

The text that follows is a PREPRINT.

Please cite as:

Fearnside, P.M. 2013. Credit for climate mitigation by Amazonian dams: Loopholes and impacts illustrated by Brazil's Jirau Hydroelectric Project. *Carbon Management* 4(6):681-696.

doi: 10.4155/CMT.13.57

ISSN: 1758-3004

Copyright: Future Science Group

The original publication will be available at:

Future Science Group, Unitec House, 2 Albert Place, London, N3 1QB, UK

www.future-science.com

Crédito para mitigação das mudanças climáticas por barragens amazônicas: Brechas e impactos ilustrados pelo projeto da Hidrelétrica de Jirau

Philip M. Fearnside*

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, CEP 69060-000, Brasil

Endereço de E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

RESUMO

Hidrelétricas tropicais são hoje um dos principais destinos dos fundos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Quioto, com 1.482 barragens aprovadas para crédito e 840 barragens no "pipeline" ("duto") do MDL aguardando aprovação. Milhares de barragens estão sendo construídas por países, tais como, China, Índia e Brasil, independentemente de qualquer subsídio adicional com base na mitigação do aquecimento global. Créditos de carbono concedidos a projetos que ocorreriam de qualquer maneira permitem que os países que comprem os créditos emitam gases de efeito estufa que não são compensados. O dano ao clima global é ainda maior devido aos procedimentos contábeis do MDL que subestimam os gases de efeito estufa emitidos por barragens tropicais. Mais danos ainda decorrem de fundos de mitigação limitados serem desperdiçados em projetos "não-adicionais", tais como barragens. Um exemplo que indica a necessidade de eliminar o crédito para hidrelétricas é fornecido pela usina de Jirau, atualmente em fase de conclusão, no rio Madeira, próximo da fronteira do Brasil com a Bolívia. A barragem tem impactos severos, além de contribuir ao aquecimento global. O projeto foi aprovado (registrado) pelo Conselho Executivo do MDL em 17 de maio de 2013.

PALAVRAS-CHAVE:

Amazônia; barragens; aquecimento global; efeito estufa; hidrelétricas; metano; mitigação

1. Introdução

Em 17 de Maio 2013, a Diretoria Executiva ("*Executive Board*") do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) aprovou o projeto de Jirau para obtenção de crédito de carbono, tornando-se o maior projeto de "energia renovável" do MDL até agora em termos de toneladas de CO₂-eq supostamente mitigados [101]. Isso faz com que o exame deste exemplo seja especialmente relevante, sendo que os problemas causados pela concessão de créditos de carbono não podem ser descartados como aberrações que seriam eliminadas pela validação e pelo processo de revisão do MDL. Na verdade, a grande maioria das propostas é aprovada, e o processo de revisão do MDL não resulta em um portfólio de projetos aprovados que seria sanado dos seus muitos problemas. O objetivo do presente trabalho é um questionamento das próprias diretrizes do MDL, e não a questão se este projeto em particular atende aos critérios atuais do MDL.

O Protocolo de Quioto foi negociado em 1997 e entrou em vigor em 2005 com a finalidade de reduzir as emissões globais líquidas de gases de efeito estufa, contribuindo assim para manter a concentração atmosférica abaixo do nível que seria "perigoso" para o sistema climático. O primeiro período de compromisso do Protocolo foi de 2008 a 2012, e as atividades de mitigação nos próximos períodos de compromisso do Protocolo de Quioto ou sobre acordos que o substituí terá de se beneficiar da experiência adquirida até hoje. Uma característica importante do Protocolo de Quioto é o MDL, que permite que os países que aceitaram um limite máximo, ou "teto", sobre as suas emissões nacionais (países do Anexo-I) possam cumprir parte dos seus compromissos de redução de emissões através de projetos em países sem um teto nacional (países não-Anexo I). Como os países anfitriões desses projetos não têm limites nacionais, não há nenhuma salvaguarda na contabilidade a nível nacional de emissões de gases de efeito estufa para evitar danos ao clima, caso que os benefícios reivindicados em nível de projeto não reflitam as verdadeiras reduções de emissões líquidas. O Protocolo de Quioto exige, portanto, que todas as reduções de emissões do MDL sejam "adicionais" àquelas que teriam ocorridas na ausência do projeto. Isto dá origem ao termo "adicionalidade" para descrever o grau em que a redução de emissões não ocorreria sem essa ajuda.

É importante manter uma distinção clara entre o que é "adicional" no espírito do Protocolo de Quioto e o que é classificado como tal, pela aplicação dos procedimentos operacionais adotados na implementação do MDL. Estes definitivamente não são a mesma coisa. A realização do objetivo do Protocolo de Quioto na redução das emissões líquidas globais de gases de efeito estufa exige que os projetos de MDL financiados deveriam, de fato, apenas ser realizados por causa da receita da venda de créditos de carbono. Isto é muito diferente de justificar a classificação como "adicional", por meio do fornecimento de valores para a taxa interna de retorno (*internal rate of return* [IRR]), que, após uma série de ajustes permitidos pela MDL, implica que as barragens, de outra forma, não seriam rentáveis. O presente trabalho usa o termo "adicional" no sentido do espírito do Protocolo de Quioto, salvo indicação em contrário. O foco do presente trabalho é sobre a adequação ou inadequação das atividades do MDL em subsidiar as hidrelétricas tropicais como um meio de combater o aquecimento global - e não sobre se ou não o pedido de crédito de carbono pelo caso exemplificado (Jirau) está em conformidade com os regulamentos atuais do MDL. Hidrelétricas, que se tornaram uma das formas dominantes de mitigação no MDL, raramente são adicionais, já que elas têm sido e continuam sendo construídas pelos países anfitriões, sem recorrer à renda adicional de créditos de carbono.

O MDL tem um processo de três passos. Na primeira etapa, a equipe de projeto do MDL contrata uma Entidade Operacional Designada (DOE), que é uma entidade independente designada pela Diretoria Executiva do MDL para realizar o trabalho de validação. O segundo passo é a "validação" pela DOE, incluindo visitas ao local e entrevistas. O andamento do projeto pode ser visto como parte do "*pipeline*" ("duto") de projetos que são monitorados pelo Centro Risoe, do Programa das Nações Unidas do Meio Ambiente (PNUMA) [102]. Este monitoramento é baseado em informações coletadas de validadores, e é independente do Conselho Executivo do MDL. O terceiro passo é o pedido dos desenvolvedores do projeto ao Conselho Executivo para o "registro", e a posterior revisão e aprovação pelo Conselho. Uma vez registrado, o projeto é elegível para receber créditos de carbono. A concessão real de crédito de carbono (Reduções Certificadas de Emissões [CERs]), será feita depois de cada ano do projeto (ou outro período de tempo), momento em que outro DOE irá verificar se as reduções de emissões foram alcançados e, se o DOE achar

que as reduções ocorreram, a Diretoria Executiva do MDL concederá CERs como produto comercializável resultante.

Até 1 de dezembro de 2012, o MDL havia emitido crédito para 586 projetos hidrelétricos. O número acumulado de projetos hidrelétricos inscritos aumentou de 1.225 para 1.482 entre 3 de junho e 1 de dezembro de 2012, o que representa uma taxa de quase duas barragens por dia de aprovação. Outros 896 projetos haviam sido registrados, mas ainda sem emissão de crédito, e 840 barragens estavam no "*pipeline*" aguardando a conclusão do processo de aprovação para o financiamento do MDL [102]. A grande maioria dos projetos que entram na tubulação do "*pipeline*" são aprovados: a taxa de rejeição global do MDL é de 19,8% durante a fase de validação, após o qual 4,2% são rejeitadas pelo Conselho Executivo [102]. Para projetos hidrelétricos listados pelo Centro Risoe como tendo havido uma decisão (ou seja, tanto como tendo sido rejeitado ou que tenha passado pela fase de registro), apenas 14,2% havia sido rejeitado [102].

Para o período que termina em 2012, o montante de CERs emitidas para a energia hídrica foi de 112,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (CO₂-eq, ou seja, a soma do impacto de todos os gases de efeito estufa, como o metano, expressa como a quantidade de dióxido de carbono que teria o mesmo impacto no aquecimento global ao longo de um período de 100 anos). No entanto, para todos os projetos hidrelétricos aprovados e no "*pipeline*" global, o número total anual de CERs para o período até 2012 deverá ser de 331,2 milhões de toneladas de CO₂-eq [102], o que equivale a 90,3 milhões de toneladas de carbono por ano. O número de CERs esperado para o período 2013-2020, a partir de projetos hidrelétricos aprovados até 1 de dezembro de 2012, totaliza mais de 7 bilhões de toneladas de CO₂-eq [102]. Para efeito de comparação, o total de emissões dos Estados Unidos a partir de combustíveis fósseis em 2010 foi estimado em 6,8 bilhões de toneladas de CO₂.eq ([1], p. 14).

Pouco do carbono representado por CERs de hidrelétricas é adicional àquele que teria sido emitido sem os projetos (por exemplo, [2-4]). Os países que compram as CERs, portanto, emitem carbono para a atmosfera, sem qualquer compensação verdadeira das emissões pelos projetos de MDL. Projetos hidrelétricos no MDL também consomem uma parte substancial do dinheiro que o mundo tem para combater o aquecimento global, a quantidade de crédito ao longo de 2012 (um total anual de 331,2 milhões de toneladas de CO₂-eq para a aprovação e projetos no "*pipeline*" valeria 8,5 bilhões de dólares dos EUA (US\$), considerando o preço do CER (cerca de US\$ 25/tonelada CO₂-eq) de 2008 usado no Documento de Concepção de Projeto (*Project Design Document* = PDD) de Jirau ([103], p. 52). Note-se, no entanto, que os preços dos CERs são altamente voláteis: eles têm caído desde 2008, mas aumentariam drasticamente se as negociações internacionais alcançarem compromissos de redução substanciais de emissões. O gasto de parte dos fundos disponíveis para projetos de mitigação em projetos não adicionais significa que projetos com benefícios climáticos reais não serão realizados. As propostas hidrelétricas representam 26% do total de créditos de carbono no "*pipeline*" do MDL [102]. A usina de Jirau, no rio Madeira, na Amazônia brasileira, fornece um exemplo que ilustra esses problemas.

2. A Hidrelétrica de Jirau e MDL

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, do Protocolo de Quioto, se destina a fornecer um meio pelo qual os projetos em países em desenvolvimento possam ser financiados através da venda de créditos de carbono aos países desenvolvidos (países do

Anexo I). Desta maneira, permitirá que os países desenvolvidos atendam em as suas quotas (quantidades atribuídas) de emissões do Protocolo de Quioto, de forma mais barata e, ao mesmo tempo, ajudem os países em desenvolvimento a alcançar o "desenvolvimento sustentável". Uma das partes mais polêmicas do MDL tem sido projetos de hidrelétricas, especialmente em áreas tropicais, como a Amazônia brasileira (por exemplo, [5, 6]). O registro (aprovação) do Conselho Executivo do MDL do projeto de MDL para Jirau em 17 de maio de 2013 é de efeito retroativo até 26 de dezembro de 2012, assim permitindo o projeto vender créditos de carbono para o Esquema da União Europeia de Comércio das Emissões (EU-ETS) [101].

As barragens do rio Madeira (Jirau e a barragem adjacente de Santo Antônio) estão atualmente em fase de conclusão. O rio Madeira é um dos principais afluentes do rio Amazonas que drena partes de Brasil, Bolívia e Peru (Figura 1). A sua vazão média em Jirau (17.686 m³/s) é 24% maior do que o do rio Yangze, da China na barragem das Três Gargantas. As barragens do rio Madeira têm sido, durante muitos anos, assunto de intensa oposição de grupos preocupados com o meio ambiente e os direitos humanos (ver [104]). Estas barragens certamente não seriam consideradas como sendo "desenvolvimento sustentável" na compreensão da maioria das pessoas, desse termo muito flexível. No entanto, a exigência do Protocolo de Quioto que todos os projetos de MDL contribuam para o "desenvolvimento sustentável" ([7], o artigo 12, § 2º) tem sido efetivamente neutralizada por uma decisão de que cada país decide por si o que o é "desenvolvimento sustentável", e qualquer projeto apresentado ao MDL pela é Autoridade Nacional Designada (DNA) do país anfitrião é presumido automaticamente para representar o "desenvolvimento sustentável". O projeto de Jirau já passou pelas várias etapas no processo de aprovação do MDL, culminando com a entrega de um "relatório de avaliação oficial" [8] em 17 de maio de 2013 e a aprovação do projeto no mesmo dia pelo Conselho Executivo do MDL. O relatório foi duramente criticado durante o período de comentário público [9], assim como foi criticado o PDD do projeto Jirau [105-106]. Um exame do caso Jirau revela a incapacidade do atual sistema de avaliação de projetos no MDL para impedir a aprovação de projetos que contrariam o objetivo global do Protocolo de Quioto e da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), conhecida como a "Convenção de Clima", por fazer mal ao clima global, além de causar impactos ambientais e sociais notáveis no país anfitrião (e, neste caso, em dois países vizinhos também).

[Figura 1 aqui]

Localizada no Estado de Rondônia, próximo da fronteira com a Bolívia (9° 15' 17,96" S; 64° 38' 40,13" O), a hidrelétrica de Jirau está sendo construída pela multinacional francesa GDF Suez, juntamente com a Energia Sustentável do Brasil SA, que é um consórcio formado pela GDF Suez (60%), Eletrosul (20%) e Chesf (20%). Em 2 de julho de 2013 o governo brasileiro aprovou a proposta de venda de uma participação de 20% pela GDF Suez à empresa japonesa Mitsui. O início da produção comercial de energia foi adiado várias vezes, e começou em setembro de 2013, a capacidade instalada plena de 3.750 MW deverá entrar em operação até 2015. O PDD para a proposta de crédito de carbono [103] é semelhante a outras propostas de MDL para barragens. O Projeto Hidrelétrico Jirau concluiu a versão final do seu PDD em 12 de abril de 2012, e o processo de validação começou em 24 de abril de 2012. Ressalto mais uma vez que o atual trabalho se destina a examinar a raciocínio para as regras atuais do MDL para concessão de crédito de carbono para usinas hidrelétricas (usando Jirau como um exemplo), e não se o projeto de carbono de Jirau está em conformidade com

as regras atuais do MDL. Os problemas incluem a falta de adicionalidade, subestimação das emissões de gases de efeito estufa pela própria barragem, as emissões provenientes do desmatamento induzido pela barragem, e muitos impactos além do carbono na área ambiental e social. O autor pode atestar que muitos dos problemas aqui analisados também se aplicam às outras três grandes hidrelétricas que apresentaram projetos de carbono para o MDL na região amazônica do Brasil (Santo Antônio, Teles Pires e Dardanelos). Esses problemas, incluindo a falta de uma verdadeira adicionalidade, parecem ser comuns a muitos projetos de barragens em todo o mundo (por exemplo, [108]).

3. Impactos ambientais e sociais

3.1. Jirau e o desenvolvimento sustentável

O PDD de Jirau afirma que "A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME) brasileiro, Considera aspectos econômicos e sociais, bem como do meio ambiente Neste contexto, a EPE também considera a inserção do Brasil em acordos internacionais Esta visão implica que todos os custos e benefícios externos são avaliados de forma adequada para identificar projetos mais benéficos e para maximizar seus benefícios socioeconômicos e minimizar seus impactos" ([103], p. 5). A ironia dessa interpretação é aparente, dada a enorme acumulação de críticas da sociedade civil aos planos da EPE, e das barragens do rio Madeira em particular, com base em seus impactos socioeconômicos e ambientais (ver, por exemplo: [10 -12, 104, 109]). Uma carta de 2010 ao presidente da GDF Suez, de 16 grupos ambientais [13], descreve múltiplas deficiências em lidar com os impactos ambientais e sociais em Jirau. Estes problemas levaram a GDF Suez a ser eleita uma das finalistas de 2010 para o prêmio "*Public Eye*", que é concedido anualmente à empresa mais irresponsável do mundo [113].

O PDD afirma que "... o HPP [projeto da usina hidrelétrica] Jirau está sendo desenvolvido de acordo com as melhores práticas e padrões técnicos e ambientais" ([103], p. 5). A população local e os grupos da sociedade civil mencionados acima contestariam essa afirmação. Como o jornal *Folha de São Paulo* o descreveu, o processo de licenciamento foi uma "coleção de erros" [14]. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de Jirau foi feito em conjunto com a hidrelétrica vizinha de Santo Antônio [15]. A licença prévia e a licença de instalação foram concedidas apesar do parecer negativo da equipe técnica do órgão ambiental federal, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) [16, 17, 107].

Todos os projetos de MDL devem contribuir para o "desenvolvimento sustentável" ([7], o artigo 12, § 2º). O desenvolvimento sustentável é geralmente considerado como tendo três pilares: social, ambiental e econômico. O PDD enfatiza os benefícios sociais dos empregos gerados pelo projeto de construção, apontando que "mais de 70% dos trabalhadores são contratados localmente" ([103], p. 6). No entanto, isso aparentemente deve significar que os trabalhadores "contratados localmente" incluem os trabalhadores migrantes que viajaram de outras partes do Brasil para o canteiro de obras por conta própria antes de serem contratados. Uma comissão parlamentar do Congresso Nacional brasileiro está realizando audiências para determinar se houve tráfico de seres humanos para trazer trabalhadores "escravos" para Jirau de outros estados [18]. Os problemas sociais causados pela migração em massa para o canteiro de obras e área circundante seria melhor descrito como um impacto negativo do que como um benefício do projeto (por exemplo, [19, 20]). Uma indicação de que as condições de trabalho no local de construção não são tão ideais é dada pela agitação

trabalhista persistente em Jirau, incluindo dois grandes incidentes de incêndio criminoso (por exemplo, [21]). Embora o descontentamento com trabalho seja um fenômeno comum, as revoltas em Jirau se destacam entre todas as centenas de obras que foram estabelecidas no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

3.2. O bloqueio da migração de peixes

Um dos principais impactos não mencionados no PDD é o bloqueio da migração de peixes. O único aspecto disto mencionado é que as turbinas bulbo usadas na usina vai matar menos das larvas de peixes que descem o rio do que seria o caso de outros tipos de turbinas ([103], p. 5). Os leitores do PDD não terá nenhuma ideia do grande impacto esperado da barragem (junto com a hidrelétrica de Santo Antônio em construção imediatamente a jusante de Jirau) na eliminação da pesca dos bagres gigantes do rio Madeira (*Brachyplatystoma rouxeauxii* e *Brachyplatystoma platynemum*), não só na parte brasileira do Madeira, mas também no Peru e na Bolívia (por exemplo, [22-24]). Esses bagres foram, até agora, uma importante fonte de renda e de alimento para a população local na Bacia do Madeira nestes três países, e os projetos de barragens nem sequer admitem, muito menos compensam, a perda dos meios de subsistência.

3.3. Inundações na Bolívia

A inundações na Bolívia é uma parte importante da controvérsia em torno da represa de Jirau. Porque a extremidade superior do reservatório está prevista para terminar justamente na fronteira Brasil/Bolívia (na cidade de Abunã), qualquer aumento do nível da água inundará terras na Bolívia. A barragem pode causar a elevação do nível da água no rio a montante de Abunã de duas maneiras. Uma delas é por um aumento proposital na gestão da água, onde o nível da água junto à barragem é aumentado assim estendendo o reservatório propriamente dito para dentro da Bolívia. A outra é a formação esperada de um "remanso superior", onde os sedimentos grossos acumulam na extremidade superior do reservatório e este amontoado de sedimentos impedirá o fluxo de água fazendo com que o nível de água suba acima do seu nível natural no trecho do rio a montante além daquilo que está definido oficialmente como "reservatório".

Inundações na Bolívia não é mencionada como um impacto. O PDD afirma que os níveis de água em Abunã devem "seguir a sua variação sazonal natural" ([103], p. 8), como exigido por uma decisão de 2006 da Agência Nacional de Águas (ANA) (Resolução ANA 555/2006). A alegação de que não iria ocorrer inundações na Bolívia tem sido contestada várias vezes [17,23, 25, 26, 110]. A questão é delicada diplomaticamente. A sedimentação e a consequente elevação dos níveis de água no remanso superior devem resultar em inundações em território boliviano, tanto ao longo do rio Madeira quanto do rio Abunã (afluente do Madeira, que também faz parte da fronteira Brasil-Bolívia). Os impactos das inundações incluiriam efeitos sobre uma área protegida no lado boliviano do rio Madeira acima da cidade de Abunã. Uma análise detalhada da "controvérsia sedimentos" do rio Madeira está disponível em [17] e informações adicionais estão disponíveis em [114].

O EIA considera o reservatório a ser mais curto em comprimento em qualquer nível de água durante o período de cheia do que durante o período da vazante ([15], Tomo A, p. VII-8). Para evitar inundações na Bolívia, a operação planejada da barragem no PDD ([103], p. 9) seria de manter o nível de água na barragem em 90 m acima do nível do mar durante quatro meses (janeiro-abril), em 85 m por quatro meses (maio, junho, novembro e dezembro),

e em 82,5 m para quatro meses (julho a outubro). O efeito é calculado apenas para o comprimento do reservatório, por si só, e não para o remanso superior. A gestão planejada do nível da água não vai impedir a formação de um monte de sedimentos na parte superior do reservatório, e, conseqüente, a inundação na Bolívia pela água que é retida por este impedimento. O rio Madeira tem uma das mais altas cargas de sedimentos no mundo, representando cerca da metade de todo o sedimento no rio Amazonas [27].

O plano de gestão de água apresentado no PDD para evitar inundação na Bolívia ([103], p. 9) especifica níveis de água mais baixos em 6 meses do ano, em comparação com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de 2005 ([15], Tomo I, p. VII-13), e não existem meses em que o plano no PDD especifica níveis mais elevados (Tabela 1). Além de mostrar a imprecisão da afirmação enfática no EIA de 2005 alegando que o plano apresentado no referido documento não causaria inundação na Bolívia ([15], Tomo A, p. VII-16), os níveis mais baixos implicam em menos de geração de energia e em um aumento na "adicionalidade" calculada das reivindicações de crédito de carbono. Mais importante ainda, qualquer um dos planos de operação torna claro o impacto muito significativo, na operação de Jirau, da existência da fronteira internacional com a Bolívia na extremidade superior do reservatório. Operar o reservatório durante grande parte do ano a um nível de água abaixo da cota "máxima normal" de 90 m implica em menor geração de eletricidade devido à queda mais baixa na represa. Embora a expectativa inicial era que o reservatório de Jirau seria operada com a cota do reservatório em 90 m ao longo do ano todo (por exemplo, [28], p. 2.155-2.167), o plano foi modificado em 2004, para adotar um nível variável do reservatório, a fim de evitar a inundação na Bolívia ([29], Vol. 1, p. 2.2). Isso levanta a possibilidade de que o consórcio pode estar esperando que, em algum momento futuro, o Brasil poderá chegar a um acordo com a Bolívia para que o nível da água seja aumentado para 90 m (ou talvez até superior) ao longo do ano. O Brasil está negociando com a Bolívia sobre a hidrelétrica binacional planejada de Guajira-Mirim (também conhecida como a hidrelétrica de Cachoeira Ribeirão ou como a hidrelétrica "Binacional") a montante de Jirau [31, 32]. Além de adicionar à inundação pelo reservatório de Jirau, elevar o nível de água além do especificado no PDD poderia fazer o crédito de carbono que a usina de Jirau reivindicou consideravelmente menos "adicional" do que os cálculos apresentados ao MDL implicam.

[Tabela 1 aqui]

Em 2 de julho de 2013 a Agência Nacional do Brasil de Energia Elétrica (ANEEL) solicitou ao Ministério das Minas e Energia (MME) para iniciar uma negociação com a Bolívia para permitir o aumento do nível da água em Jirau [32]. É intrigante que a ANEEL fez esta solicitação apenas 46 dias depois que o Conselho Executivo do MDL aprovou o projeto de Jirau para o crédito de carbono. A receita de energia extra que será gerada se a Bolívia permitir que seu território seja inundado pelo reservatório propriamente dito faria com que a afirmação do projeto de MDL que a barragem seria economicamente inviável sem crédito de carbono ainda menos crível. Pode-se argumentar que o PDD deve ter coberto essa possibilidade, tanto na análise de investimentos como na descrição dos impactos do projeto, uma vez que o pedido para a Bolívia parece indicar a intenção dos desenvolvedores do projeto para operar a barragem no nível de água mais elevado.

3.4. Outros impactos

Vários outros impactos da barragem não estão mencionados no PDD, tais como a metilação de mercúrio em baías ao longo das margens do rio [33], impactos sobre a biodiversidade e

vários impactos sociais. Um impacto não mencionado com relevância para as emissões de gases de efeito estufa é que a barragem está fornecendo um elo para uma série de hidrovias planejadas que promovem o avanço da soja em áreas de floresta tropical no Brasil e especialmente na Bolívia, assim causando emissões e outros impactos do desmatamento [34-36]. Os benefícios das hidrovias são enfatizados no estudo da viabilidade da usina de Jirau ([29], Vol. 1, p. 1.21-1.24). As taxas de desmatamento atuais têm aumentado consideravelmente nas imediações de Jirau e da barragem adjacente de Santo Antônio [37]. Esta área foi o maior foco de desmatamento na Amazônia em dezembro de 2010 [38, 39]. Desmatamento substancial no futuro pode ser esperado a montante para plantio de soja em áreas a serem atendidas pelas hidrovias planejadas [79]. O PDD, no entanto, afirma que a barragem não terá nenhum "vazamento", causando emissões fora da área do projeto ([103], p. 59). Outro impacto do desmatamento foi um desgazeteamento (desafetação) em 2009, de 140 mil ha da Reserva Estadual do Rio Verde para acomodar Jirau. A Reserva Federal Rio Pardo teve sua área aumentada pelo mesmo montante para compensar isso, mas apenas a metade da área acrescentada à reserva tinha floresta, o resto havia sido desmatado e estava ocupada por 5.000 famílias [40, 107]. Isto implica uma perda líquida de 70.000 ha de floresta protegida devido à barragem de Jirau.

4. Emissões de e gases de efeito estufa

4.1. Brechas no MDL

O PDD classifica a barragem apenas como uma "fonte de emissões menor" de metano ([103], p. 13), mas deixa claro que, oficialmente, as emissões são zero e que nenhuma medição ou monitoramento é necessário ([103], p. 58). Não há estudos técnicos são citados para substanciar a alegação de que a barragem seria apenas uma fonte "menor" de metano. A afirmação baseia-se na brecha no regulamento do MDL classificação de barragens por densidade de potência, ou seja, a razão entre a capacidade instalada e a área do reservatório. Barragens com reservatórios pequenos e grandes capacidades instaladas são autorizados a alegar que eles não têm emissões. Na realidade, ter um reservatório pequeno reduz, mas não elimina, as emissões a partir da superfície do reservatório (em adição às que resultam de emissões provenientes de outras fontes, incluindo desmatamento).

A brecha na regulamentação do MDL que permite barragens com altas densidades de potência reivindicar emissões zero especifica 10 W/m^2 como limite para a isenção completa (ver [2]). Jirau reivindica uma densidade de $18,05 \text{ W/m}^2$ de energia, permitindo que o PDD a concluir que "Portanto, as emissões do projeto podem ser negligenciadas" ([103], p. 7). Regulamentos do MDL permitem ser calculada a densidade de potência não da maneira normal, como uma razão simples entre a capacidade instalada a área do reservatório, mas usando o "aumento de área do reservatório" como o denominador. Isto significa não contar o leito natural do rio, que as propostas de MDL tomam para incluir não só o canal do rio, mas também a vasta área que fica temporariamente inundada no auge do período da cheia nos rios amazônicos. Estas áreas de floresta de várzea possui uma vegetação adaptada para sobreviver à inundação durante vários meses, mas não às inundações permanentes, como ocorre quando essas árvores se tornam parte de um reservatório. O PDD Jirau utiliza um "aumento de área do reservatório" de $207,74 \text{ km}^2$ ([103], p. 8), em vez da área total de reservatório de $361,60 \text{ km}^2$ ([103], p. 9). Se a densidade de potência for calculada utilizando a área do reservatório cheio e a configuração atual de 3.750 MW , o resultado seria de $10,4 \text{ W/m}^2$, ou só um pouco acima do limite de 10 W/m^2 para fazer uso da brecha para considerar as emissões da barragem como sendo zero. Se as 3.300 MW de capacidade instalada originalmente planejada

fosse utilizada, a densidade de potência teria sido $9,1 \text{ W/m}^2$, fazendo com que o projeto não seja elegível para reivindicar emissões zero. Acrescentar as seis turbinas extras após a alteração da localização da barragem em 2009 dá uma dupla garantia de ser capaz de aproveitar a brecha.

O fato que o regulamento do MDL não considera a área inteira do reservatório é, aparentemente, baseado na suposição errônea de que a água sobre o leito natural do rio não emite metano (ver [2]). O regulamento do MDL, que permite barragens com densidades de potência superior a 10 W/m^2 reivindicarem emissões zero é baseado em uma “submissão” (relatório) por Marco Aurélio dos Santos e Luiz Pinguelli Rosa [41]. Esta submissão também é a origem da baixa emissão de $100 \text{ g de CO}_2/\text{kWh}$ atribuído a barragens na faixa de $4\text{-}10 \text{ W/m}^2$ (Nota, o limite inferior de 4 W/m^2 foi estabelecido em 2007; anteriormente o limite era 5 W/m^2). Estes valores de emissões presumidas ignoram as principais fontes de liberação de metano na maioria das barragens (as turbinas e os vertedouros), bem como subestimam as emissões de superfície do reservatório devido a uma série de erros matemáticos (ver: [6, 42]). O limite de 10 W/m^2 resulta de uma sugestão de Luiz Pinguelli Rosa, ex-presidente da Eletrobrás, em 1996 (ou seja, antes do Protocolo de Quioto) sobre os supostos benefícios climáticos da proposta barragem de Belo Monte ([43]; contestada por [44]). Esta continua sendo uma controvérsia importante até os dias de hoje [45-50].

4.2. Emissões de Jirau

O PDD cita repetidamente documentos oficiais (por exemplo, [103] p. 18-19) referindo-se a energia hidrelétrica como "limpa" ou como uma "fonte não-emissora" (por exemplo, [51, 52]). A suposição de que a energia hidrelétrica é uma energia limpa tem sido contestada, especialmente para as barragens da Amazônia (por exemplo, [6]). Embora a alegação de que a energia hidrelétrica é limpa tem sido repetida tantas vezes que a maioria das pessoas ficam surpresas ao saber de outro modo, tais alegações têm sido cientificamente insustentáveis há algumas décadas [53]. Vários estudos indicam grandes emissões em represas tropicais (por exemplo, [54-60]). A alta vazão de água através do reservatório de Jirau vai resultar em emissões mais baixas do que em outras represas amazônicas, mas as emissões não serão zero.

A questão de se a água do reservatório irá estratificar é importante para o potencial de emissões. Em grandes reservatórios, como o da barragem de Tucuruí, no rio Tocantins, no Estado do Pará, a água se divide em camadas, com água quente em uma camada de superfície de 2-10 m de espessura (o epilímnio), que está em contato com o ar e contém oxigênio, e água fria em uma camada inferior (a hipolimnion), onde o oxigênio é quase completamente ausente. A água anóxica na parte inferior significa que o CO_2 não pode formar, e toda a decomposição da matéria orgânica nos sedimentos produz o metano (CH_4) em vez do CO_2 . Vários estudos têm mostrado altas emissões de CH_4 em reservatórios tropicais estratificados (ver [6]).

O EIA para Jirau calcula que a água no reservatório não será estratificada, com base no tempo de reposição e na equação de densidade de Froude que relaciona a estratificação com a velocidade da água ([15], Vol. 7, p. 3.8). Os modelos unidimensionais utilizados no EIA foram criticados por Forsberg e Kemenes [33] como inadequados para modelar a estratificação em um reservatório de formato irregular, e esses autores esperam a estratificação ao longo das bordas do reservatório. A estratificação ocorreria nas baías e outras características onde as velocidades da água são muito menores do que a média para o

reservatório como um todo, utilizada nos cálculos do EIA. A estratificação, com água de fundo anóxica, pode ser esperada nas bocas inundadas de afluentes que entram no reservatório, como mostrado por simulações realizadas pelos proponentes, a pedido do IBAMA ([61], o Anexo V). Os sedimentos anóxicos nestas áreas das margens podem ser esperados para produzir metano, uma parte do qual seria emitida através da superfície. No entanto, ao contrário dos reservatórios com estratificação mais generalizada, a maior parte da porção do metano dissolvido que não alcança a superfície na forma de bolhas vai ser impedida de atingir as turbinas. Isto é devido à presença de água com maior teor de oxigênio no canal principal, onde a água está em movimento rápido. No entanto, medições recentes no reservatório de Santo Antônio, que é muito semelhante e está localizado imediatamente a jusante de Jirau, indicam fluxos elevados de gás metano a partir da superfície da água nos afluentes ([62], p. 25), sugerindo que os afluentes são estratificados, enquanto uma alta concentração de metano na água imediatamente abaixo da barragem de Santo Antonio ([63], p. 28) indica que nem todo o metano é oxidado antes de atingir as turbinas.

Jirau terá quatro “bolsões”, ou baías rasas ao longo da margem oriental do reservatório ([61], Anexo V). Estas estarão associadas a dois riachos (igarapés) afluentes (Jirau e Caiçara), o rio Mutum-Paraná (que é o maior afluente que entra no reservatório) e o “Bolsão do Mutum”, formado pelo rio Cotia (um afluente do Mutum-Paraná). No nível da água de 90 m, as áreas destas baías serão de 9,84, 17,84, 22,27 e 18,24 km², respectivamente ([61], pp. 124-125). Uma vez que o reservatório Jirau só começou foi enchido em 2013, ainda não há medições disponíveis de fluxos. No entanto, foram feitas medições de fluxo, em fevereiro de 2012, em dois afluentes do reservatório de Santo Antônio; os afluentes emitiam 16 e 39,6 mmol/m²/dia de CH₄, respectivamente ([62], p. 25). No rio principal os fluxos foram mínimos: 0-0,5 mmol/m²/dia. Isso pode, pelo menos, dar uma ideia da magnitude do fluxo de Jirau, embora a incerteza é, obviamente, muito grande. Em duas das quatro baías de Jirau é esperado que ocorre a estratificação quando o nível da água for de 90 m: aquelas associadas com os igarapés de Jirau e Caiçara ([61], p. 148). O “Bolsão do Mutum” teria quase nenhum oxigênio devido ao tempo de reposição muito lento, mas é muito raso para estratificar ([61], p. 235). De forma conservadora, considerando apenas os igarapés de Jirau e Caiçara e a média dos fluxos dos dois fluxos medidos em Santo Antônio, as emissões de superfície desses afluentes do reservatório de Jirau somariam 4.494 toneladas de CH₄/ano, o que equivale a 94.372 t CO₂-eq. Esta quantidade de CO₂-equivalente é calculada considerando o valor do Potencial de Aquecimento Global (GWP) de 21 para CH₄ ainda utilizado pelo MDL (valores de GWP mais recentes, tais como o valor de 28-34 para CH₄ no Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) para o mesmo horizonte temporal de 100 anos, implica um maior impacto de barragens [80]). O Quinto Relatório de Avaliação apresenta também um valor GWP de 86 para um horizonte temporal de 20 anos [80], que é mais relevante às políticas para evitar um aumento de temperatura superior a 2° C, o que implica em uma quadruplicação do impacto das barragens. Se o “Bolsão do Mutum” emitirem no mesmo nível, essas emissões aumentariam em cerca de 50%. Estes valores de emissão presumem que o nível da água ficará em 90 m o ano todo, o que se aplicaria se as negociações com a Bolívia são bem sucedidas. Caso contrário, estes afluentes seriam completamente estratificados por 8 meses do ano e “intermitente” por mais de 3 meses ([61], p. 148). A operação no nível de 90 m durante o ano inteiro pode resultar na estratificação do rio Mutum-Paraná durante o período de baixa vazão neste afluente (julho a dezembro). O perigo de estratificação do Mutum-Paraná foi destacado por Forsberg e Kemenes [33], no contexto da metilação de mercúrio. O consórcio ficou suficientemente preocupado com a possibilidade de emissões de gases de efeito estufa no Mutum-Paraná que removeu a vegetação com tratores de esteira na parte da

área a ser inundada e enterrou a biomassa em covas rasas (ver fotografias em [8], p. 186-187).

O CO₂ será lançado pela decomposição aeróbia da vegetação alagada pelo reservatório de Jirau, inclusive da floresta morta da várzea. Considerando as áreas de cada tipo de vegetação (com o reservatório menor que teria sido criado com a barragem em sua localização inicialmente prevista) e as estimativas de biomassa (apenas acima do solo) para cada tipo de vegetação apresentado no EIA ([15], Tomo B, Vol. 7, Anexo 2), a decomposição dessa biomassa representa 2,7 milhões de toneladas de emissões de CO₂. Claro que, a desmatamento estimulado em outros locais pelo projeto hidrelétrico e pelas hidrovias associadas representa uma emissão de CO₂ ainda maior.

Em resumo, os afluentes estratificados e outras fontes irão resultar em emissão de gases de efeito estufa. Enquanto os valores podem parecer substanciais, eles são modestos em comparação com a maioria dos outros projetos de hidrelétricas na Amazônia.

5. Adicionalidade e crédito de carbono

5.1. Taxas internas de retorno

O Protocolo de Quioto (Artigo 12, § 5^o) exige que as reduções de emissões reivindicadas por crédito do MDL devem ser "adicionais às que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto". Estabelecer "adicionalidade" exige um cenário hipotético que representa o que teria acontecido sem o projeto de mitigação, e demonstrando que o projeto (neste caso de construção da barragem) não teria ocorrido sem o financiamento do MDL. O ônus da prova para estabelecer a adicionalidade cabe aos desenvolvedores de projetos.

Regulamentos permitem que projetos de MDL para calcular uma taxa interna de retorno (IRR) e compará-lo a um valor de IRR "ponto de referência" ("*benchmark*"), a fim de estabelecer que os fundos do MDL são necessários para tornar a barragem rentável. A IRR representa a maior taxa de desconto na qual um investimento do capital seria considerado rentável. A taxa de desconto é a percentagem pelo qual os custos e benefícios são desvalorizados para cada ano futuro para traduzir valores futuros em seus equivalentes nos termos atuais (ou seja, o valor presente líquido). Há muitos ajustes possíveis utilizados para os valores IRR, com implicações importantes para as decisões de investimento.

A IRR de referência é calculada com base nos custos esperados e as receitas previstas a partir da geração de energia. No caso do projeto de carbono Jirau, esses valores esperados foram baseados no projeto oficial da barragem, na data de início do projeto (22 de julho de 2008, conforme o PDD [103], p. 24). O consórcio liderado pela GDF Suez venceu a licitação de Jirau 19 de maio de 2008, e logo depois anunciou o plano para deslocar a barragem 9,2 km a jusante para a Ilha do Padre, onde os custos de construção seriam menores, supostamente por R\$ 1 bilhão, ou cerca de US\$ 500 milhões [64]. O rio na Ilha do Padre é mais largo do que no local original em Cachoeira Jirau, permitindo turbinas adicionais para aumentar a capacidade instalada. O plano original para a barragem era ter 44 turbinas, totalizando 3.300 MW (o "caso base" utilizado no cálculo dos benefícios de carbono no PDD original, mais tarde revisto para 46 turbinas no PDD atual). Em março de 2010 os planos na Ilha do Padre evoluíram para um projeto com 50 turbinas, totalizando 3.750 MW ([103], p. 26). É evidente que o plano para a represa, com pelo menos 46 turbinas no local a jusante, foi o cenário real

previsto pelos desenvolvedores antes da data de início oficial do projeto de carbono, e que iria desafiar a razão para não acreditar que este também não foi o plano antes da licitação, permitindo assim que o consórcio liderado pela GDF Suez ganhasse o contrato com a licitação com uma lance para a tarifa de energia elétrica 21% menor do que a proposta pelo consórcio rival liderado pela Odebrecht [65]. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) questionou a mudança para a Ilha do Padre, na sua reunião de 17-18 junho de 2008, dado que a mudança deveria ocorrer sem quaisquer estudos ambientais complementares ou consultas com os moradores locais, mas o IBAMA aprovou a instalação a Licença Prévia para Jirau em 14 de novembro de 2008.

Mais tarde, em resposta às críticas do projeto de carbono, o consórcio voluntariamente fez um cálculo da IRR com as seis turbinas adicionais a serem instalados na Ilha do Padre, a fim de mostrar que o projeto de carbono ainda seria considerado adicional nos termos da regulamentação do MDL (ver [66], p. 62). Esta nova versão de 50 turbinas do "cenário otimizado" (a versão anterior era com 46 turbinas) foi apresentado em uma versão revista do PDD (versão 4.0, de 18 de abril de 2012), que calculou um IRR patrimônio de 7,5%, em comparação para 6,8% em um "caso base" revista com 46 turbinas ([103], p. 50). Nenhum recálculo deste tipo é conhecido com o aumento do nível de água que se espera presumindo que a permissão é obtida para o reservatório propriamente dito inundar na Bolívia. No entanto, o estudo de viabilidade de 2004 havia calculado que o efeito da operação da barragem durante todo o ano com o nível de água mais elevado (90 m) seria de aumentar a geração em 12% ([29], Tomo 1, Vol. 1, p. 1.1). O valor de 12% é uma subestimativa do efeito da alteração da atual proposta, uma vez que se baseia no plano de gestão da água no estudo de viabilidade de 2004, e não nos níveis de água mais baixos propostos no PDD, além de estar baseado na menor capacidade instalada com 44 turbinas (3.300 MW). A permissão para inundar na Bolívia tem sido visto como uma solução diplomática provável desde uma reunião dos presidentes do Brasil e da Bolívia em janeiro de 2008, seis meses antes da data de início do projeto de carbono de Jirau [67]. Isto faria com que a hidrelétrica de Jirau seja substancialmente mais rentável e menos propensa a ser considerada adicional.

O PDD enfatiza uma comparação entre os valores para a IRR de 6,8% e 7,5% (para as configurações de 46 e 50 turbinas, respectivamente) com um valor de IRR específica do projeto de 15,7%, o que implica que a barragem seria considerada economicamente inviável por uma ampla margem em ambos os casos ([103], p. 50). No entanto, a decisão do MDL para conceder crédito de carbono foi, aparentemente, com base na comparação, entre um valor de IRR calculado de 10,9%, e um "padrão de referência para as condições de base" de apenas 12,46% (i.e., [66], p. 60). Esta IRR de referência ("benchmark") foi calculada com base no valor de 50% para a alavancagem financeira, ao invés da alavancagem de 70% usada para o valor muito maior da IRR específica do projeto. A alavancagem financeira padrão de 50% é exigido pela Orientação ("*Guidance*") No. 18 de Análise de Investimentos (IA) ([68], Anexo 5), a pedido do validador do projeto ([66], p. 61), e resultou na revisão dos valores de IRR em 2012. O resultado é que Jirau não é mais indicado como sendo antieconômico por uma larga margem, e a barragem provavelmente seria classificada como "não-adicional" (e, portanto, inelegível para qualquer crédito de carbono) se as IRRs foram calculados com 50 turbinas e água durante todo o ano no nível de 90 m acima do nível do mar. As normas do MDL ([69], p. 38-39) indicam que, sendo um projeto registrado, o Jirau já é obrigado a apresentar uma nova PDD com a configuração de 50 turbinas e que, no futuro, teria de entregar uma outra revisão se o nível de água mais elevado for aprovado. Os cálculos revisados da adicionalidade do projeto poderiam resultar na suspensão das CERs.

Projetos de MDL podem escolher entre dois tipos de IRR para os seus cálculos para demonstrar a adicionalidade. Os desenvolvedores do projeto Jirau usaram um modelo de Avaliação de Precificação de Capital (CAPM) para calcular a IRR de referência em termos de retorno líquido sobre o patrimônio. Esta IRR é diferente do cálculo da IRR de projeto com base no Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), a opção utilizada, por exemplo, nos projetos de MDL para as barragens de Teles Pires e Santo Antônio. A IRR é calculada a partir do ponto de vista do acionista, e geralmente tem um valor superior à IRR de projeto, que é a partir da perspectiva do projeto como um todo. Os dois não podem ser comparados diretamente.

Os proponentes de um projeto de MDL tem ampla liberdade na escolha de um valor de IRR para usar como referência. Obviamente, há um interesse inerente em escolher um valor alto para que o projeto hidrelétrico seja classificado como inviável quando comparado com o índice de referência, tornando-se assim "adicional" e elegível para o crédito de MDL. O marco de referência ("benchmark") "específico ao projeto" de 15,7% que o PDD enfatiza para Jirau é calculado no PDD com base em vários fatores de correção ([103], p. 35), incluindo o risco país (2,73%), prêmio de risco (6,20%) e um multiplicador de 1,60 para a Beta ajustada da indústria. A principal justificação para esta referência não é a lógica por trás das correções aplicadas, mas sim a citação da confirmação de um valor quase idêntico em um relatório do Banco Mundial [70], que refere à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) do Brasil como tendo dito [sem referência a qualquer documento] que "os investidores estão dispostos a investir em geração de energia elétrica somente quando as taxas de retorno sejam cerca de 15%" ([103], p. 34). Este valor é repetidamente referido como uma estimativa do Banco Mundial, e o "prestígio e experiência" do Banco são exaltados explicitamente para reforçar a credibilidade deste valor de IRR ([103], p. 34). No entanto, a origem do número é uma declaração não referenciada por um funcionário anônimo de ANEEL.

5.2. Emissões substituídas

O PDD afirma que "o deslocamento de eletricidade ocorrerá na margem do sistema, ou seja, geração termelétrica, principalmente de combustível fóssil, será substituída" ([103], p. 15). No entanto, o Brasil planeja construir dezenas de outras barragens ao longo da próxima década, e uma barragem subsidiada pelo MDL poderia, realmente, estar substituindo outra barragem menos rentável (ao invés de combustíveis fósseis), especialmente se a construção de barragens esteja inviável na ausência de subsídios, como alega o PDD. É claro que as prioridades futuras do Brasil em relação à sua matriz energética poderiam ser diferentes do que as de hoje: a barragem poderia muito bem estar substituindo um futuro programa de eficiência energética ou um projeto de energia eólica, solar ou das marés. Nestes casos, a justificativa para a reivindicação de crédito de carbono para Jirau iria evaporar, mesmo se a barragem fosse realmente adicional.

Por outro lado, o deslocamento de eletricidade pode não ocorrer de forma alguma. A linha de base fundamental é, muitas vezes, concebida como aquela em que fontes mais caras de energia serão "desligadas" na medida em que mais hidrelétricas financiadas pelo MDL começam a gerar. Mas, no caso do Brasil, nada será "desligado". Em vez disso, é esperado que instalações de geração de energia, tanto para energia hidrelétrica e gás, expandirão enormemente ao longo da próxima década [52]. Ao invés de desligar algumas instalações existentes, as novas instalações continuarão a ser adicionadas ao sistema de produção existente. A ajuda adicional do MDL apenas subsidia o crescimento que já está planejado.

Porque projetos de energia MDL são muitas vezes construídos para ampliar a capacidade da rede em vez de substituir a capacidade existente de energia, a Diretoria Executiva do MDL tem dois métodos básicos: um é a "margem operacional" (*operating margin*) no caso de um projeto de MDL que substitua capacidade existente de combustível fóssil e a outra é a "margem de construção" (*build margin*) para ser usado quando a capacidade de "substituir" um projeto que teria sido adicionada à grade na ausência do projeto. No Brasil, a "margem de construção" é geralmente energia hidrelétrica. No entanto, a ameaça de aumento da geração de combustíveis fósseis é frequentemente utilizada pelas autoridades como argumento para relaxar as barreiras de licenciamento ambiental para a construção de barragens (por exemplo, [111]). Nos casos das barragens de Jirau e Santo Antônio, em 2007, o então presidente Luiz Inácio Lula da Silva defendeu que o governo iria construir usinas nucleares em vez dessas hidrelétricas se então ministra do Meio Ambiente Marina Silva não aprovar as licenças para a construção das barragens [112]. Como um país onde mais de 70% da eletricidade vem de hidrelétricas, e onde ainda existem muitos locais sem barragens com potencial hidrelétrico, outras barragens representam a alternativa mais provável. Este seria o caso em uma escala de tempo de anos, mesmo se a geração termelétrica for aumentada temporariamente para compensar deficiências de geração pontuais e atrasos na construção de barragens. Mesmo que as usinas nucleares fossem realmente a alternativa a barragens, como o presidente Lula afirmou, a "margem de construção" não seria a queima de combustíveis fósseis. Obviamente, a escolha dos 100% de combustíveis fósseis como a "margem operacional", em vez de usar a "margem de construção", para o cálculo de adicionalidade no PDD, implica muito mais crédito de carbono e retorno financeiro para o projeto MDL de Jirau.

5.3. O efeito dos subsídios: "políticas E-menos"

A classificação como uma "política E-menos" permite que o efeito de subsídios seja removido do cálculo do IRR esperado do projeto, tornando o projeto parecer ser menos rentável e, portanto, mais provável de ser considerado adicional. O Conselho Executivo do MDL decidiu que "Um cenário de referência será estabelecidos tendo em conta as relevantes políticas e circunstâncias nacionais e / ou setoriais, tais como planos expansão do setor de energia ... "([71], Anexo 3, parágrafo 4). O governo brasileiro tem enormes planos para expansão para o setor de energia [52], que se reflete em crédito subsidiado do banco de desenvolvimento do governo (BNDES). Em comparação com uma IRR calculada com os subsídios existentes, uma IRR hipotética calculada sem os subsídios seria muito menor. A questão de saber se estes subsídios podem ser dispensados de consideração depende se eles são motivados por preocupações com o clima, sendo que a Diretoria Executivo do MDL criou uma exceção para políticas que estimulem as tecnologias menos intensivos em emissões ("políticas tipo E menos" ou "políticas E-menos"), que foram implantadas após o 11 de novembro de 2001 ([71], Anexo 3, parágrafos 6 e 7 (b)). O sub-parágrafo do regulamento específico para "E as políticas menos" não inclui a frase "motivada por" ([71], Anexo 3, parágrafo 6), mas a decisão original da criação desta categoria ([72], Anexo 3, paragrafo 1º), como um de quatro tipos, o termo "motivado por" explicitamente é usado para distinguir dois deles de políticas que são implementadas por outros motivos e que são apenas "por acaso" benéficas para a mudança climática, deixando claro que a motivação climática foi o fator orientador na criação das exceções. As decisões do Conselho Executivo devem refletir a intenção do Protocolo de Quioto, e no Protocolo é muito claro em afastar projetos de MDL para os desenvolvimentos que aconteceriam de qualquer maneira. Isso faz com que o critério "motivado pelo" seja essencial para a manutenção da integridade dos esforços globais para mitigar a mudança climática.

O PDD de Jirau cita o fato que os benefícios da energia hidrelétrica para o clima são mencionados em documentos oficiais recentes como prova de que os subsídios de barragens BNDES são motivadas por preocupações com o clima, tornando-os "políticas E- menos" e, portanto, dispensadas de inclusão na IRR linha de base. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima [51] de 2008 é dada como justificção para considerar o financiamento preferencial para barragens como sendo motivado por preocupações com o clima ([103], p. 46-47). No entanto, o Brasil tem subsidiado barragens fortemente durante muitos anos antes de 2008 através de uma série de medidas em constante evolução. A prática também se estende desde muito antes da aprovação dos Acordos de Marraqueche em 11 de novembro de 2001, que é a data limite para que os subsídios sejam qualificados como "políticas E- menos" [71]. A classificação como "política E- menos" deve significar que a política, neste caso o financiamento subsidiado do BNDES para barragens, seja motivada pela redução das emissões ([72], § 1). A noção de que o apoio do governo brasileiro para o seu programa enorme de construção de barragens na Amazônia, inclusive o Jirau, é motivado principalmente pela preocupação com as emissões de gases de efeito estufa estica os limites da credulidade deste autor, mas, aparentemente, não a dos consultores que elaboraram o PDD e Relatório Oficial de Avaliação.

Seja ou não a intenção dos fundadores do MDL tem sido reinterpretado ao longo dos anos é de pouca importância. O que é evidente é que projetos de barragens estão sendo aprovados para crédito de carbono em grande escala, apesar do fato de que eles são subsidiados pela maioria dos governos por motivos não relacionados às mudanças climáticas, por exemplo, visando o aumento da autonomia energética e a promoção da industrialização. É seguro dizer que a maioria dessas barragens estão sendo construídas pelos países para aumentar a sua oferta total de eletricidade, não para substituir usinas termelétricas existentes. Porque a eletricidade a partir de hidrelétricas no Brasil é muito mais barato do que a energia de usinas termelétricas (desde que os custos ambientais e sociais das barragens sejam ignorados), a expansão da energia hidrelétrica continuaria à taxa máxima possível, sem recorrer a um subsídio com base em supostos benefícios climáticos.

As hidroelétricas recebem condições de financiamento favoráveis do BNDES. Estes incluem taxas de juros menores, em parte por uma mudança na política do BNDES em 2007 para oferecer grandes projetos hidrelétricos taxas calculadas a partir de um "spread básico" de apenas 0,5%, contra 1,8% para a geração com combustíveis fósseis ([103], p. 47). "Spread básico" refere-se à diferença entre as taxas de juros de um banco para empréstimos e depósitos. É irônico que o valor de 0,5% para "spread básico" cobrado aos grandes projetos hidrelétricos seja muito inferior aos 0,9% cobrado à energia eólica ([103], p. 47), levantando dúvidas sobre se a generosa concessão à hidrelétricas é realmente motivada por preocupações de mitigação climática. O subsídio maior para a energia hídrica em relação ao vento é supostamente devido à maior carga de juros para a energia hídrica que resulta de um longo período de construção. No entanto, se a energia eólica pode ser viabilizada com menos subsídio do governo, por que não promover energia eólica em preferência à energia hidrelétrica? Outro bônus para a energia hídrica é uma disposição em vigor desde 2006 por um período de amortização de 20 anos, em comparação aos 14 anos para usinas de energia movidas a gás natural ([103], p. 48).

A oferta do Brasil de condições de empréstimo mais favoráveis do seu banco de desenvolvimento governamental (BNDES) para hidrelétricas, diferentes das usinas de energia movidas a gás ([103], p. 45-47), não é motivada pela preocupação com o aquecimento global sozinho. Em 2006, o governo de Evo Morales, na Bolívia, nacionalizou as instalações da

Petrobrás naquele país e enviou ondas de choque através do governo brasileiro [73]. O Brasil importava 50% do seu gás da Bolívia em 2006, um percentual que o Brasil conseguiu reduzir para 36% hoje [74]. A crise boliviana motivou o Brasil a instituir um programa forte para promover a produção de energia doméstica, através do desenvolvimento de energia hidrelétrica, por uma razão que é independente de qualquer suposta vantagem da energia hidrelétrica para a mudança climática. É claro que outros fatores também podem estar favorecendo projetos de barragens, já que a indústria da construção representa uma das maiores fontes de contribuições para campanhas políticas [75, 76]. O Brasil está atualmente envolvida em um esforço maciço para construção de barragens, com uma média de uma grande barragem para ser concluída na Amazônia Legal a cada quatro meses durante a próxima década ([52], p. 285). O retrato do subsídio do governo para isso como uma contribuição generosa para os esforços globais para combater a mudança climática ultrapassa os limites da credibilidade. Em outras palavras, a aplicabilidade do regulamento MDL permitindo um valor IRR de referência para ser usado com base em um cenário hipotético, sem os subsídios das "políticas E-menos" é uma questão em aberto.

5.4. Comportamento dos investidores e da adicionalidade

O simples fato de que a barragem de Jirau já está em construção é uma forte evidência de que o projeto não é adicional, no sentido pretendido pelo Protocolo de Quioto (distinto do sentido das regras atuais do MDL). Iniciar a construção antes da apresentação do projeto de MDL não viola as regras atuais do MDL, sendo que crédito retroativo é permitido para as iniciativas que foram iniciadas como projetos de MDL. No entanto, o fato básico é que a barragem está em construção, e as firmas não iriam abandonar o projeto na ausência de fundos do MDL. O PDD calcula uma IRR de patrimônio de 9,7% após os impostos e em termos reais (ou seja, depois de descontada a inflação) sob os termos reais do empréstimo ao projeto concedido pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (i.e., não sob um cenário hipotético), e sem crédito do MDL ([103], p. 53). Este não é um mau negócio, em comparação com a maioria das aplicações. Enquanto uma TIR de 9,7% foi calculada para o caso sem crédito do MDL, no caso com crédito elevaria o retorno a 16,7% ([103], p. 53). A diferença representaria um enorme lucro inesperado para GDF Suez e, dificilmente, poderia ser considerado um uso sábio dos fundos para mitigação.

É possível que os desenvolvedores de projetos hidrelétricos podem contar com receitas futuras de carbono se o risco de o projeto de MDL não ser aprovado é percebido como pequeno. No entanto, do ponto de vista da definição de políticas para o MDL e para a mitigação em geral, seria imprudente supor que as decisões sobre projetos hidrelétricos sejam baseados em créditos de carbono. Isto significa que as decisões da Diretoria Executiva do MDL não devem ignorar a manifestação física mais óbvia da decisão real dos desenvolvedores de projetos de barragens", ou seja, que as barragens estão em construção, com investimentos maciços, antes que créditos de carbono sejam solicitados, muito menos concedidos. É a finalidade do Protocolo de Quioto no combate à mudança climática que é importante, e não o vasto labirinto de decisões, orientações e esclarecimentos da Diretoria Executiva que tenha sido erguido desde então.

6. "Ar quente" e as mudanças climáticas

A quantidade de "ar quente" (créditos de carbono concedidos sem um benefício real para o clima) a ser gerada pelo projeto é grande. Em média anual, as reduções de emissões alegadas em Jirau são 6.180.620 t de CO₂-eq/ano, o que é equivalente a 1,69 milhões t C/ano.

Ao longo do projeto de sete anos os créditos terão um total de 43,3 milhões de toneladas de CO₂-eq, ou 11,8 milhões de toneladas de carbono, o que é aproximadamente igual à emissão da cidade de São Paulo em um ano. Esta quantidade de carbono que será emitido em outro lugar do mundo nos países que compram os créditos CERs concedidos pelo MDL. Uma vez que a barragem teria sido construída de qualquer maneira, não há mitigação real para compensar as emissões autorizadas pelos créditos. O fato que o projeto de Jirau está permitindo a emissão de um total de 43 milhões de toneladas de "ar quente" ao longo de sete anos pelos países compradores é um impacto significativo em si mesmo: para fins de comparação, toda a gasolina utilizada no Brasil em 2005 emitiu 39,1 milhões de toneladas de CO₂ ([77], p. 159). A importância global de créditos de carbono para a energia hídrica é muito maior, com 331 milhões de toneladas de CO₂-eq no "duto" ("pipeline") do MDL [102].

Receitas dos CERs de Jirau são esperadas ([103], p. 52), em média, a ser de R\$ 250 milhões por ano, considerando a taxa de câmbio na data de início do projeto em 22 de julho de 2008, ou US\$ 158.000.000 por ano. Ao longo de 7 anos, um total de US\$ 1,11 bilhões seriam desviados da mitigação real do aquecimento global. Note-se que os preços dos CERs (em US\$) diminuiriam em cerca de 90% entre junho de 2008 e dezembro de 2012, o que reduziria o total de 7 anos para US\$ 110 milhões. No entanto, como é o caso para qualquer mercadoria, os preços de carbono são regidos pelo equilíbrio entre oferta e demanda, e pode-se supor que a demanda (e conseqüentemente o preço) aumentasse substancialmente se os países do mundo se comprometem a grandes cortes nas emissões. Se é para conter o aquecimento global, será necessário fazer cortes muito maiores nas emissões globais do que os negociadores internacionais têm contemplado até hoje (e.g., [78]). As medidas necessárias vão ser muito caras, e não podemos dar ao luxo de desperdiçar o dinheiro destinado a este fim.

Os parágrafos iniciais do PDD descrevem GDF Suez como sendo dedicado ao "crescimento responsável" e "respeitando o meio ambiente" ([103], p. 3). Infelizmente, além dos muitos outros impactos da barragem (e.g., [104]), o projeto de MDL Jirau representa um duro golpe para os esforços globais para conter as mudanças climáticas. O contraste entre esses impactos e as afirmações da empresa dramatiza a necessidade de uma reorientação básica, não só das empresas, mas também da autoridade designada nacional (DNA) brasileira, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, a Diretoria Executiva do MDL, e da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC) como um todo. Os problemas da proposta MDL do Jirau são, na sua essência, comuns a muitas outras propostas de carbono para barragens. A lição que isto significa é que os fundos para mitigar o aquecimento global deveriam ser usados para outros tipos de projetos, e não para barragens.

7. Perspectiva futura e conclusão

A hidrelétrica de Jirau ilustra como o crédito de carbono para barragens pode deixar de ser adicionais ao que ocorreria sem o financiamento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Quioto. Ao invés disso, os cálculos financeiros no documento de concepção de projeto (PDD), argumentando que a barragem é adicional nos termos da regulamentação do MDL, indicam que os regulamentos atuais do MDL estão prejudicando o clima e deve ser mudado. Crédito concedido às barragens que seriam construídas de qualquer maneira permite que os países que compram a crédito podem emitir gases de efeito estufa sem uma verdadeira compensação correspondente. Mais danos ainda são feitos pelo fato que hidrelétricas tropicais emitem mais gases de efeito estufa que são reconhecidos nos procedimentos de MDL. O problema de crédito imerecido (não adicional) para projetos

hidrelétricos é suficientemente geral que a única solução prática é de eliminar completamente o crédito para hidrelétricas no âmbito do MDL. A possibilidade teórica de crédito ser negado a algum projeto indivíduo raro que é realmente adicional é insignificante quando comparado com o estrago que o crédito hidrelétrico está fazendo para os esforços globais para combater a mudança climática.

O objetivo do MDL, e da Convenção de Clima como um todo, é para ajudar a conter o aquecimento global. Não é para distribuir os subsídios que os países e as empresas podem ter vindo para ver como se fossem direitos. A lógica de julgar projetos de mitigação é diferente de, por exemplo, um tribunal de direito. Em um sistema jurídico, aqueles em julgamento são considerados inocentes até que se prove sua culpa além de uma dúvida razoável, o corolário de que criminosos acusados são, frequentemente, absolvidos mesmo que eles sejam, de fato, culpados é visto como um preço razoável para a sociedade pagar em comparação com a alternativa de punir injustamente alguns daqueles que são inocentes. Para a mitigação da mudança climática é o inverso: os projetos devem ser presumidos como não adicionais até que se provam ser adicionais. O resultado que alguns projetos verdadeiramente adicionais são recusados de forma alguma justifica qualquer outro procedimento. A mesma lógica que se aplica a projetos individuais se aplica a classes inteiras de projetos (tais como barragens): cada classe de projetos precisa ter um efeito líquido que é adicional, o que só pode ser alcançado se a aprovação de crédito para projetos não adicionais seja muito rara. No caso das hidrelétricas, embora possa haver algumas barragens que são, de fato, adicionais, um sistema que aprova um grande número de barragens não adicionais tem consequências muito graves para o mundo como um todo, e, portanto, este autor acredita que ele não deve ser permitido a continuar.

Resumo executivo

1. Barragens e crédito de carbono

Até 01 de dezembro de 2012, créditos de carbono do MDL haviam sido aprovados para 586 projetos hidrelétricos, totalizando 112,7 milhões de toneladas de CO₂-equivalente. Ao mesmo tempo, haviam 896 barragens "aprovadas" (registradas), mas ainda sem concessão de crédito, além de 840 barragens no "duto" ("*pipeline*") aguardando a conclusão do processo de aprovação do MDL. Muito pouco desse carbono é adicional ao que teria sido emitido sem os projetos.

2. A barragem de Jirau

A barragem de Jirau, que está em fase de conclusão no rio Madeira, foi aprovada (registrada) para crédito de carbono no âmbito do MDL. A proposta é semelhante a outras propostas de MDL para barragens e serve como um alerta para o dano de crédito de carbono para usinas hidrelétricas em geral.

3. Impactos ambientais e sociais

A barragem tem diversos impactos ambientais e sociais que provocaram intensa polêmica no Brasil, bem como na Bolívia e no Peru, onde os impactos também serão sentidos. Nada disto é mencionado na proposta para crédito de carbono.

4. Emissões de gases de efeito estufa

Vários estudos indicam grandes emissões de represas tropicais. Uma brecha no regulamento do MDL permite que barragens com altas densidades de potência reivindicassem emissões zero. A alta vazão de água através do reservatório de Jirau vai resultar em emissões mais baixas do que em outras represas amazônicas, mas as emissões não serão zero.

5. Adicionalidade e crédito de carbono

O fato de que a barragem de Jirau já esteja em construção não suporta a reivindicação da adicionalidade do projeto, mesmo que sob as regras do MDL o crédito retroativo é permitido para as iniciativas que foram iniciadas como projetos de MDL. A razão é que o PDD não demonstra de maneira convincente que o projeto só poderia ser iniciado devido à concessão de crédito do MDL. Os regulamentos permitem que projetos de MDL calculassem uma taxa interna de retorno (IRR) e compará-lo a um valor de IRR "de referência", a fim de estabelecer que os fundos de MDL são necessários para tornar a barragem rentável. As cifras são escolhidas em várias maneiras para justificar um cenário de dependência do MDL.

6. "Hot Air" e mudanças climáticas

Em média anual, as reduções de emissões reivindicadas são equivalentes a 1,69 milhões de toneladas de carbono por ano. Ao longo do projeto de sete anos este totaliza 11,8 milhões de toneladas (ou seja, cerca da emissão da cidade de São Paulo de um ano). Uma vez que a barragem teria sido construída de qualquer maneira, não há mitigação real para compensar as emissões autorizadas pelos créditos.

Termos-chave

Adicionalidade

O benefício de carbono, calculado pela subtração das emissões observadas das emissões de referência. Essa diferença é considerada "adicional" ao que teria ocorrido sem o projeto de mitigação.

Linha de Base

Um cenário hipotético para o cálculo das emissões futuras, sem um projeto ou atividade de mitigação. As emissões nesse cenário serão comparadas com as emissões reais, determinadas a partir do monitoramento do projeto de mitigação.

IRR

Taxa interna de retorno, ou a maior taxa de desconto na qual um investimento de capital seria considerado rentável.

IRR de referência

O valor da taxa interna de retorno (*Internal Rate of Return*) usado para estabelecer que os fundos do MDL são necessários para tornar o projeto lucrativo.

CO₂-eq

CO₂ equivalente, ou a soma de todos os gases, tais como metano, expressos como a quantidade de dióxido de carbono que teria o mesmo efeito no aquecimento global ao longo de um período de 100 anos.

PDD

(*Project Design Document*): uma proposta de crédito de carbono submetido ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Densidade de Potência

A razão entre a capacidade instalada da barragem e a sua área de reservatório, em Watts por metro quadrado (W/m²). A maneira em que a área de reservatório é definida é um assunto de controvérsia.

“Ar Quente” (“Hot Air”)

Crédito de carbono concedido sem benefício real para o clima. O termo deriva do trocadilho no idioma inglês, em que ela implica tanto a temperatura mais elevada do aquecimento global e um "blá-blá-blá" de conversa sem sentido.

Agradecimentos

Agradeço a André Pereira de assistência durante uma visita ao local da barragem de Jirau, em agosto de 2006, o pessoal da Energia Sustentável do Brasil, SA (ESBR) e da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) para obter informações durante visitas a Porto Velho em janeiro de 2008, maio de 2008 e em agosto e novembro de 2012. A Secretaria do Meio Ambiente do Porto Velho prestou assistência durante uma visita a focos de desmatamento perto de Jirau maio 2012. Agradeço também a equipe de ESBR, os autores EIA-RIMA, funcionários do IBAMA e os muitos acadêmicos e funcionários de ONGs que contribuíram informações e insights sobre o projeto ao longo dos anos. Agradeço especialmente a população local para a sua assistência. PMLA Graça e quatro revisores anônimos forneceram comentários úteis. Esta pesquisa foi apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: Proc. 305880/2007-1, 304020/2010-9, 573810/2008-7, 575853/2008-5) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ13.03).

Referências

1. UNFCCC. *National greenhouse gas inventory data for the period 1990–2010. Subsidiary Body for Implementation, Thirty-Seventh Session, Doha, 26 November to 1 December 2012. FCCC/SBI/2012/31*. Bonn, Alemanha (2012).
2. Fearnside PM. Carbon credit for hydroelectric dams as a source of greenhouse-gas emissions: The example of Brazil's Teles Pires Dam. *Mitigat. Adaptat. Strat. Global Change* 18, 691-699 (2013).

3. Pottinger L. *Bad Deal for the Planet: Why Carbon Offsets Aren't Working... and How to Create a Fair Global Climate Accord*. International Rivers, Berkeley, California, EUA (2008).
4. Yan K. *The Global CDM Hydro Hall of Shame*. International Rivers, Berkeley, California, EUA (2012)
5. Fearnside PM. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam. *Mitigat. Adapt. Strat. Global Change* 10(4), 675-691 (2005).
6. Fearnside PM, Pueyo S. Underestimating greenhouse-gas emissions from tropical dams. *Nature Climate Change* 2(6), 382–384 (2012).
7. UNFCCC. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Document FCCC/CP/1997/7/Add1 UNFCC*. Bonn, Alemanha (1997).
8. Locher H, Hartmann J, Khalil A, Rydgren B, Smith D. *Official Assessment: Energia Sustentável do Brasil, Jirau Hydropower Project, Brasil*. Hydropower Sustainability Protocol, International Hydropower Association, London, Reino Unido (2013).
9. Fearnside PM. *The Jirau Dam's Proposal for Carbon Credit: Comments on Official Assessment Report*. Submission in public comment period to Hydrosustainability.org, International Hydropower Association (IHA), London, Reino Unido. (2013). Disponível em:http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Fearnside-Comments%20on%20Jirau%20official%20assessment%20report.pdf
10. Amigos da Terra-Amazônia Brasileira, International Rivers Network. *Estudos Não Confiáveis: 30 Falhas no Eia-Rima do Rio Madeira*. Amigos da Terra-Amazônia Brasileira, São Paulo, Brasil (2006)
11. Monteiro T. *As Hidrelétricas do Madeira: As Lições Não Aprendidas que se Repetem em Belo Monte*. Observatório de Investimentos na Amazônia. Instituto de Estudos Socioeconômicos (INESC), Brasília, DF, Brasil. (2011).
12. Ortiz L, Switkes G, Ferreira I, Verdum R, Pimentel G. *O Maior Tributário do Rio Amazonas Ameaçado: Hidrelétricas no Rio Madeira*. Amigos da Terra-Brasil, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil (2007).
13. Amigos da Terra-Amazônia Brasileira, Amazon Watch, Associação de Defesa Etnoambiental Kanindé *et al.* Re: Responsabilidade corporativa da GDF Suez pelos impactos sociais e ambientais e riscos associados resultantes da construção da usina hidrelétrica de Jirau no Rio Madeira, na Amazônia brasileira. Carto a Gérard Mestrallet, presidente de GDF Suez. (2010). Disponível em:http://pib.socioambiental.org/anexos/8109_20100121_125549.pdf
14. Angelo C. Processo de licenciamento para a obra foi coletânea de erros. *Folha de São Paulo*, 23 de março (2011).

15. FURNAS, CNO, Leme Engenharia. EIA-Estudo de Impacto Ambiental Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO. 6315-RT-G90-001. FURNAS Centrais Elétricas S.A, Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO), Leme Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil. 8 Vols. Paginação Irregular, (2005). Disponível em:http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm
16. Deberdt G, Teixeira I, Lima LMM. *et al. Parecer Técnico No. 014/2007 – FCOHID/CGENE/DILIC/IBAMA*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, DF, Brasil (2007).
17. Fearnside PM. Decision-making on Amazon dams: Politics trumps uncertainty in the Madeira River sediments controversy. *Water Alternatives* 6, 313-325 (2013).
18. *Amazonas em Tempo*. CPI investigará trabalho escravo em Rondônia. *Amazonas em Tempo* [Manaus], 02 de agosto de 2012, p C-7 (2012). Disponível em:http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Outros%20documentos/Jirau_CPI_Trabalho_Escravo-emtempo-02-08-12.pdf
19. de Almeida AWB (Ed). *Conflitos Sociais no Complexo Madeira*. Universidade Estadual do Amazonas Edições, Manaus, Amazonas, Brasil, 391 (2009).
20. Instituto Pólis. *Parecer sobre o Papel do Município de Porto Velho Frente aos Impactos Urbanos e o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto das Usinas Hidrelétricas do Rio Madeira*. Instituto Pólis, São Paulo, SP, Brasil, 89 (2006).
21. Romero S. Amid Brazil's rush to develop, workers resist. *New York Times*, 05 de maio (2012)
22. Barthem R, Goulding M. *The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators*. Columbia University Press, New York, EUA, 184 (1997).
23. Fearnside PM. Pareceres dos consultores sobre o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto para aproveitamento hidrelétrico de Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO. Parecer Técnico sobre ecossistemas. In: *Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais—Aspectos Físicos/Bióticos. Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no, Rio Madeira, Estado de Rondônia*. Ministério Público do Estado de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil, 1-15 (2006).
24. Fearnside PM. Recursos pesqueiros. In: *Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos (GEEA) Tomo II*. Val, AL, dos Santos GM. (Eds). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil, 38-39. (2009).
25. Molina Carpio J. *Análisis de los Estudios de Impacto Ambiental del Complejo Hidroeléctrico del Río Madera: Hidrología y Sedimentos*. La Paz, Bolivia, 45 p (2006).

26. Molina Carpio J, Ledesma F, Vauchel P. Estudio del río Madera: Remanso hidráulico y sedimentación. In: Arnez AM, Patana EM, Garzon LFN *et al.* (Eds). *Bajo el Caudal: El Impacto de las Represas del Rio Madera en Bolivia*. Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo, La Paz, Bolívia, 96-191 (2008).
27. Meade RH. Suspended sediments of the modern Amazon and Orinoco Rivers. *Quaternary Internat.* 21, 29-39 (1994).
28. PCE, FURNAS, CNO. *Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira: Trecho Porto Velho – Abunã. Processo Nº 48500.000291/01-31. Relatório Final: MAD-INV-00-01-RT.* Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda., FURNAS Centrais Elétricas S.A., Construtora Noberto Odebrecht S.A., Rio de Janeiro, Brasil (2002).
29. PCE, FURNAS, CNO. *Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Jirau. Processo Nº PJ-0519-VI-00-RL-0001.* Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), FURNAS Centrais Elétricas S.A., Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO), Rio de Janeiro, Brasil (2004).
30. ARCADIS Tetraplan, FURNAS, CNO. *Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Avaliação Ambiental Estratégica. Relatório Final.* ARCADIS Tetraplan, FURNAS Centrais Elétricas, S.A. & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO), Rio de Janeiro, Brasil (2005).
31. FURNAS, CNO. *Complexo do Rio Madeira, 1º Seminário Internacional de Cofinanciamento BNDES/CAF, Brasília, DF.* FURNAS Centrais Elétricas S.A., Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO). Rio de Janeiro, Brasil (2003).
32. Tavares M, Fariello D. Aneel autoriza mudança na hidrelétrica de Santo Antônio. *O Globo* 02 de julho (2013).
33. Forsberg BR, Kemenes A. Parecer Técnico sobre Estudos Hidrobiogeoquímicos, com atenção específica à dinâmica do Mercúrio (Hg). In: *Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais—Aspectos Físicos/Bióticos. Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no, Rio Madeira, Estado de Rondônia.* Ministério Público do Estado de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil, 1-32. (2006).
34. Killeen TJ. *A Perfect Storm in the Amazon Wilderness: Development and Conservation in the Context of the Initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America (IIRSA).* Conservation International, Arlington, Virginia, EUA, 98 (2007).
35. Molina Carpio J. El megaproyecto hidroeléctrico y de navegación del Río Madera. In: *Geopolítica de los Recursos Naturales y Acuerdos Comerciales en Sudamérica.* Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo (FOBOMADE), La Paz, Bolívia, 101-116 (2005).
36. Vera-Diaz MC, Reid J, Soares-Filho B. *et al.* *Effects of Energy and Transportation Projects on Soybean Expansion in the Madeira River Basin.* Conservation Strategy Fund, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, 26 (2007).

37. Escada MIS, Maurano LE, da Silva JHG. Dinâmica do desmatamento na área de influência das usinas hidroelétricas do complexo do rio Madeira, RO. In: *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil 2013*. dos Santos JR. (Ed). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, 7499-7507 (2013).
38. Angelo C, Magalhães JC. Hidrelétricas do rio Madeira fazem desmatamento voltar a crescer. *Folha de São Paulo*, 23 de fevereiro (2011).
39. Hayashi S, Souza Jr C, Sales M, Veríssimo A. *Transparência Florestal da Amazônia Legal Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, Belém, Pará, Brasil, 22 (2011).
40. Futada SM, Rolla A. (2010). Termina a novela da hidrelétrica de Jirau e a permuta de UCs em Rondônia. *Notícias Socioambientais*, 20 de julho (2010).
41. CDM Methodologies Panel. *Draft thresholds and criteria for the eligibility of hydroelectric reservoirs as CDM projects. CDM Meth Panel Nineteenth Meeting Report, Annex 10*. UNFCCC, Bonn, Alemanha (2006).
42. Pueyo S, Fearnside PM. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de hidrelétricas: Implicações de uma lei de potência. *Oecologia Australis* 15(2), 114-127 (2011).
43. Rosa LP, Schaeffer R, dos Santos MA. Are hydroelectric dams in the Brazilian Amazon significant sources of 'greenhouse' gases? *Environ. Conserv.* 23(2), 2-6 (1996).
44. Fearnside PM. Hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Response to Rosa, Schaeffer & dos Santos. *Environ. Conserv.* 23, 105-108 (1996).
45. Fearnside PM. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source. *Climatic Change* 66(2-1), 1-8 (2004).
46. Fearnside PM. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Reply to Rosa et al. *Climatic Change* 75(1-2), 103-109 (2006).
47. Fearnside PM. As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa. *Novos Cadernos NAEA* 12(2), 5-56 (2009).
48. Fearnside PM. Gases de efeito estufa no EIA-RIMA da hidrelétrica de Belo Monte. *Novos Cadernos NAEA* 14(1), 5-19 (2011).
49. Rosa LP., dos Santos MA, Matvienko B, dos Santos EO, Sikar E. Greenhouse gases emissions by hydroelectric reservoirs in tropical regions. *Climatic Change* 66(1-2), 9-21 (2004).

50. Rosa LP, dos Santos MA, Matvienko B, Sikar E, dos Santos EO. 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 (2006).
51. Brasil, CIMC (Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima). *Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC -- Brasil. Ministério do Meio Ambiente*. Brasília, DF, Brasil, 129 (2008).
52. Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. MME, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brasília, DF, Brasil (2011).
53. Fearnside, PM. Desafios para midiatização da ciência na Amazônia: O exemplo da hidrelétrica de Belo Monte como fonte de gases de efeito estufa. In: *A Midiatização da Ciência: Cenários, Desafios, Possibilidades*. Fausto Neto, A. (Ed). Editora da Universidade Estadual da Paraíba (EDUEPB), Campina Grande, Paraíba, Brasil, 107-123 (2012).
54. Abril G, Guérin F, Richard S. *et al.* Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-years old tropical reservoir (Petit-Saut, French Guiana). *Global Biogeochemical Cycles* 19 (2005).
55. Fearnside PM. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Poll.* 133(1-4), 69-96 (2002).
56. Fearnside PM. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environ. Manage.* 35(1), 1-19 (2005).
57. Kemenes A, Forsberg BR, Melack JM. Methane release below a tropical hydroelectric dam. *Geophys. Res. Lett.* 34 (2007).
58. Kemenes A, Forsberg BR, Melack JM. As hidrelétricas e o aquecimento global. *Ciência Hoje* 41(145), 20-25 (2008).
59. Kemenes A, Forsberg BR, Melack JM. CO₂ emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Jour. Geophys. Res.* 116 (2011).
60. Pueyo S, Fearnside PM. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de hidrelétricas: Implicações de uma lei de potência. *Oecologia Australis* 15(2), 114-127 (2011).
61. FURNAS, CNO. *Respostas às Perguntas Apresentadas pelo IBAMA no Âmbito do Processo de Licenciamento Ambiental do Complexo Madeira*. Informações Técnicas Nos 17, 19 E 20/2007 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Rio de Janeiro, Brasil: FURNAS Centrais Elétricas S.A., Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO). 239 (2007).
62. Hällqvist E. *Methane emissions from Three Tropical Hydroelectrical Reservoirs*. Committee of Tropical Ecology, Uppsala University, Uppsala, Suécia, 46 (2012).

63. Grandin K. *Variations of Methane Emissions within and between Three Hydroelectric Reservoirs in Brazil*. Department of Ecology and Evolution, Limnology, Uppsala University, Uppsala, Suecia, 71 (2012).
64. Soares P. Minc acusa Odebrecht de manobrar contra Jirau. *Folha de São Paulo*, 06 de dezembro (2008).
65. Salomon M, Medina H. Obra de Jirau vai à Justiça mesmo após ameaça do governo. *Folha de São Paulo*, 05 de agosto (2008).
66. ESBR (Energia Sustentável do Brasil S.A). Response to global stakeholder consultation comments received as part of the CDM validation process of the Jirau Hydropower Plant CDM project activity. ESBR, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, (2012).
67. *Época*. Usina do Rio Madeira: Um novo acordo com Evo. *Época*, 14 de janeiro (2008).
68. CDM - Executive Board. *Guidelines on the assessment of investment analysis (Version 05) EB62 Report, Annex 5*. UNFCCC, Bonn, German (2011).
69. CDM - Executive Board. *Standard: Clean development mechanism project standard. Version 02.1. CDM-EB65-A05-STAN*. UNFCCC, Bonn, Alemanha (2011).
70. World Bank. *Environmental Licensing for Hydroelectric Projects in Brazil: A Contribution to the Debate, Volume I, Summary Report*. World Bank, Washington, DC, EUA (2008).
71. CDM – Executive Board. *EB 22 Report Annex 3: Clarifications on the Consideration of National and/or Sectoral Policies and Circumstances in Baseline Scenarios (Version 02)*. UNFCCC, Bonn, Alemanha (2005)
72. CDM – Executive Board. *EB 16 Report, Annex 3: Clarifications on the treatment of national and/or sectoral policies and regulations (paragraph 45 (e) of the CDM Modalities and Procedures) in determining a baseline scenario*. UNFCCC, Bonn, Alemanha (2004).
73. *Folha de São Paulo*. Bolívia ocupa Petrobras e nacionaliza exploração de petróleo e gás. *Folha de São Paulo*, 01 de maio (2006).
74. Ordoñez R. Brasil depende menos do gás boliviano. *O Globo* [Rio de Janeiro]. 03 de maio (2012).
75. Scofield Jr G. Empreiteiras recebem R\$ 8,5 por cada real doado a campanha de políticos. *O Globo* [Rio de Janeiro]. 07 de maio (2011).
76. Gama P. Maiores doadores somam gasto de R\$1 bi desde 2002. Construtores e bancos são principais financiadores de campanhas eleitorais. *Folha de São Paulo*, 21 de janeiro (2013).

77. Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). *Second National Communication of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. MCT, Brasília, DF, Brasil (2010).
78. Meinshausen M, Meinshausen N, Hare W. *et al.* Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature* 458, 1158-1162 (2009).
- 79 Fearnside PM. Impacts of Brazil's Madeira River dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy*. doi: 10.1016/j.envsci.2013.11.004 (no prelo).
- 80 Myhre, G. & 37 outros. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Chapter 8 In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Genebra, Suíça.
http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_All.pdf
101. GDF Suez. Jirau: The World's largest renewable CDM project obtains registration at the United Nations: www.gdfsuezla.com/jirau-the-worlds-largest-renewable-cdm-project-obtains-registration-at-the-united-nations/
102. UN Environment Programme. Risoe CDM/JI pipeline analysis and database: <http://cdmpipeline.org/>
103. Energia Sustentável do Brasil S.A., GDF Suez Energy Latin America Participações Ltda. Jirau Hydro Power Plant: <http://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/M4OO2XA6U9D8X8CASOJDWPFTIZ2Z3H/view.html>
104. Switkes G. Águas Turvas: Alertas sobre as Conseqüências de Barrar o Maior Afluente do Amazonas. <http://www.internationalrivers.org/am%C3%A9rica-latina/os-rios-da-amaz%C3%B4nia/rio-madeira/%C3%A1guas-turvas-alertas-sobre-conseq%C3%BC%C3%A2ncias-de-barrar-o->
105. Philip Fearnside comments on Jirau Dam (Brazil): <http://www.internationalrivers.org/resources/philip-fearnside-comments-on-jirau-dam-brazil-7471>
106. Jorge Molina comments on Jirau Dam (Brazil). <http://www.internationalrivers.org/resources/jorge-molina-comments-on-jirau-dam-brazil-7472>
107. International Rivers Comments on the Jirau Dam (Brazil): www.internationalrivers.org/resources/comments-on-the-jirau-dam-brazil-7477
108. Haya B. The CDM's hydro hall of shame: <http://www.internationalrivers.org/resources/hydro-cdm-hall-of-shame-7465>

- 109.** Monteiro T. Santo Antônio e Jirau: Hidrelétricas Malditas:
<http://telmadmonteiro.blogspot.com.br/2012/03/santo-antonio-e-jirau-hidreletricas.html>
- 110.** Folha de São Paulo Online. Impacto ambiental [das hidrelétricas do rio Madeira]:
www1.folha.uol.com.br/folha/paineldoleitor/ult3751u282.shtml (2007).
- 111.** *O Estado de São Paulo*. Paradoxo ambiental:
www.estadao.com.br/noticias/impreso,paradoxo-ambiental-,1051518,0.htm
- 112.** *O Globo*. Lula: energia nuclear é opção às hidrelétricas:
<http://g1.globo.com/Noticias/Politica/0,,MUL30964-5601,00-LULA+ENERGIA+NUCLEAR+E+OPCAO+AS+HIDRELETRICAS.html>
- 113.** Public Eye Awards 2014. Wanted: the Most Despicable Corporations of the Year:
www.publiceye.ch/en/
- 114.** Barragens do rio Madeira / Madeira River Dams:
http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm

Resumo executivo

1. Barragens e crédito de carbono

Em 01 de dezembro de 2012, de créditos de carbono do MDL foi atribuído a 586 projetos hidrelétricos, totalizando 112,7 milhões de toneladas de CO₂-equivalente. Ao mesmo tempo, houve 896 barragens que foram "aprovados" (registrado), mas ainda não concedido de crédito, além de 840 barragens no "pipeline" aguardando a conclusão do processo de aprovação do MDL. Muito pouco desse carbono é adicional ao que teria sido emitido sem os projetos.

2. A Barragem de Jirau

A barragem de Jirau, que está em fase de conclusão no rio Madeira, foi aprovada (registrada) para crédito de carbono no âmbito do MDL. A proposta é semelhante a outras propostas de MDL para barragens e serve como um alerta para a inconveniência de crédito de carbono para usinas hidrelétricas em geral.

3. Impactos ambientais e sociais

A barragem tem inúmeros impactos ambientais e sociais que provocaram intensa polêmica no Brasil, bem como na Bolívia e no Peru, onde os impactos também serão sentidos. Nada disto é mencionado na proposta de crédito de carbono.

4. Emissões de gases de efeito estufa

Vários estudos indicam grandes emissões de represas tropicais. A brecha no regulamento do MDL permite barragens com altas densidades de energia para reivindicar emissões zero. A

alta vazão de água através do reservatório de Jirau vai resultar em emissões mais baixas do que em outras represas amazônicas, mas as emissões não será zero.

5. Adicionalidade e Crédito de Carbono

O fato de que a Barragem de Jirau já está em construção não suporta reivindicação da adicionalidade do projeto, mesmo que sob as regras do MDL crédito retroativo é permitido para as iniciativas que foram definidas como projetos de MDL. A razão é que o PDD não demonstra de maneira convincente que o projeto só poderia ser iniciado devido à concessão de crédito ao projeto de MDL. As regras permitem que projetos de MDL para calcular uma taxa interna de retorno (IRR) e compará-lo a um valor de IRR "de referência", a fim de estabelecer que os fundos de MDL são necessários para fazer a barragem rentável. Valores são escolhidos em várias maneiras para justificar um cenário de dependência no MDL.

6. "Hot Air" e Mudanças Climáticas

Em média anual, as reduções de emissões são reivindicadas equivalentes a 1,69 milhões de toneladas de carbono por ano. Ao longo do projeto de sete anos, este totaliza 11,8 milhões de toneladas (cerca do total das emissões da cidade de São Paulo de um ano). Uma vez que a barragem teria sido construída de qualquer maneira, não há mitigação real para compensar as emissões autorizadas pelos créditos.

LEGENDA da FIGURA

Figura 1 - locais mencionados no texto.

Table 1: Jirau reservoir water management plans

Month	Mean monthly streamflow (m ³ /s)	2005 EIA water level (m above msl)	2012 PDD water level (m above msl)	Difference (m)
Jan.	23,900	90	90	0
Feb.	29,100	90	90	0
Mar.	33,600	90	90	0
Apr.	30,200	90	90	0
May	22,700	89.5	85	4.5
Jun.	15,900	87	85	2
Jul.	10,600	85	82.5	2.5
Aug.	6,800	83	82.5	0.5
Sept.	5,600	82.5	82.5	0
Oct.	6,800	83	82.5	0.5
Nov.	10,400	85	85	0
Dec.	10,600	87.5	85	2.5

