

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

28404046b58e642017400c6a5dc805229f79b7e9f2e3deb69d4fe3133c84386a

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

The text that follows is a REPRINT

O texto que segue é um REPRINT.

Please cite as:

Favor citar como:

Fearnside, P.M. 2016. Crédito de carbono para usinas hidrelétricas como fonte de emissões de gases de efeito estufa: o exemplo da usina hidrelétrica de Teles Pires. pp. 511-529 In: D.F. Alarcon, B. Millikan & M. Torres (eds.) *Ocejadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós*. International Rivers Brasil, Brasília, DF & Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará. 534 pp.

ISBN: 978-85-99214-04-6

Copyright: International Rivers

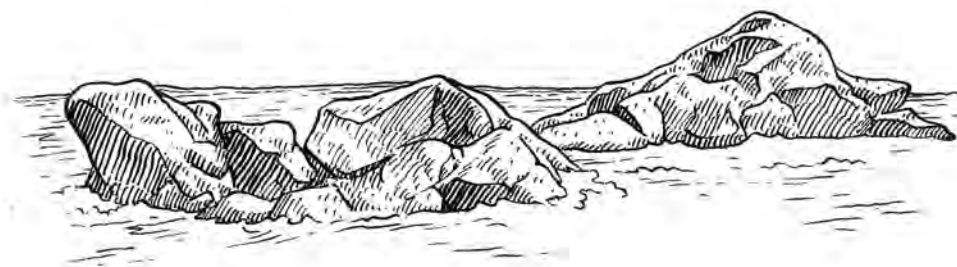
The original publication is available from:

A publicação original está disponível de:

https://www.internationalrivers.org/files/attached-files/tapajos_digital_0.pdf

CRÉDITO DE CARBONO PARA USINAS HIDRELÉTRICAS
COMO FONTE DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA
O exemplo da usina hidrelétrica de Teles Pires¹

Philip M. Fearnside



Créditos de carbono são concedidos para usinas hidrelétricas (UHE), no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, sob as premissas de que: i) as barragens não seriam construídas sem financiamento do MDL; e ii) as barragens apresentariam emissões mínimas ao longo da duração dos projetos, de sete a dez anos, em comparação com a eletricidade gerada por combustíveis fósseis. Ambas as suposições são falsas, especialmente no caso das barragens tropicais, como as previstas na Amazônia. A barragem de Teles Pires, atualmente em construção no Pará, fornece um exemplo concreto, indicando a necessidade de reforma da regulamentação do MDL, eliminando-se créditos para UHEs. Tais créditos representam uma importante fon-

te de “ar quente”, isto é, reduções certificadas de emissões (CERs) que permitem que os países compradores emitam gases de efeito estufa sem que o projeto de mitigação resulte em qualquer benefício real para o clima.

Até 1 de julho de 2014, o conselho executivo do MDL havia aprovado (registrado) 2.041 projetos de crédito para UHEs em todo o mundo, totalizando 262,7 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) ou 71,7 milhões de toneladas de carbono². Os projetos estendem-se por sete anos (com possibilidade de renovação) ou por um período único de dez anos (como no caso da proposta da barragem de Teles Pires). O *pipeline*, isto é, os projetos registrados ou buscando registro junto ao MDL, é muito maior (tabela 1). O total de 365,8 milhões

1. As pesquisas do autor são financiadas exclusivamente por fontes acadêmicas: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processos nº305880/2007-1, nº304020/2010-9, nº573810/2008-7 e nº575853/2008-5) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) (PRJ13.03). Este artigo é uma tradução atualizada de Fearnside, 2013a. Agradeço ao P.M.L.A. Graça pelos comentários.

2. Cf. dados de julho de 2014 do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (United Nations Environment Programme. CDM/ JI Pipeline Analysis and Database. Disponível em: <<http://cdmpipeline.org/>> <<http://cdmpipeline.org/>> – acesso: 30 jul. 2014).

de toneladas de dióxido de carbono - CO₂ (90,3 milhões de toneladas de carbono) no *pipeline* global em 2012 quase equivale à emissão atual de combustíveis fósseis pelo Brasil, de pouco mais de 100 milhões de toneladas de carbono por ano.

As barragens ocasionam uma larga gama de impactos ambientais e sociais (World Commission on Dams, 2000). Há também fortes indícios de que praticamente nenhuma das supostas reduções de emissões seja adicional (ou seja, as barragens seriam construídas de qualquer maneira, sem financiamento do MDL). Praticamente todos os projetos de barragens só solicitam o crédito do

MDL depois que os investimentos para a construção do projeto já estão assegurados, quando a represa está em construção (como no caso da UHE Teles Pires) ou, às vezes, mesmo após a barragem estar construída. O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2022, do Ministério de Minas e Energia (MME), indica, além de Jirau (enchida em 2013), 18 barragens com capacidade instalada superior a 30 megawatts a serem concluídas até 2022 na Amazônia Legal brasileira (Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2013). Desde 2006, o Brasil define barragens “grandes” como superiores a

Tabela 1. Pipeline de usinas hidrelétricas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (projetos registrados ou buscando registros)

País	Total de projetos ¹	Capacidade instalada (megawatts) ¹	Dióxido de carbono equivalente - CO ₂ -eq ² (média anual em milhões de toneladas) ³	% do total de CO ₂ -eq ³
China	1.366	59.225	270,2	73,9
Brasil	107	12.531	13,2	3,6
Outros ⁴	803	47.673	82,4	22,5
Total	2.276	119.429	342,8	100

Elaboração do autor, com dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. United Nations Environment Programme. CDM/JI Pipeline Analysis and Database. Disponível em: <<http://cdmpipeline.org/>> (acesso: 30 jul. 2014). A tabela inclui tanto projetos “grandes” (definidos pelo MDL como empreendimentos com capacidade instalada superior a 15 megawatts) quanto “pequenos” (capacidade instalada igual ou inferior a 15 megawatts).

1. Dados referentes a 1 jul. 2014.
2. 1 tonelada de CO₂-eq = 1 redução certificada de emissões (CER).
3. Dados referentes ao ano de 2012.
4. Países sem limites às suas emissões no âmbito do Protocolo de Quioto.

30 megawatts (a maioria é muito maior que isso), enquanto o MDL define barragens “grandes” como superiores a 15 megawatts, ao passo que a Comissão Internacional das Grandes Barragens (Icold) define-as como superiores a 15 metros de altura acima do leito do rio. Caso os regulamentos atuais do MDL continuem inalterados, a magnitude dos planos brasileiros de construção de barragens proporcionará uma grande oportunidade para reivindicar mais crédito de mitigação. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima implica que essa é, de fato, a expectativa do governo brasileiro, embora isso não signifique que tais barragens não seriam construídas sem crédito do MDL (Brasil, Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, 2008).

A primeira grande barragem a solicitar crédito do MDL na região amazônica brasileira foi a UHE Dardanelos, no estado de Mato Grosso, seguida pelas UHEs Teles Pires, Jirau e Santo Antônio, as duas últimas no rio Madeira, em Rondônia (Fearnside, 2013b). A UHE Teles Pires, de 1.820 megawatts, encontra-se em construção no rio Teles Pires, afluente do rio Tapajós, que, por sua vez, é afluente do Amazonas. O reservatório, de 135 quilômetros quadrados, situa-se na fronteira entre os estados do Pará e Mato

Grosso. A licitação para escolher o consórcio de empresas que vão construir a barragem e vender a energia elétrica foi realizada em 17 de dezembro de 2010 – desde 2006, barragens do Brasil são oferecidos através de licitação sobre o preço a ser cobrado pela eletricidade, sendo vencedora a empresa que oferecer o menor preço. Os contratos foram assinados em 7 de junho de 2011 e a construção começou oficialmente em 30 de outubro do mesmo ano (Brasil, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Comitê Gestor do Programa de Aceleração do Crescimento, 2011: 82). O objetivo do presente trabalho é examinar a proposta de crédito da UHE Teles Pires como um exemplo dos problemas generalizados que afetam barragens no MDL.

O projeto de carbono da UHE Teles Pires

O documento de concepção do projeto (PDD) da UHE Teles Pires é revelador, tanto das falhas do atual sistema do MDL, como das contradições entre a preocupação declarada do governo brasileiro em relação às mudanças climáticas e o seu envolvimento na exploração máxima de lacunas na regulamentação do MDL (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011). O docu-

mento começa por afirmar que “o projeto vai fazer uso dos recursos hídricos do rio Teles Pires [...] a fim de gerar eletricidade livre de emissões gases de efeito estufa (GEE)” (*Ibid.*: 3). Nenhuma literatura é citada aqui ou em qualquer outra passagem do documento para comprovar a alegação de que UHEs amazônicas como Teles Pires são livres de emissões. Em vez disso, os cálculos que se encontram mais adiante no documento dependem de uma cláusula processual do MDL relacionada à densidade energética da barragem como justificativa para a utilização, nos cálculos, de um valor igual a zero para as emissões do projeto. Infelizmente, o fato de que as barragens na Amazônia produzem grandes quantidades de gases de efeito estufa, especialmente durante os primeiros dez anos de operação (o horizonte de tempo para o atual projeto do MDL), tem sido demonstrado em diversos estudos na literatura científica (e.g. Galy-Lacaux *et al.*, 1997, 1999; Fearnside, 2002b, 2004, 2005a, 2005b, 2006b, 2008, 2009; Delmas *et al.*, 2004; Abril *et al.*, 2005; Guérin *et al.*, 2006, 2008; Kemenes *et al.*, 2008, 2011; Gunkel, 2009; Pueyo & Fearnside, 2011). A conclusão geral de que represas tropicais emitem quantidades significativas de gases de efeito estufa em seus primeiros dez anos é clara e robusta.

Apesar de o documento usar zero como emissão do projeto no cálculo dos benefícios climáticos, uma tabela incluída no mesmo indica que a barragem produzirá metano (CH₄), ainda que não se mencione em que quantidade (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011: 10, tabela 3). A mesma tabela também afirma que as emissões de CO₂ e óxido nitroso (N₂O) são iguais a zero, cada uma delas sendo apenas uma “fonte de emissão secundária” (*Idem*). Infelizmente, ambos os gases são produzidos também. A criação do reservatório matará as árvores na área inundada; essas, geralmente, permanecem projetadas para fora da água, decompondo-se a madeira na presença de oxigênio, produzindo CO₂. As quantidades são bastante consideráveis ao longo de dez anos, horizonte do atual projeto de MDL, como demonstram as emissões calculadas a partir dessa fonte em reservatórios amazônicos existentes (Fearnside, 1995). Dióxido de carbono também será emitido pelo desmatamento estimulado perto da barragem e pelo desmatamento do cerrado, mais a montante, a fim de produzir a soja que se pretende transportar na hidrovia Teles-Pires/Tapajós, de que essa barragem e suas eclusas formam parte (Fearnside, 2001, 2002a; Milli-

kan, 2012). Óxido nitroso também é emitido por reservatórios tropicais, como demonstrado na Guiana Francesa (Guérin *et al.*, 2008).

A proposta aproveita um regulamento do MDL que permite que se reivindique a emissão zero se a densidade energética for superior a dez watts por metro quadrado:

emissões do reservatório de água são definidas como zero se a densidade energética do projeto for maior que 10 W/m² [watts por metro quadrado]. A densidade energética do projeto é de 19,18 W/m², assim, por definição, as emissões do reservatório de água são zero (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011: 27, tradução livre do autor).

Infelizmente, ter uma elevada densidade energética não resulta, de fato, em emissões zero. A elevada densidade energética significa que a área do reservatório é pequena em relação à capacidade instalada. A pequena área significa que as emissões através da superfície do reservatório (a partir de ebulição e difusão) serão menores que em um reservatório grande, mas não serão zero. A capacidade instalada, no entanto, reflete a quantidade de água disponível no rio, e isso tem o efeito oposto: quanto maior o fluxo

da corrente, maior a emissão que resultará da água que passa pelas turbinas e vertedouros. As turbinas e vertedouros são, de fato, a principal fonte de emissão de CH₄ na maioria das represas amazônicas (*e.g.* Fearnside, 2002b, 2005a, 2005b, 2009; Abril *et al.*, 2005). A água que passa pelas turbinas e vertedouros provém, normalmente, de uma profundidade inferior ao termocline que separa as camadas de água no reservatório. A camada superficial (hipolímion) é praticamente desprovida de oxigênio e a decomposição da matéria orgânica, por conseguinte, gera CH₄, em vez de CO₂.

Cada tonelada de CH₄ tem o impacto sobre o aquecimento global de 34 toneladas de CO₂ ao longo de um período de 100 anos, de acordo com o quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que incluiu retroalimentações entre o carbono e o clima, que não haviam sido consideradas nos valores anteriores (Myhre *et al.*, 2013: 714). Além desse valor para o horizonte de 100 anos, o quinto relatório incluiu cálculos para um horizonte de tempo de 20 anos, indicando um valor de 86 para o impacto de cada tonelada de CH₄ comparada com uma tonelada de CO₂. Um horizonte de 20 anos reflete melhor o curto prazo que temos para controlar o aquecimento glo-

bal, com o intuito de se evitar consequências muito mais graves, em comparação com os valores para o horizonte de 100 anos, que vem sendo usado pelo Protocolo de Quioto. Portanto, o impacto do CH_4 produzido por UHEs é até quatro vezes maior que o impacto indicado por cálculos feitos usando o valor de 21, adotado pelo Protocolo de Quioto (até o final de 2012), com base no segundo relatório do IPCC (Schimel *et al.*, 1996); 3,4 vezes o impacto correspondente ao valor de 25, adotado para o período 2013-2017, com base no quarto relatório (Forster *et al.*, 2007); mais de 30 vezes o impacto indicado por cálculos que consideram apenas a emissão de carbono, sem levar em conta o efeito de as emissões serem em forma de CH_4 .

A água com elevadas concentrações de CH_4 (sob pressão na parte inferior do reservatório) é liberada para a atmosfera à jusante da barragem, e a maior parte do mesmo surge rapidamente na forma de bolhas. Note-se que o único meio válido para medir essas emissões é observar a diferença na concentração de CH_4 na água acima da barragem (na profundidade das turbinas) e no rio abaixo da barragem. Não é possível captar essa emissão com câmaras flutuantes, para medir o fluxo através da superfície do rio a alguma distância a jusante, como tem

sido feito em vários estudos que afirmam apenas pequenas emissões de “desgaseificação” nas turbinas (e.g. Santos *et al.*, 2008; Ometto *et al.*, 2011; ver dados comparativos em Kemenes *et al.*, 2011).

O PDD calcula a área de reservatório com o propósito de mensurar a densidade energética, que representa a capacidade instalada, em watts, dividida pela área, em metros quadrados. No PDD, lê-se:

a área do reservatório do projeto no nível de água máximo normal de 220 metros é 135,4654 quilômetros quadrados, dos quais 40,6 quilômetros quadrados são parte do leito normal do rio e, portanto, o aumento da área inundada é de 94,8654 quilômetros quadrados (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011: 36, tradução livre do autor).

O pressuposto é que a água que fica sobre o “leito normal do rio” não esteja emitindo CH_4 . Infelizmente, essa água também emite CH_4 , como mostrado por estudos que mediram fluxos em vários pontos da superfície em reservatórios amazônicos (e.g. Abril *et al.*, 2005; Rosa *et al.*, 1997; Duchemin *et al.*, 1998-2000; Kemenes *et al.*, 2007). A regra adotada pelo MDL, que per-

mite que o leito do rio não seja considerado, parece basear-se na suposição de que o rio natural estaria emitindo a mesma quantidade de CH_4 . No entanto, as emissões de CH_4 a partir de um rio de fluxo livre são muito mais baixas que as de reservatórios. Rios normalmente não se estratificam, especialmente nos trechos de correnteza rápida, que são apropriados para a construção de UHEs.

O PDD calcula um benefício total de 24.973.637 toneladas de CO_2 -eq ao longo de dez anos, com base na brecha de um valor de zero ser permitido para as emissões de reservatório, caso a densidade energética seja superior a dez watts por metro quadrado (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecomart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011: 34, tabela 13). Os proponentes afirmam que, “portanto, uma vez que a densidade energética do projeto é acima de dez watts por metro quadrado, não é necessário calcular as emissões do projeto” (*Idem*, tradução livre do autor). Embora tal cálculo possa não ser “necessário”, os defensores do projeto poderiam ter optado por fazê-lo com base na melhor evidência disponível.

As quase 25 milhões de toneladas de CO_2 -eq que, alegadamente, seriam substituídas ao longo de dez anos representam 6,8 milhões

de toneladas de carbono. Esse “ar quente” contribuirá para uma mudança climática maior, permitindo que os países que comprarem crédito de carbono emitam mais gases. O dinheiro pago por esses créditos também enfraquece os esforços globais para conter a mudança climática, por tirar fundos dos recursos sempre insuficientes disponíveis para a mitigação. O Brasil, como um dos países previstos para sofrer mais com as mudanças climáticas projetadas, perderá com tal arranjo. As quantidades de carbono envolvidas são significativas. Como uma indicação da escala, cálculos apontam que o conhecido programa brasileiro para a substituição de gasolina por etanol em automóveis de passageiros na década de 1990 teria deslocado 9,45 milhões de toneladas de carbono por ano (Reid & Goldemberg, 1998).

Sem citar quaisquer estudos de apoio, o PDD afirma que “regras ambientais e políticas do processo de licenciamento são muito rígidas e seguem as melhores práticas internacionais” (*Ibid.*: 41, tradução livre do autor). A afirmação implica que os projetos de barragens no Brasil teriam impactos ambientais e sociais mínimos, de modo a atrair os países que comprariam os créditos do MDL. No entanto, existe uma literatura substancial sobre

as deficiências no sistema de licenciamento do Brasil (e.g. Fearnside & Barbosa, 1996; Fearnside, 2006a, 2007, 2011; Fearnside & Graça, 2006; Santos & Hernandez, 2009). No caso da UHE Teles Pires, em particular, os povos indígenas fortemente afetados protestaram, denunciando os impactos e as falhas no processo de licenciamento (Manifesto, 2011). A barragem apresenta uma longa lista de impactos e problemas em seu licenciamento (Millikan, 2011; Monteiro, 2011a, 2011b; International Rivers, 2012). Em 27 de março de 2012, o Ministério Público Federal (MPF) obteve uma liminar interrompendo a construção, em razão da não realização de consulta prévia aos povos indígenas afetados pela barragem (Brasil, Ministério Público Federal no Pará, 2012). Embora essas liminares sejam, normalmente, de curta duração, devido à existência de juízes em tribunais de recurso que estão dispostos a derrubá-las, a suspensão da construção é uma indicação tanto da gravidade dos impactos da barragem, como das insuficiências no licenciamento.

O PDD menciona uma “preocupação crescente” do Brasil com a sustentabilidade ambiental (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011: 41, tradução livre do autor). Seria lógico

supor que isso deveria incluir a criação de “ar quente”. O projeto, contudo, gera créditos de carbono sem benefício verdadeiro para o clima, de duas maneiras. Primeiro, ele é baseado na ficção de que a UHE terá zero de emissão, apesar de extensa evidência indicando que as barragens amazônicas apresentam grandes emissões, especialmente na primeira década, o horizonte de tempo do projeto. Em segundo lugar, o projeto não é “adicional”, como exige o artigo 12 do Protocolo de Quioto, que criou o MDL. Os projetos devem ganhar crédito somente se as reduções de emissões alegadas não fossem possíveis sem o financiamento do MDL. Neste caso, a barragem já estava financiada e em construção, por empresas brasileiras, em plena expectativa de lucrarem com a venda de energia elétrica, sem qualquer ajuda adicional do MDL. Nenhum dos 25 milhões de toneladas de CO₂-eq reivindicados é adicional.

Emissões de UHEs e o IPCC

A inclusão de UHEs nas diretrizes do IPCC para inventários nacionais sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) tem evoluído ao longo do tempo, mas o CH₄ ainda é deixado de fora das informações obrigatórias dos relatórios. As dire-

trizes revistas de 1996 incluíram a liberação de estoques de carbono por florestas convertidas em “áreas úmidas” (incluindo reservatórios), com base na diferença no estoque de carbono entre os dois ecossistemas, presumindo, porém, que toda a liberação ocorre na forma de CO_2 , em vez de CH_4 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997). As diretrizes do IPCC de 2003 sobre “boas práticas” incluíram um apêndice ao capítulo sobre zonas úmidas, como uma “base para o desenvolvimento metodológico futuro” (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003, apêndice 3a.3). Sugeriam que se incluísse no nível 1 (obrigatório) apenas a contabilidade das emissões da superfície do reservatório que ocorrem por meio de difusão e ebulição (bolhas) de CO_2 , sendo a contabilidade das emissões de vertedouros e turbinas alocada no nível 2 (voluntário).

A revisão das orientações para os inventários nacionais realizada em 2006 manteve limitações quanto às informações exigidas para as emissões de CO_2 , mas incluiu um apêndice, também como “base para o desenvolvimento metodológico futuro”, considerando o CH_4 gerado por UHEs na categoria “terra inundada que permanece inundada”. A equipe de autores, de que fazia parte um representante das Cen-

trais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras), enfraqueceu a metodologia proposta, em comparação com as “Diretrizes de boas práticas” de 2003, removendo dados que indicavam maiores emissões e reduzindo as informações exigidas. No nível 1 deveriam ser incluídas apenas as emissões relativamente modestas que ocorrem por meios de difusão a partir da superfície do reservatório, embora os países pudessem voluntariamente relatar as emissões de ebulição das superfícies dos reservatórios no nível 2, ao passo que as principais emissões de CH_4 , a partir das turbinas, poderiam ser incluídas apenas no nível 3, raramente utilizado (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006). Na reunião plenária do IPCC que aprovou as diretrizes de 2006, realizada nas Ilhas Maurício, os diplomatas brasileiros tentaram, sem sucesso, remover por completo as emissões de reservatórios da seção sobre “terra inundada” (Barnsley *et al.*, 2006; McCully, 2006: 19).

A influência brasileira tem sido fundamental na criação e ampliação das brechas no regulamento do MDL sobre crédito de carbono para UHEs. O painel de metodologias do MDL propôs considerar como nulas as emissões para os projetos com densidades energéticas acima de dez watts por metro quadrado, com

base em um documento técnico interno elaborado por Marco Aurélio dos Santos e Luiz Pinguelli Rosa (CDM Methodologies Panel, 2006). Pinguelli Rosa, ex-presidente da Eletrobras, tem defendido o valor de dez watts por metro quadrado como critério desde antes do Protocolo de Quioto (Rosa *et al.*, 1996, contestados por Fearnside, 1996) e há anos afirmou que as barragens realizam apenas pequenas emissões (Rosa *et al.*, 2004, 2006, contestados por Fearnside, 2004, 2006b). Em fevereiro de 2006, o conselho executivo do MDL adotou o limite de dez watts por metro quadrado para presumir emissões zero e, a pedido de seu diretor, José Domingos Miguez, que também era chefe do setor do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) responsável pelos inventários nacionais brasileiros de gases de efeito estufa, do UNFCCC, expandiu o crédito para as barragens que não atendiam a dez watts por metro quadrado além do que havia sido sugerido pelo painel de metodologias: redução de cinco para quatro da densidade energética mínima elegível para crédito de acordo com as regras e diminuição de 100 para 90 gramas de CO₂-eq por quilowatt/hora a emissão presumida para barragens com densidade energética na faixa de quatro a dez watts por metro quadrado.

Em 2011, o IPCC elaborou um relatório especial sobre energias renováveis, que analisa as avaliações do ciclo de vida para várias tecnologias. Para o caso típico (ou seja, o percentil 50%), a energia hidrelétrica é classificada como tendo a metade ou menos do impacto das emissões de qualquer outra fonte, incluindo a solar, eólica e energia dos oceanos (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012: 982). A base dessa classificação não está clara a partir do relatório: a tabela que apresenta os resultados descreve-os como “resultados agregados de revisão da literatura”, mas a bibliografia parece não conter quaisquer estudos sobre as emissões de UHEs. O relatório também afirma que,

ao considerar as emissões antrópicas líquidas como a diferença no ciclo de carbono global entre as situações com e sem o reservatório, atualmente não há consenso sobre se os reservatórios são emissores ou sumidouros líquidos (Companhia Hidrelétrica Teles Pires & Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda., 2011: 84).

No entanto, esse conceito de “emissões antrópicas” só seria aplicável se as emissões fossem limitadas ao CO₂, ignorando o papel dos reservatórios na conversão de car-

bono em CH₄. Uma contabilidade completa das emissões, incluindo o CH₄, é necessária para ter comparações válidas sobre o impacto das diferentes fontes de energia.

Considerações finais

O crédito de carbono para a UHE Teles Pires não é adicional, porque a barragem já havia sido contratada e a construção, iniciada, independentemente do financiamento do MDL. A presunção de que a barragem não emitiria gases de efeito estufa é falsa: vários estudos indicam que as emissões de gases de efeito estufa de represas amazônicas são substanciais ao longo dos seus primeiros dez anos (o tempo de duração do projeto). As normas do MDL necessitam de revisão urgente, para que se elimine a criação de “ar quente” (reduções certificadas de emissões que não são adicionais) através de créditos para barragens. Uma contabilidade completa das emissões de UHEs – incluindo o CH₄ liberado da água, que passa pelas turbinas e vertedouros – precisa ser exigida em diretrizes para inventários nacionais e em comparações elaboradas pelo IPCC entre a energia hidrelétrica e outras fontes de energia.

[artigo concluído em julho de 2014]

Referências bibliográficas

- ABRIL, Gwenaël; GUÉRIN, Frédéric; RICHARD, Sandrine; DELMAS, Robert; GALY-LACAUX, Corinne; GOSSE, Philippe; TREMBLAY, Alain; VARFALVY, Louis; SANTOS, Marco Aurelio dos; MATVIENKO, Bohdan. 2005. “Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-years old tropical reservoir (Petit-Saut, French Guiana)”. In: *Global Biogeochemical Cycles*, v.19, nº4. Washington, D.C., American Geophysical Union.
- BARNESLEY, Ingrid; CONRAD, Alexis; GUTIÉRREZ, María; JOHNSON, Sarah S. 2006. *Summary of the 25th session of the Intergovernmental Panel on Climate Change: 26-28 April 2006*. In: *Earth Negotiations Bulletin*, v.12, nº295. Nova York, International Institute for Sustainable Development. Disponível em: <<http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12295e.pdf>> (acesso: 28 jul. 2014).
- BRASIL. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. 2008. *Plano Nacional sobre Mudança do Clima*. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/imprensa/_arquivos/96_01122008060233.pdf> (acesso: 25 jul. 2014).
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Ener-

-
- gética. 2013. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2022*. Brasília. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/20140124_1.pdf> (acesso: 25 jul. 2014).
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comitê Gestor do Programa de Aceleração do Crescimento. 2011. Primeiro balanço do PAC 2: 2011-2014. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/pub/up/relatori o/49d8db11c7ce9549ca01e831e502d23e.pdf>> (acesso: 25 jul. 2014).
- BRASIL. Ministério Público Federal no Pará. 2012. “MP pede suspensão do licenciamento e obras da usina de Teles Pires por falta de consulta a indígenas”. Sítio da Procuradoria da República no Pará. Belém, 19 mar. Disponível em: <<http://www.prpa.mpf.gov.br/news/2012/mp-pede-suspensao-do-licenciamento-e-obras-da-usina-de-teles-pires-por-falta-de-consulta-a-indigenas>> (acesso: 25 jul. 2014).
- CDM METHODOLOGIES PANEL. 2006. Draft thresholds and criteria for the eligibility of hydroelectric reservoirs as CDM projects. Report of the Nineteenth Meeting of the Methodologies Panel, Annex 10. Bonn, Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/Pa nels/meth/meeting/06/Meth19_repan_10_Hydro.pdf> (acesso: 26 jul. 2014).
- COMPANHIA HIDRELÉTRICA TELES PIRES; ECOPART ASSESSORIA EM NEGÓCIOS EMPRESARIAIS LTDA. 2011. Project design document form for CDM project activities (F-CDM-PDD). Versão 3. Teles Pires hydropower plant project activity.
- DELMAS, Robert; RICHARD, Sandrine; GUÉRIN, Frédéric; ABRIL, Gwenaël; GALY-LACAUX, Corinne; DELON, Claire; GRÉGOIRE, Alain. 2004. “Long term greenhouse gas emissions from the hydroelectric reservoir of Petit Saut (French Guiana) and potential impacts”. In: TREMBLAY, Alain; VARFALVY, Louis; ROEHM, Charlotte; GARNEAU, Michelle (org.) *Greenhouse gas emissions: fluxes and processes: hydroelectric reservoirs and natural environments*. Nova York, Springer-Verlag, pp. 293-312.
- DUCHEMIN, Éric; LUCOTTE, Lucotte; CANUEL, René; QUEIROZ, Aldo G.; ALMEIDA, Diane C.; PEREIRA, Hudson C.; DEZINCOURT, Jackson. 1998-2000. “Comparison of greenhouse gas emissions from an old tropical reservoir with those of other reservoirs worldwide”. In: *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische*

-
- und angewandte Limnologie*, v.27. Dublin, pp. 1-5.
- FEARNSIDE, Philip M. 1995. "Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases". In: *Environmental Conservation*, v.22, n°1. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 7-19. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/HYDRO-ghg-1995-port.pdf>.]
- _____. 1996. "Hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: response to Rosa, Schaeffer & dos Santos". In: *Environmental Conservation*, v.23, n°2. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 105-108.
- _____. 2001. "Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil". In: *Environmental Conservation*, v.28, n°1. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 23-38. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2006/Soja-Amazonia%20500%20anos.pdf>.]
- _____. 2002a. "Avanço Brasil: environmental and social consequences of Brazil's planned infrastructure in Amazonia". In: *Environmental Management*, v.30, n°6. Nova York, Springer, pp. 748-763. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2001/Avanca%20Brasil%20Consequencias%20Ambientais.pdf>.]
- _____. 2002b. "Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí dam) and the energy policy implications". In: *Water, Air and Soil Pollution*, v.133, n°1-4. Nova York, Springer, pp. 69-96. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/tuc-ghg2-port.pdf>.]
- _____. 2004. "Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: controversies provide a springboard for rethinking a supposedly 'clean' energy source". In: *Climatic Change*, v.66, n°1-2. Nova York, Springer, pp. 1-8. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/springboard-port-inpa.pdf>.]
- _____. 2005a. "Brazil's Samuel Dam: lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia". In: *Environmental Management*, v.35, n°1. Nova York, Springer, pp. 1-19. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/SAMUEL-EM-3-port-2.pdf>.]
- _____. 2005b. "Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una dam".

-
- In: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v.10, n°4. Nova York, Springer, pp. 675-691. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Curua-Una-Port-2.pdf>.]
- _____. 2006a. "Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's hydroelectric development of the Xingu river basin". In: *Environmental Management*, v.38, n°1. Nova York, Springer, pp. 16-27. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Belo_Monte_Ponta_de_lance.pdf>.]
- _____. 2006b. "Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: reply to Rosa *et al.*". In: *Climatic Change*, v.75, n°1-2. Nova York, Springer, pp. 103-109. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Resposta%20a%20Rosa%20et%20al-port.pdf>.]
- _____. 2007. "Brazil's Cuiabá-Santarém (BR-163) Highway: the environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon". *Environmental Management*, v.39, n.5. Nova York, Springer, pp. 601-614.
- _____. 2008. "Hidrelétricas como 'fábricas de metano': o papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa". In: *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n°1. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pp. 100-115.
- _____. 2009. "As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa". In: *Novos Cadernos NAEA*, v.12, n°2. Belém, Universidade Federal do Pará, pp. 5-56.
- _____. 2011. "Gases de efeito estufa no EIA-RIMA da hidrelétrica de Belo Monte". In: *Novos Cadernos NAEA*, v.14, n°1. Belém, Universidade Federal do Pará, pp. 5-19.
- _____. 2013a. "Carbon credit for hydroelectric dams as a source of greenhouse-gas emissions: the example of Brazil's Teles Pires dam". In: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v.18, n°5. Nova York, Springer, pp. 691-699.
- _____. 2013b. "Credit for climate mitigation by Amazonian dams: loopholes and impacts illustrated by Brazil's Jirau hydroelectric project". In: *Carbon Management*, v.4, n°6. Taylor & Francis, pp. 681-696. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Jirau-CDM-Port.pdf>.]

-
- FEARNSIDE, Philip M.; BARBOSA, Reinaldo I. 1996. "Political benefits as barriers to assessment of environmental costs in Brazil's Amazonian development planning: the example of the Jatapu dam in Roraima". In: *Environmental Management*, v.20, n°5. Nova York, Springer, pp. 615-630. [Versão em português disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Jatapu-port.pdf>.]
- FEARNSIDE, Philip M.; GRAÇA, Paulo M.L.A. 2006. "BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia". In: *Environmental Management*, v.38, n°5, pp. 705-716. [Versão em português disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/241/427>>.]
- FORSTER, Piers; ARTAXO, Paulo; BERNTSEN, Terje; BETTS, Richard; FAHEY, David W.; HAYWOOD, James; LEAN, Judith; LOWE, David C.; MYHRE, Gunnar; NGANGA, John; PRINN, Ronald; RAGA, Graciela; SCHULZ, Michael; VAN DORLAND, Robert. 2007. "Changes in atmospheric constituents and radiative forcing". In: SOLOMON, Susan; QIN, Dahe; MANNING, Martin; MARQUIS, Melinda; AVERYT, Kristen; TIGNOR, Melinda M.B.; MILLER JR., Henry L.; CHEN, Zhenlin (org.). 2007. *Climate change 2007: the physical science basis*. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 129-234.
- GALY-LACAUX, Corinne; DELMAS, Robert; JAMBERT, Corinne; DUMESTRE, Jean-François; LABROUE, Louis; RICHARD, Sandrine; GOSSE, Philippe. 1997. "Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams: a case study in French Guyana". In: *Global Biogeochemical Cycles*, v.11, n°4. Washington, D.C., American Geophysical Union, pp. 471-483.
- GALY-LACAUX, Corinne; DELMAS, Robert; KOUADIO, Georges; RICHARD, Sandrine; GOSSE, Philippe. 1999. "Long-term greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoirs in tropical forest regions". In: *Global Biogeochemical Cycles*, v.13, n°2. Washington, D.C., American Geophysical Union, pp. 503-517.
- GUÉRIN, Frédéric; ABRIL, Gwenaël; RICHARD, Sandrine; BURBAN, Benoît; REYNOUARD, Cécile; SEYLER, Patrick; DELMAS, Robert. 2006. "Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: significance of downstream rivers". In: *Geophysical Re-*

-
- search Letters*, v.33. Washington, D.C., American Geophysical Union.
- GUÉRIN, Frédéric; ABRIL, Gwenaël; TREMBLAY, Alain; DELMAS, Robert. 2008. "Nitrous oxide emissions from tropical hydroelectric reservoirs". In: *Geophysical Research Letters*, v. 35. Washington, D.C., American Geophysical Union.
- GUNKEL, Günter. 2009. "Hydropower: a green energy? Tropical reservoirs and greenhouse gas emissions". In: *CLEAN – Soil, Air, Water*, v.37, n°9. Wiley, pp. 726-734.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 1997. Revised 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change guidelines for national greenhouse gas inventories. 3 v. Bracknell, IPCC. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>> (acesso: 26 jul. 2014).
- _____. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Apêndice 3a.3 Wetlands remaining wetlands: basis for future methodological development. Kanagawa, Institute for Global Environmental Strategies. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html> (acesso: 26 jul. 2014).
- _____. 2006. *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. v.4. Agriculture, forestry and other land use. Apêndice 3. CH₄ emissions from flooded land: Basis for future methodological development. Hayama, IPCC. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_p_Ap3_WetlandsCH4.pdf> (acesso: 25 jul. 2014).
- _____. 2012. *Renewable energy sources and climate change mitigation: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press. Disponível em: <http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf> (acesso: 25 jul. 2014).
- INTERNATIONAL RIVERS. 2012. "The global CDM hydro hall of shame". Berkeley. Disponível em: <<http://www.international-rivers.org/resources/hydro-cdm-hall-of-shame-7465>> (acesso: 26 jul. 2014).
- KEMENES, Alexandre; FORSBERG, Bruce R.; MELACK, John M. 2007. "Methane release below a tropical hydroelectric dam". In: *Geophysical Research Letters*, v.34. Washington, D.C., American Geophysical Union.
- _____. 2008. "As hidrelétricas e o aquecimento global". In: *Ciência Hoje*, v.41, n°145. Rio de Janeiro, pp.

-
- 20-25.
- _____. 2011. "CO₂ emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil)". In: *Journal of Geophysical Research*, v.116, n°G3. Washington, D.C., American Geophysical Union.
- MANIFESTO Kayabi, Apiaká e Munduruku contra os aproveitamentos hidrelétricos no rio Teles Pires. 2011. Terra Indígena Kayabi, 1 dez. Disponível em: <<http://www.cimi.org.br/site/pt-br/?system=news&action=read&id=6008>> (acesso: 25 jul. 2014).
- MCCULLY, Patrick. 2006. *Fizzy science: loosening the hydro industry's grip on greenhouse gas emissions research*. Berkeley, International Rivers Network. Disponível em: <<http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/fizzyscience2006.pdf>> (acesso: 27 jul. 2014).
- MILLIKAN, Brent. 2011. *Dams and hidrovias in the Tapajos basin of Brazilian Amazonia: dilemmas and challenges for Netherlands-Brazil relations*. International Rivers Technical Report. Berkeley, International Rivers. Disponível em: <http://www.bothends.org/uploaded_files/in-lineitem/41110615_Int_Rivers_report_Tapajos.pdf> (acesso: 25 jul.2014).
- _____. 2012. Comments to PJRCES on the Teles Pires Hydropower Project (Brazil). Submission by International Rivers to the Perry Johnson Registrars Carbon Emissions Services on the Teles Pires Hydropower Project. Disponível em: <<http://www.international-rivers.org/node/7188>> (acesso: 20 jul. 2014).
- MONTEIRO, Telma. 2011a. "Hidrelétricas ameaçam indígenas Munduruku na bacia do rio Teles Pires (parte II)". 26 ago. Disponível em: <<http://telmadmonteiro.blogspot.com/2011/08/hidreletricas-ameacam-indigenas.html>> (acesso: 25 jul. 2014).
- _____. 2011b. "Três hidrelétricas ameaçam indígenas no rio Teles Pires". 22 ago. Disponível em: <<http://telmadmonteiro.blogspot.com.br/2011/08/tres-hidreletricas-ameacam-indigenas-no.html>> (acesso: 25 jul. 2014).
- MYHRE, Gunnar; BRÉON, François-Marie; COLLINS, William; FUGLESTVEDT, Jan; HUANG, Jianping; KOCH, Dorothy; LAMARQUE, Jean-François; LEE, David; MENDOZA, Blanca; NAKAJIMA, Teruyuki; ROBOCK, Alan; STEPHENS, Graeme; TAKEMURA, Toshihiko; ZHANG, Hua. 2013. "Anthropogenic and natural radiative forcing". In: STOCKER, Thomas F.; QIN, Dahe; PLATTNER, Gian-Kasper; TIGNOR, Melinda M.B.; ALLEN, Simon K;

-
- BOSCHUNG, Judith; NAUELS, Alexander; XIA, Yu; BEX, Vincent; MIDGLEY, Pauline M. (org.). *Climate change 2013: the physical science basis*. Working group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change fifth assessment report. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 661-740. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>> (acesso: 25 jul. 2014).
- OMETTO, Jean P.; PACHECO, Felipe S.; CIMBLERIS, André C.P.; STECH, José L.; LORENZZETTI, João A.; ASSIREU, Arcilan; SANTOS, Marco A.; MATVIENKO, Bohdan; ROSA, Luiz P.; SIDAGIS-GALLI, Corina V.; ABE, Donato S.; TUNDISI, José Galizia; BARROS, Natan O.; MENDONÇA, Raquel F.; ROLAND, Fabio. 2011. "Carbon dynamic and emissions in Brazilian hydropower reservoirs". In: ALCANTARA, Enner H. (org.). 2011. *Energy resources: development, distribution, and exploitation*. Nova York, Nova Science Publishers, pp. 155-188.
- PUEYO, Salvador; FEARNside, Philip M. 2011. "Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de hidrelétricas: implicações de uma lei de potência". In: *Oecologia Australis*, v.15, nº2. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pp. 114-127.
- REID, Walter V.; GOLDEMBERG, José. 1998. "Developing countries are combating climate change: actions in developing countries that slow growth in carbon emissions". In: *Energy Policy*, v.26, nº3. Elsevier, pp. 233-237.
- ROSA, Luiz P.; SANTOS, Marco A.; MATVIENKO, Bohdan; SANTOS, Ednaldo O.; SIKAR, Elizabeth. 2004. "Greenhouse gases emissions by hydroelectric reservoirs in tropical regions". In: *Climatic Change*, v.66, nº1-2. Nova York, Springer, pp. 9-21.
- ROSA, Luiz P.; SANTOS, Marco A.; MATVIENKO, Bohdan; SIKAR, Elizabeth; SANTOS, Ednaldo O. 2006. "Scientific errors in the Fearnside comments on greenhouse gas emissions (GHG) from hydroelectric dams and response to his political claiming". In: *Climatic Change*, v.75, nº1-2. Nova York, Springer, 91-102.
- ROSA, Luiz P.; SANTOS, Marco A.; TUNDISI, José G.; SIKAR, Bohdan M. 1997. "Measurements of greenhouse gas emissions in Samuel, Tucuruí and Balbina dams". In: ROSA, Luiz P.; SANTOS, Marco A. (org.) *Hydropower plants and greenhouse gas emissions*. Rio de Janeiro, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, pp. 41-55.

-
- ROSA, Luiz P.; SCHAEFFER, Roberto; SANTOS, Marco A. 1996. "Are hydroelectric dams in the Brazilian Amazon significant sources of 'greenhouse' gases?". In: *Environmental Conservation*, v.23, nº2. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 2-6.
- SANTOS, Marco A.; Rosa, Luiz P.; MATVIENKO, Bohdan; SANTOS, Ednaldo O.; D'ALMEIDA ROCHA, Carlos H.E.; SIKAR, Elizabeth; SILVA, Marcelo B.; BENTES JUNIOR, Ayr M.P. 2008. "Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas". In: *Oecologia Brasiliensis*, v.12, nº1. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pp. 116-129.
- SANTOS, Sônia M.S.B.M.; HERNANDEZ, Francisco del Moral (org.). 2009. *Painel de especialistas: análise crítica do estudo de impacto ambiental do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte*. Belém.
- SCHIMEL, David *et al.* 1996. "Radiative forcing of climate change". In: HOUGHTON, John; MEIRA FILHO, Luiz G.; CALLANDER, Bruce A.; HARRIS, Neil; KATTENBERG, Arie; MASKELL, Kathy. (org.). *Climate change 1995: the science of climate change*. Contribution of working group 1 to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 65-131.
- WORLD COMMISSION ON DAMS. 2000. *Dams and development: a new framework for decision-making: the report of World Commission on Dams*. Londres/Sterling, Earthscan.