ) ao mercúrio metálico, tornando-o um produto altamente venenoso. Quimicamente, o processo é similar ao metanogênese, ou a formação do metano ( $\text{CH}_4$ ), que ocorre também sob as mesmas condições anóxicas.

A fonte do mercúrio nos ecossistemas aquáticos pode ser a mineração de ouro (garimpagem) feita diretamente na área do reservatório, tal como aquela que ocorreu na área a ser inundada pelas represas do rio Madeira e nas áreas das represas planejadas no rio Tapajós e em seus afluentes. O ouro garimpado na bacia hidrográfica do reservatório pode também ser uma fonte em potencial de mercúrio, tal como a mina Serra Pelada, localizada na área rio acima de Tucuruí.



Entretanto, o mercúrio da mineração do ouro não é a única fonte para essa contaminação. Os solos na Amazônia são muito antigos e tem acumulado, ao longo de milhões de anos, o mercúrio presente na poeira das erupções vulcânicas de todo o mundo e que cai com a chuva sobre a paisagem [15, 16]. Esse mercúrio encontra-se no solo em uma forma inofensiva, mas esta situação muda imediatamente quando o solo é inundado por um reservatório. Os reservatórios nas áreas sem uma história de mineração de ouro também têm níveis elevados de mercúrio, como em Balbina [17-19]. O mercúrio se concentra nos peixes, com a quantidade aumentando em aproximadamente dez vezes a cada etapa na cadeia alimentar. O tucunaré (*Cichla ocellaris* e *C. temensis*), um predador, é a espécie dominante de peixes em reservatórios amazônicos, e foi encontrado com níveis de mercúrio que frequentemente excedem em muito os padrões internacionais de saúde para o consumo humano em Tucuruí [20, 21] e na represa de Samuel [22]. Os seres humanos representam o elo seguinte na cadeia alimentar. Em Tucuruí, os residentes da margem do lago que consomem peixes tiveram níveis de mercúrio bem maiores do que os níveis em mineiros de ouro nos garimpos amazônicos, que são notórios pela contaminação de mercúrio [23]. O fator principal que evita que a contaminação de mercúrio tenha um impacto mais difundido no Brasil é a produção muito baixa dos peixes nos reservatórios. A contaminação, conseqüentemente, é concentrada nas populações locais perto dos reservatórios, longe dos centros do poder político do País [2, 24].

## Cascatas de Barragens

Outro aspecto das represas com grandes impactos, e que escapam do atual processo de licenciamento ambiental, é a interconexão com outras barragens existentes ou previstas no mesmo rio. Esta é uma diferença importante de outros tipos de produção de energia elétrica, onde cada usina é independente das outras. A geração de energia pelas barragens

a jusante é aumentada pela regulação das vazões de água de um rio, armazenando água durante o período de enchente e liberando a água durante o período de vazante. Essa água armazenada gera eletricidade várias vezes – uma vez na barragem a montante e novamente em cada barragem a jusante. Isso cria uma tentação embutida para construir mais barragens a montante de qualquer barragem que esteja sendo avaliada para o licenciamento.

*Inatividade de Belo Monte 4 meses ao ano: cascata de barragens a montante em seguida?*

O caso extremo é Belo Monte, onde a barragem em si tem uma capacidade de armazenamento muito pequena (praticamente zero em armazenamento ativo) relativa à sua capacidade instalada de 11.233 MW. No rio Xingu, o volume de água varia tanto ao longo do ciclo anual que os 11.000 MW de potência da usina principal serão completamente inativos durante cerca de quatro meses por ano, e apenas parcialmente utilizados para a maior parte do ano. Esta é a raiz do maior perigo que representa Belo Monte, já que por si só é insustentável sem a água armazenada nas barragens a montante que eram publicamente propostas até 2008, quando a política declarada mudou para afirmar que Belo Monte seria a única barragem no rio Xingu.

Esta alegação foi feita em uma decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que é composto por ministros que mudam a cada administração presidencial. Diversos indícios sugerem fortemente que os investidores de Belo Monte (e funcionários chaves do governo no setor elétrico) não têm nenhuma intenção de seguir a política do CNPE. Acredita-se que a falta de viabilidade econômica de Belo Monte sem barragens a montante seja a chave para uma “crise planejada”, onde a necessidade de mais água seria de repente “descoberta” depois de Belo Monte ser construída, proporcionando assim uma justificativa para a aprovação de outras barragens [25, 26].

Outra indicação é que, quando Marina Silva, então ministra do Meio Ambiente, propôs a criação de uma Reserva Extrativista em parte da área a ser inundada por represas a montante, a proposta foi bloqueada pela Dilma Rousseff [então Chefe da Casa Civil], alegando que a reserva iria dificultar a construção de barragens a montante de Belo Monte [27]. As barragens que foram planejadas a montante de Belo Monte de 1975 até 2008 inundariam

vastas áreas de terras indígenas, quase tudo isso sob floresta tropical [28, 29]. A primeira destas barragens (Babaquara, renomeada de Altamira) iria inundar 6.140 km<sup>2</sup>, ou mais de duas vezes a área da notória represa de Balbina. Nada disso foi considerado no EIA-RIMA de Belo Monte concluído em 2009 [30] e também foi excluído da versão anterior preparada em 2002 [31].

## Conclusão

Nas discussões recentes sobre “energia limpa” e a “economia verde”, inclusive no âmbito da Rio+20, tem faltado um debate aprofundado sobre a pegada social e ambiental dos projetos de barragens existentes e as possíveis implicações de uma onda sem precedentes de construção de barragens na Amazônia, e em outros lugares em todo o mundo. Nesse sentido, questões fundamentais sobre as promessas não cumpridas das barragens como motores do “crescimento sustentado”, a vulnerabilidade de barragens em relação às mudanças climáticas globais e os custos de oportunidade vis-à-vis as estratégias alternativas de energia têm sido negligenciadas.

As hidrelétricas amazônicas têm impactos que são muito mais graves e abrangentes do que o que vem sendo retratado pelos proponentes de barragens. Impactos sociais são devastadores para as pessoas que vivem na área da represa, incluindo não apenas aquelas na área inundada, mas também aquelas a jusante e a montante da barragem que perdem recursos vitais, tais como peixes. Os Povos Indígenas e moradores tradicionais (ribeirinhos, entre outros) frequentemente são as vítimas. Impactos ambientais estendem para a bacia hidrográfica como um todo, incluindo alterações de fluxos de sedimentos e de água, bem como a perda da fauna aquática e a perda ou perturbação de vastas áreas de florestas, várzeas e outros ecossistemas. Barragens também emitem quantidades substanciais de gases de efeito estufa, muitas vezes ultrapassando as emissões cumulativas da geração a partir de combustíveis fósseis durante décadas. O valor do tempo é especialmente crítico para a Amazônia, onde as mudanças climáticas previstas colocam a floresta em risco na escala de tempo em que as mega barragens planejadas criariam um impacto líquido sobre o aquecimento global.

Por todos estes motivos, a geração hidrelétrica está longe de ser energia “limpa”, e o Brasil precisa fazer mudanças rápidas na política energética para reduzir a expansão anunciada de barragens amazônicas [32]. Além disso, a energia gerada através das hidrelétricas não é verdadeiramente renovável, uma vez que cada usina tem um tempo útil de vida por conta da sedimentação.

Em nível global, é preciso reverter as atuais tendências de rebaixamento de salvaguardas sociais e ambientais, incluindo o abandono gradual das diretrizes norteadas por direitos humanos do relatório da Comissão Mundial de Barragens de 2000, e a sua substituição por “boas práticas” voluntárias definidas pelo setor privado, a exemplo do Protocolo de Avaliação de Sustentabilidade de Hidrelétricas (*Hydropower Sustainability Assessment Protocolo (HSAP)* da *International Hydropower Association (IHA)*). Também, incentivos perversos para a construção de barragens, como a concessão de créditos de carbono no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), devem ser imediatamente revistos e eliminados.

## Hidrelétricas como geradores de gases de efeito estufa – O Metano

Corpo Editorial

O metano ( $\text{CH}_4$ ) é um poderoso gás de efeito estufa (GEE) formado quando a matéria orgânica se decompõe sem a presença de oxigênio, por exemplo, no fundo de um reservatório. Alguns pesquisadores, como Fearnside, têm se esforçado para produzir pesquisas registrando os GEEs decorrentes da implantação de barragens. Apesar de não receberem atenção pelo governo brasileiro, as inúmeras publicações deste autor não foram refutadas cientificamente por nenhuma outra publicação até o momento.

### Pesquisadores da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Outros autores que escrevem sobre o assunto vêm da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Segundo o geógrafo Marco Aurélio dos Santos, um dos autores do grupo, três fatores são responsáveis pela produção desses chamados gases quentes numa hidrelétrica: a decomposição da vegetação pré-existente, ou seja, das árvores atingidas pela inundação de áreas usadas na construção dos reservatórios; a ação de algas primárias que emitem  $\text{CO}_2$  nos lagos das usinas; e o acúmulo nas barragens de nutrientes orgânicos trazidos por rios e pela chuva. Tal pesquisador concluiu sua tese de doutorado no ano de 2000 intitulada “*Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivadas de Hidrelétricas*”<sup>1</sup>.

### Pesquisas de Philip Fearnside - INPA

Tais emissões têm sido ignoradas pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, responsável pela produção do inventário nacional de gases de efeito estufa. Por exemplo, as estimativas das emissões de barragens na primeira comunicação nacional do Brasil no âmbito da Convenção do Clima [37, 38] usaram resultados mais de dez vezes inferiores aos resultados de Fearnside no caso de barragens como Tucuruí e Samuel [18, 22]. Os números entregues à Convenção do Clima omitiram as emissões de  $\text{CO}_2$  das árvores deixadas em pé nas represas e do metano da água que passa pelos vertedouros e turbinas.

<sup>1</sup> SANTOS, M.A. 2000. Inventário de emissões de gases de efeito estufa derivadas de hidrelétricas. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 148p. <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/masantos.pdf>>.



## Tempo para comparar o impacto do aquecimento global de hidrelétricas e combustíveis fósseis

Segundo Fearnside, o tempo é crucial para comparar o impacto do aquecimento global de hidrelétricas e combustíveis fósseis ou outras fontes de energia. As hidrelétricas têm uma grande emissão nos primeiros anos. Nos anos seguintes, esta emissão cairá para um nível inferior, mas que irá ser mantido indefinidamente. O pico das emissões nos primeiros anos cria uma “dívida” que vai lentamente ser paga, na medida em que a geração de energia pela barragem substitua a geração a partir de combustíveis fósseis nos anos subsequentes. O tempo decorrido pode ser substancial. Por exemplo, no caso de Belo Monte mais a primeira barragem a montante (Babaquara/Altamira), o tempo necessário para saldar a dívida de emissão inicial é estimado em 41 anos [20]. Um período de 41 anos tem uma enorme importância para a Amazônia, onde a floresta está sob ameaça das mudanças climáticas projetadas sobre esta escala de tempo [por exemplo, 50 anos]. Segundo o pesquisador, uma fonte de energia que leva 41 anos ou mais apenas para chegar ao ponto zero em termos de aquecimento global dificilmente pode ser considerada como energia “limpa”. Segundo ele, a grande expansão de hidrelétricas planejada na Amazônia terá seu enorme pico de emissão justamente na janela de tempo quando o mundo precisa controlar o efeito estufa para evitar as consequências mais graves.

O tema é complexo e por isso merece uma atenção destacada. É imperativo que seja dada mais atenção à pesquisa da emissão de metano nos reservatórios. Além de colaborar para a transparência e registro adequado de emissões do país que contribuem para o aquecimento global, é imprescindível que a sociedade tenha ciência dos precisos impactos desta fonte de energia, tida hoje pelo governo e a maioria da sociedade brasileira, como uma fonte de energia verdadeiramente limpa.

No final desta publicação, há uma coleta de publicações e fontes para este assunto que merecem atenção do leitor.



Foto: Rios Internacionais - Brasil

MME. Plano Nacional de Mineração 2030.

### **3.1 Fearnside et al. Hidroelétricas na Amazônia: Fonte de Energia Limpa?**

[1] Angelo, C. 2011. "Por usinas, governo vai reduzir áreas de proteção". Folha de São Paulo, 07 de junho de 2011, p. C-7.

[2] Fearnside, P. M. 1999. Social impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management* 24(4): 485-495.

[3] Odinetz-Collart, O. 1987. La pêche crevettiere de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, après la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revue d'Hydrobiologie Tropical* 20(2): 131-144.

[4] Fearnside, P.M. 2001. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Management* 27(3): 377-396.

[5] Cintra, I.H.A. 2009. A Pesca no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará, Brasil. Tese de doutorado em engenharia de pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. 190 p. Disponível em: [http://www.pgengpesca.ufc.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19&Itemid=32](http://www.pgengpesca.ufc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=32)

[6] Fearnside, P.M. 1989. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. *Environmental Management* 13(4): 401-423.

[7] Barthem, R.B., M.C.L.B. Ribeiro & M. Petreire Júnior. 1991. Life strategies of some long distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Biological Conservation* 5: 339-345.

[8] Barthem, R. & M. Goulding. 1997. *The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators*. Columbia University Press, New York, NY, E.U.A., 184 p.

[9] Roulet, M. & M. Lucotte. 1995. Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferralitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. *Water, Air, and Soil Pollution* 80: 1079-1088.

[10] Roulet, M., M. Lucotte, I. Rheault, S. Tran, N. Farella, R. Canuel, D. Mergler & M. Amorim. 1996. Mercury in Amazonian soils: Accumulation and release. pp. 453-457 In: S.H. Bottrell (ed.) *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Geochemistry of the Earth's Surface*, Ilkely, University of Leeds, Leeds, Yorkshire, Reino Unido.

[11] Kashima, Y., H. Akagi, Y. Kinjo, O. Malm, J.R.D. Guimarães, F. Branches & R. Doi. 2001. Selenium and mercury concentrations in fish from the lower Tapajos River and the Balbina Reservoir, Brazilian Amazon. p. 280 In: 6th International Conference on Mercury as a Global Pollutant (ICMGP). Oct. 15-19, 2001, Minamata, Japan. ICMGP, Minamata, Japão, 392 p.

[12] Kehring, H.A., O. Malm, H. Akagi, J.R.D. Guimarães & J.P.M. Torres. 1998. Methylmercury in fish and hair samples from the Balbina Reservoir, Brazilian Amazon. *Environmental Research* 77: 84-90.

[13] Weisser, S.C. 2001. Investigation of the history of mercury contamination in the Balbina Reservoir, Amazon, Brazil. Dissertação de mestrado em toxicologia ambiental, Universität Konstanz, Konstanz, Alemanha, 66 p.

[14] Porvari, P. 1995. Mercury levels of fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and river Mojú in Amazonian, in the state of Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment* 175: 109-117.

- [15] Santos, H.S.B., O. Malm & H.A. Kehrig. 2001. Mercury contamination in *Cichla temensis* (tucunaré) from Tucuruí Reservoir, Brazilian Amazon. pp. 136 In: 6th International Conference on Mercury as a Global Pollutant (ICMGP). Oct. 15-19, 2001, Minamata, Japan. ICMGP, Minamata, Japan, 392 pp.
- [16] Malm, O., M.B. Castro, W.R. Bastos, F.J.P. Branches, J.R.D. Guimarães, C.E. Zuffo & W.C. Pfeiffer. 1995. An assessment of Mercury pollution in different goldmining areas, Amazon Brazil. *The Science of Total Environment* 175: 127-140.
- [17] Leino, T. & M. Lodenius. 1995. Human hair mercury levels in Tucuruí area, state of Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment* 175: 119-125.
- [18] Fearnside, P.M. 2005a. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management* 35(1): 1-19.
- [19] Fearnside, P.M. 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24(1): 64-75.
- [20] Fearnside, P.M. 2009b. As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa. *Novos Cadernos NAEA* 12(2): 5-56. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/315/501>
- [21] Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19.
- [22] Fearnside, P.M. 2002. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4): 69-96.
- [23] Monteiro, M.T.F. 2005. Interações na Dinâmica do Carbono e Nutrientes da Liteira entre a Floresta de Terra Firme e o Igarapé de Drenagem na Amazônia Central. Dissertação de mestrado em Mestre em Ciências de Florestas Tropicais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Fundação Universidade do Amazonas (FUA), Manaus, Amazonas, Brasil, 93 p.
- [24] Fearnside, P.M. 2008. Hidrelétricas como "fábricas de metano": O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 100-115.
- [25] Forster, P. & 50 outros. 2007. Changes in Atmospheric Constituents and Radiative Forcing. p. 129-234 In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 996 p.
- [26] Shindell, D.T., G. Faluvegi, D.M. Koch, G.A. Schmidt, N. Unger & S.E. Bauer. 2009. Improved attribution of climate forcing to emissions. *Science* 326: 716-718.
- [27] Fearnside, P.M. 2005b. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 10(4): 675-691.
- [28] Garcia R. 2007. Estudo apóia tese de hidrelétrica "limpa": Análise em usinas no cerrado indica que termelétricas emitem até cem vezes mais gases causadores do efeito estufa. Folha de São Paulo, 01 de maio de 2007, p. A-16.
- [29] dos Santos M.A., L.P. Rosa, B. Matvienko, E.O. dos Santos, C.H.E. D'Almeida Rocha, E. Sikar, M.B. Silva & A.M.P. Bentes Júnior. 2009. Estimate of degassing greenhouse gas emissions of the turbinated water at tropical hydroelectric reservoirs. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 30(Part 6): 834-837.

- [30] da Silva, M., B. Matvienko, M.A. dos Santos, E. Sikar, L.P. Rosa, E. dos Santos & C. Rocha 2007. Does methane from hydro-reservoirs fit out from the water upon turbine discharge? SIL – 2007-XXX Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montreal, Québec, Canadá. <http://www.egmmedia.net/sil2007/abstract.php?id=1839>
- [31] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2007. Methane release below a tropical hydroelectric dam. *Geophysical Research Letters* 34: L12809, doi: 10.1029/2007GL029479. 55.
- [32] Rosa L.P., M.A. dos Santos, B. Matvienko, E.O. dos Santos, E. Sikar. 2004. Greenhouse gases emissions by hydroelectric reservoirs in tropical regions. *Climatic Change* 66(1-2): 9-21.
- [33] Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: controversies provide a springboard for rethinking a supposedly “clean” energy source. *Climatic Change* 66(2-1): 1-8.
- [34] Rosa L.P., M.A. dos Santos, B. Matvienko, E. Sikar & E.O. dos Santos. 2006. Scientific errors in the Fearnside comments on greenhouse gas emissions (GHG) from hydroelectric dams and response to his political claiming. *Climatic Change* 75(1-2): 91-102.
- [35] Fearnside, P.M. 2006d. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Reply to Rosa et al. *Climatic Change* 75(1-2): 103-109.
- [36] McCully, P. 2006. Fizzy Science: Loosening the Hydro Industry’s Grip on Greenhouse Gas Emissions Research. International Rivers Network, Berkeley, California, E.U.A., 24 p. Disponível em: <http://www.irn.org/pdf/greenhouse/FizzyScience2006.pdf>
- [37] Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2004. Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. MCT, Brasília, DF, Brasil, 276 p. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0005/5586.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5586.pdf)
- [38] Rosa, L.P., B.M. Sikar, M.A. dos Santos & E.M. Sikar. 2002. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de Referência. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE) Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Brasília, DF, Brasil. 119 p. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/pdf/metano\\_p.pdf](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pdf/metano_p.pdf)
- [39] Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2010. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. MCT, Brasília, DF, Brasil, 2 Vols., 520 p.
- [40] Abril, G., F. Guérin, S. Richard, R. Delmas, C. Galy-Lacaux, P. Gosse, A. Tremblay, L. Varfalvy, M.A. dos Santos & B. Matvienko. 2005. Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-years old tropical reservoir (Petit-Saut, French Guiana). *Global Biogeochemical Cycles* 19: GB 4007, doi: 10.1029/2005GB002457
- [41] Delmas, R., S. Richard, F. Guérin, G. Abril, C. Galy-Lacaux, C. Delon & A. Grégoire. 2004. Long term greenhouse gas emissions from the hydroelectric reservoir of Petit Saut (French Guiana) and potential impacts. pp. 293-312. In: A. Tremblay, L. Varfalvy, C. Roehm & M. Garneau (eds.) *Greenhouse Gas Emissions: Fluxes and Processes. Hydroelectric Reservoirs and Natural Environments*. Springer-Verlag, New York, NY, E.U.A., 732 p.
- [42] Galy-Lacaux, C., R. Delmas, C. Jambert, J.-F. Dumestre, L. Labroue, S. Richard & P. Gosse. 1997. Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams: A case study in French Guyana. *Global Biogeochemical Cycles* 11(4): 471-483.
- [43] Galy-Lacaux, C., R. Delmas, J. Kouadio, S. Richard & P. Gosse. 1999. Long-term greenhouse gas

emissions from hydroelectric reservoirs in tropical forest regions. *Global Biogeochemical Cycles* 13(2): 503-517.

[44] Guérin, F., G. Abril, S. Richard, B. Burban, C. Reynouard, P. Seyler & R. Delmas. 2006. Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers. *Geophysical Research Letters* 33: L21407, doi: 10.1029/2006GL027929.

[45] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2011. CO<sub>2</sub> emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Journal of Geophysical Research* 116, G03004, doi: 10.1029/2010JG001465

[46] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2008. As hidrelétricas e o aquecimento global. *Ciência Hoje* 41(145): 20-25.

[47] Brasil, ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras S/A). 2000. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros: Relatório final. Relatório Técnico. ELETROBRÁS, dea, deea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 176 p. Disponível em: <http://wwwq2.elektrobras.com/elb/services/elektrobras/ContentManagementPlus/FileDownload.ThrSvc.asp?DocumentID=%7BCAFEGBF7-6137-43BC-AAA2-35181AAC0C64%7D&ServiceInstUID=%7B3CF510BA-805E-4235-B078-E9983E86E5E9%7D>.

[48] dos Santos, M.A., L.P. Rosa, B. Matvienko, E.O. dos Santos, C.H.E. D'Almeida Rocha, E. Sikar, M.B. Silva & M.P.B. Ayr Júnior. 2008. Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 116-129.

[49] Pueyo, S. & P.M. Fearnside. 2011. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de hidrelétricas: Implicações de uma lei de potência. *Oecologia Australis* 15(2): 114-127.

[50] Fearnside, P.M. 2009d. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. *Oecologia Brasiliensis* 13(4): 609-618.

[51] Fearnside, P.M. 2012. 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* (no prelo) doi: 10.1007/s11027-012-9382-6.

[52] As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Proc. 304020/2010-9; 575853/2008-5, 573810/2008-7) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Agradeço a S. Couceiro e P.M.L.A. Graça pelos comentários.

### **Corpo Editorial, Hidrelétricas como geradores de gases de efeito estufa – O Metano**

[18] Fearnside, P.M. 2005a. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management* 35(1): 1-19.

[19] Fearnside, P.M. 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24(1): 64-75.

[20] Fearnside, P.M. 2009b. As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa. *Novos Cadernos NAEA* 12(2): 5-56. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/315/501>

[21] Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19.

[22] Fearnside, P.M. 2002. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's



- Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4): 69-96.
- [23] Monteiro, M.T.F. 2005. Interações na Dinâmica do Carbono e Nutrientes da Liteira entre a Floresta de Terra Firme e o Igarapé de Drenagem na Amazônia Central. Dissertação de mestrado em Mestre em Ciências de Florestas Tropicais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Fundação Universidade do Amazonas (FUA), Manaus, Amazonas, Brasil, 93 p.
- [24] Fearnside, P.M. 2008. Hidrelétricas como “fábricas de metano”: O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 100-115.
- [25] Forster, P. & 50 outros. 2007. Changes in Atmospheric Constituents and Radiative Forcing. p. 129-234 In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 996 p.
- [26] Shindell, D.T., G. Faluvegi, D.M. Koch, G.A. Schmidt, N. Unger & S.E. Bauer. 2009. Improved attribution of climate forcing to emissions. *Science* 326: 716-718.
- [27] Fearnside, P.M. 2005b. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 10(4): 675-691.
- [28] Garcia R. 2007. Estudo apóia tese de hidrelétrica “limpa”: Análise em usinas no cerrado indica que termelétricas emitem até cem vezes mais gases causadores do efeito estufa. Folha de São Paulo, 01 de maio de 2007, p. A-16.
- [29] dos Santos M.A., L.P. Rosa, B. Matvienko, E.O. dos Santos, C.H.E. D’Almeida Rocha, E. Sikar, M.B. Silva & A.M.P. Bentes Júnior. 2009. Estimate of degassing greenhouse gas emissions of the turbinated water at tropical hydroelectric reservoirs. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 30(Part 6): 834-837.
- [30] da Silva, M., B. Matvienko, M.A. dos Santos, E. Sikar, L.P. Rosa, E. dos Santos & C. Rocha 2007. Does methane from hydro-reservoirs fiz out from the water upon turbine discharge? SIL – 2007-XXX Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montreal, Québec, Canadá. <http://www.egmmedia.net/sil2007/abstract.php?id=1839>
- [31] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2007. Methane release below a tropical hydroelectric dam. *Geophysical Research Letters* 34: L12809, doi: 10.1029/2007GL029479. 55.
- [32] Rosa L.P., M.A. dos Santos, B. Matvienko, E.O. dos Santos, E. Sikar. 2004. Greenhouse gases emissions by hydroelectric reservoirs in tropical regions. *Climatic Change* 66(1-2): 9-21.
- [33] Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: controversies provide a springboard for rethinking a supposedly “clean” energy source. *Climatic Change* 66(2-1): 1-8.
- [34] Rosa L.P., M.A. dos Santos, B. Matvienko, E. Sikar & E.O. dos Santos. 2006. Scientific errors in the Fearnside comments on greenhouse gas emissions (GHG) from hydroelectric dams and response to his political claiming. *Climatic Change* 75(1-2): 91-102.
- [35] Fearnside, P.M. 2006d. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Reply to Rosa et al. *Climatic Change* 75(1-2): 103-109.
- [36] McCully, P. 2006. Fizzy Science: Loosening the Hydro Industry’s Grip on Greenhouse Gas Emissions Research. International Rivers Network, Berkeley, California, E.U.A., 24 p. Disponível em: <http://www.irn.org/pdf/greenhouse/FizzyScience2006.pdf>
- [37] Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2004. Comunicação Nacional Inicial do



Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. MCT, Brasília, DF, Brasil, 276 p. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0005/5586.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5586.pdf)

[38] Rosa, L.P., B.M. Sikar, M.A. dos Santos & E.M. Sikar. 2002. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de Referência. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE) Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Brasília, DF, Brasil. 119 p. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/pdf/metano\\_p.pdf](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pdf/metano_p.pdf)

[39] Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2010. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. MCT, Brasília, DF, Brasil, 2 Vols., 520 p.

[40] Abril, G., F. Guérin, S. Richard, R. Delmas, C. Galy-Lacaux, P. Gosse, A. Tremblay, L. Varfalvy, M.A. dos Santos & B. Matvienko. 2005. Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-years old tropical reservoir (Petit-Saut, French Guiana). *Global Biogeochemical Cycles* 19: GB 4007, doi: 10.1029/2005GB002457

[41] Delmas, R., S. Richard, F. Guérin, G. Abril, C. Galy-Lacaux, C. Delon & A. Grégoire. 2004. Long term greenhouse gas emissions from the hydroelectric reservoir of Petit Saut (French Guiana) and potential impacts. pp. 293-312. In: A. Tremblay, L. Varfalvy, C. Roehm & M. Garneau (eds.) *Greenhouse Gas Emissions: Fluxes and Processes. Hydroelectric Reservoirs and Natural Environments*. Springer-Verlag, New York, NY, E.U.A., 732 p.

[42] Galy-Lacaux, C., R. Delmas, C. Jambert, J.-F. Dumestre, L. Labroue, S. Richard & P. Gosse. 1997. Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams: A case study in French Guyana. *Global Biogeochemical Cycles* 11(4): 471-483.

[43] Galy-Lacaux, C., R. Delmas, J. Kouadio, S. Richard & P. Gosse. 1999. Long-term greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoirs in tropical forest regions. *Global Biogeochemical Cycles* 13(2): 503-517.

[44] Guérin, F., G. Abril, S. Richard, B. Burban, C. Reynouard, P. Seyler & R. Delmas. 2006. Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers. *Geophysical Research Letters* 33: L21407, doi: 10.1029/2006GL027929.

[45] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2011. CO<sub>2</sub> emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Journal of Geophysical Research* 116, G03004, doi: 10.1029/2010JG001465

[46] Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2008. As hidrelétricas e o aquecimento global. *Ciência Hoje* 41(145): 20-25.

[47] Brasil, ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras S/A). 2000. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros: Relatório final. Relatório Técnico. ELETROBRÁS, dea, deea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 176 p. Disponível em: <http://wwwq2.eletronbras.com/elb/services/eletronbras/ContentManagementPlus/FileDownload.ThrSvc.asp?DocumentID=%7BCAFECBF7-6137-43BC-AAA2-35181AAC0C64%7D&ServiceInstUID=%7B3CF510BA-805E-4235-B078-E9983E86E5E9%7D>.

[48] dos Santos, M.A., L.P. Rosa, B. Matvienko, E.O. dos Santos, C.H.E. D'Almeida Rocha, E. Sikar, M.B. Silva & M.P.B. Ayr Júnior. 2008. Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 116-129.

[49] Pueyo, S. & P.M. Fearnside. 2011. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de

hidrelétricas: Implicações de uma lei de potência. *Oecologia Australis* 15(2): 114-127.

[50] Fearnside, P.M. 2009d. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. *Oecologia Brasiliensis* 13(4): 609-618.

[51] Fearnside, P.M. 2012. 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* (no prelo) doi: 10.1007/s11027-012-9382-6.

[52] As pesquisas do autor são financiadas pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Proc. 304020/2010-9; 575853/2008-5, 573810/2008-7) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Agradeço a S. Couceiro e P.M.L.A. Graça pelos comentários.

### **3.2 Sousa Junior, W. C., Incorporando os custos socioambientais na análise de viabilidade de Belo Monte e Tapajós**

ELETOBRÁS. Complexo Hidrelétrico do Tapajós. Disponível em [www.eletobras.com.br](http://www.eletobras.com.br). Acesso em 01 fevereiro 2012.

ELETRONORTE. Complexo Hidrelétrico de Belo Monte – Estudos de Viabilidade. Brasília: ANEEL, 2009.

SOUSA JUNIOR, W. C.; Reid, J. Da falsa emergência energética à truculência política: os riscos e as vicissitudes da geração elétrica no rio Xingu. In: Jacobi, P. R.; Guivant, J. S. (Orgs.). *Perspectivas ambientais: novos desafios teóricos e novas agendas públicas*. São Paulo: ANNABLUME, 2012.

SOUSA JUNIOR, W. C.; Reid, J. Uncertainties in the Amazon hydropower development: Risk scenarios and environmental issues around the Belo Monte dam. *Water Alternatives* 3(2): 249-268, 2010

### **4.1 Baitelo, R., Energias Renováveis: Eólica e Solar**

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL), (2012), “Resolução Normativa N° 482, de 17 de Abril de 2012”. Brasília, <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), (2011), Informe à Imprensa Leilão A5 2011 disponível em [http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20111220\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20111220_1.pdf) São Paulo, 20/12/2011

JACOBSON, M.Z. (2008) “Review of Solutions to Global Warming, Air Pollution, and Energy Security”. *Energy and Environmental Science*.

TOLMASQUIM, M. T. (2003) “Fontes Renováveis de Energia no Brasil”. Editora Interciência. Rio de Janeiro,

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, (2007) “Concentrating Solar Power Commercial Application Study: Reducing Water Consumption of Concentrating Solar Power Electricity Generation”. Report to Congress. Washington D.C.

### **4.2 Ribeiro, L. P.; Moreira, C.F. e Bara Neto, P., Potencial da Bioeletricidade na Matriz Elétrica Brasileira**

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2021.