

# ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PROYECTOS HIDRO-ENERGÉTICOS EN LA REGIÓN AMAZÓNICA



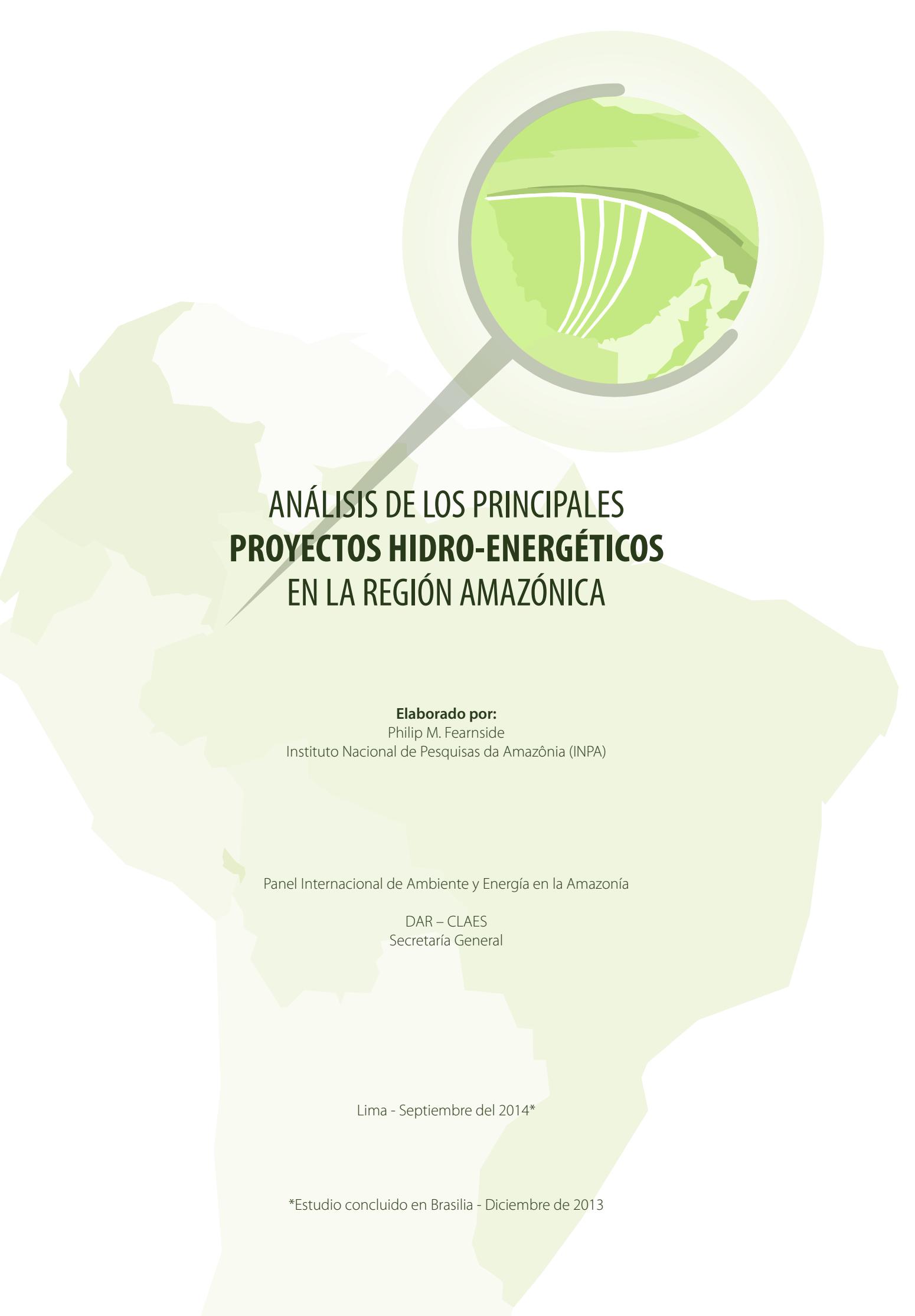
Promueven:



Colaboran:







# ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PROYECTOS HIDRO-ENERGÉTICOS EN LA REGIÓN AMAZÓNICA

**Elaborado por:**

Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Panel Internacional de Ambiente y Energía en la Amazonía

DAR – CLAES  
Secretaría General

Lima - Septiembre del 2014\*

\*Estudio concluido en Brasilia - Diciembre de 2013

## **Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región amazónica**

### **Autor:**

Philip M. Fearnside

### **Coordinación de la edición:**

Israel Gordaliza Carrillo

Annie Morillo Cano

### **Editor:**

Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR)  
Calle Coronel Zegara N° 260, Jesús María (Lima 11)  
Teléfono: (511) 2662063  
Correo electrónico: dar@dar.org.pe  
Página Web: www.dar.org.pe

### **Diseño y diagramación:**

Realidades S.A.  
Calle Los Jazmínes # 423, Lince - Lima  
Correo electrónico: informes@realidades.pe  
Página Web: www.realidades.pe

### **Ficha para citar la publicación:**

Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región amazónica. Philip M. Fearnside. Lima: DAR, CLAES, Panel Internacional de Ambiente y Energía en la Amazonía, 2014. 55 páginas.

### **Primera edición:**

Septiembre de 2014, consta de 1000 ejemplares.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-10485  
ISBN: 978-612-4210-16-7

Está permitida la reproducción parcial o total de este libro, su tratamiento informático, su transmisión por cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico, por fotocopia u otros; con la necesaria indicación de la fuente cuando sea usado en publicaciones o difusión por cualquier medio.

La publicación ha sido gracias a la colaboración de la Coalición Regional por la Transparencia y la Participación conformada por la Asociación Ambiente y Sociedad de Colombia – AAS, el Centro de Derechos Económicos y Sociales – CDES, el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario – CEDLA, Derecho, Ambiente y Recursos Naturales – DAR y el Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas – IBASE.

Esta publicación ha sido posible gracias al financiamiento de Charles Stewart Mott Foundation, la Cooperación Flamenca para la Cooperación Norte Sur (11.11.11), la Fundación Avina, Global Witness, Open Society Foundations y Rainforest Foundation Norway. La publicación presenta la opinión del autor y no necesariamente la visión de Charles Stewart Mott Foundation, la Cooperación Flamenca para la Cooperación Norte Sur (11.11.11), la Fundación Avina, Global Witness, Open Society Foundations y Rainforest Foundation Norway.

Impreso y hecho en Perú.



## CONTENIDO

---

PRESENTACIÓN	05
RESUMEN	07
1. Represas existentes y previstas	09
2. Impactos de las represas	19
3. Toma de decisiones sobre represas	35
4. Estándares	37
RECOMENDACIONES	39
AGRADECIMIENTOS	41
REFERENCIAS	43

# ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

---

AAE	<i>Avaliação Ambiental Estratégica</i> (en español, Evaluación Ambiental Estratégica)
AAS	Asociación Ambiente y Sociedad
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
BNDES	Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social
CDES	Centro de Derechos Económicos y Sociales
CEDLA	Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario
CH <sub>4</sub>	Metano
CIDH	Comisión Interamericana de Derechos Humanos
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COP20	Vigésima edición de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COSIPLAN	Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento
DAR	Derecho, Ambiente y Recursos Naturales
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ELETROBRÁS	<i>Centrais Elétricas Brasileiras</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i> (en español, Potencial de Calentamiento Global)
Hg	Mercurio
IBAMA	Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables
IBASE	<i>Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas</i>
IHA	<i>International Hydropower Association</i> (en español, Asociación Internacional de la Energía Hidroeléctrica)
IIRSA	Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana
INCRA	Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (en español, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
ISA	Instituto Socio Ambiental
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MME	Ministerio de Minas y Energía
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
OEA	Organización de los Estados Americanos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PAC	Programa para la Aceleración del Crecimiento
PAC-2	Segundo Programa para la Aceleración del Crecimiento
STF	Supremo Tribunal Federal
TRF-1	Tribunal Regional Federal de la 1a Región
TSE	<i>Tribunal Superior Eleitoral</i> (en español, Tribunal Electoral Superior)
WCD	<i>World Commission on Dams</i> (en español, Comisión Mundial de Represas)

# PRESENTACIÓN

---

El "Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región Amazónica" de Philip Fearnside es un importante aporte analítico que, tomando como ejemplo la promoción en la construcción de grandes represas y proyectos de infraestructura en la Amazonía, muestra a Brasil como un actor que busca repotenciar su economía en un contexto de integración regional.

El documento evidencia –apoyándose en datos objetivos y medibles- los impactos directos e indirectos, acumulativos y sinérgicos en la construcción de represas en la Amazonía que afectan a poblaciones indígenas, quienes viven en las riberas de los ríos y aguas abajo, y son muchas veces obligadas a reasentarse con graves impactos a la salud, además de la pérdida de vegetación, los gases de efecto invernadero y los impactos en los procesos democráticos que ponen en duda que la generación de energía por medio de las represas sea considerada como "energía verde".

Hay subestimación de los efectos de las represas en el cambio climático basadas en una incorrecta aplicación de las metodologías de medición. Se tratan casos específicos como las represas de Belo Monte y las de Jirau y San Antonio. En ese sentido, la relación entre los proyectos incluidos en el Plan de Aceleramiento del Crecimiento (PAC) de Brasil con aquellos priorizados en la cartera de proyectos del Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN) y de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA) es un ejemplo más de la influencia de dicho país en la definición de la "Integración para el desarrollo" y hace necesaria la evaluación de los instrumentos de distribución de los beneficios e impactos inherentes a proyectos de represas.

Así, es importante la evaluación del autor de los beneficios de los proyectos hacia las ciudades o, incluso, a las propias empresas (generándose un círculo vicioso) y los costos que, generalmente, son asumidos por las comunidades o poblaciones cercanas a las represas, como lo que sucede con las represas de Jirau y su impacto en Bolivia.

En este contexto, el papel del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) de Brasil tiene una importancia fundamental si consideramos que su financiamiento a equivale al triple del presupuesto del Banco Mundial (BM) a los principales proyectos de la región; a esto se suma que el BNDES no cuenta con políticas de transparencia y salvaguardas. Justamente, la falta de estas políticas, es una razón para negarse al financiamiento de proyectos como Belo Monte que, como bien señala el autor, no cuentan con una aprobación técnica y su construcción y operación significa el desconocimiento de los principales estándares sociales y ambientales por parte del BNDES y de Brasil.

Por ello y teniendo como hito próximo la realización de la Conferencia de las Partes (COP20) en Sudamérica, esta publicación adquiere mayor relevancia, en la medida que es un aporte para entender los problemas de la construcción de represas en la Amazonía sin una planificación participativa y transparente y respetuosa de los derechos humanos y del ambiente.

Por último, es preciso señalar que el contenido de esta publicación se elaboró en el marco del "Panel Internacional de Ambiente y Energía en la Amazonía" espacio de debate, análisis y reflexión que, desde una perspectiva multidisciplinaria y rigurosa, busca desarrollar propuestas que se constituyan en elementos integrantes de las políticas públicas de la región que aseguren la sostenibilidad de la cuenca amazónica. Asimismo, se debe mencionar el apoyo de las organizaciones que pertenecen a la "Coalición Regional por la Transparencia y la Participación" (AAS, CDES, CEDLA, DAR e IBASE) que hicieron posible la publicación del documento.

Finalmente, agradecemos a Charles Stewart Mott Foundation, la Cooperación Flamenca para la Cooperación Norte Sur (11.11.11), la Fundación Avina, Global Witness, Open Society Foundations y Rainforest Foundation Norway por el apoyo prestado para la publicación de la presente obra.



# RESUMEN

---

Planes para la construcción de represas hidroeléctricas en la Amazonía prevén decenas de grandes represas y más de una centena de pequeñas represas. Brasil, Perú y Bolivia son los mayormente afectados, pero también hay planes en Ecuador, Colombia, Venezuela, Guayana y Surinam.

La toma de decisiones en Brasil es fundamental para estas tendencias, no sólo debido al gran número de represas en la Amazonía brasileña sino también porque Brasil es el financiador y constructor de muchas de las represas en los países vecinos. Los impactos de represas incluyen efectos sobre los pueblos indígenas, como la pérdida de peces y otros recursos de los ríos; impactos de reasentamiento de personas urbanas y rurales representan una concentración del costo humano de esta forma de desarrollo.

Esto también es cierto con relación a los impactos sobre los residentes aguas abajo que pierden los medios de vida basados en la pesca y la agricultura de la llanura aluvial. Impactos de los embalses sobre la salud incluyen la proliferación de insectos y la metilación del mercurio (transformación de este metal en su forma venenosa).

La pérdida de la vegetación puede ocurrir no sólo por causa de la inundación directa, sino también por la tumba de la vegetación por residentes desplazados, por la construcción de carreteras, por los migrantes e inversionistas atraídos a la zona y de agronegocios viabilizados por hidrovías asociadas con las represas.

Entre las emisiones de gases de efecto invernadero de las represas está el dióxido de carbono, resultado de la descomposición de árboles muertos por las inundaciones y la emisión de óxido nítrico, especialmente metano del agua en los embalses y del agua que pasa a través de las turbinas y aliviaderos (port: *vertedouros*; ingl.: *spillways*).

Créditos de carbono para represas bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, ya representan una importante fuente adicional de impacto sobre el calentamiento global, porque casi todas las represas que otorgan crédito serían construidas del mismo modo sin este subsidio, lo que significa que los países que compran el crédito pueden emitir gases sin existir un auténtico desplazamiento para neutralizar el impacto de las emisiones. La forma en que las emisiones de las represas son comparadas con los de los combustibles fósiles a menudo distorsiona los resultados, particularmente para el valor del tiempo.

El impacto de las represas es mucho peor en comparación con los combustibles fósiles si los cálculos se realizan de manera que representan mejor los intereses de la sociedad. Además de los impactos sociales y ambientales en los lugares afectados por los proyectos, la construcción de represas también tiene efectos perniciosos sobre procesos democráticos con implicaciones de gran envergadura en todos los países amazónicos. La toma de decisiones sobre represas necesita ser reformada para evitar opciones de desarrollo que resulten en injusticia social, en la destrucción del medio ambiente y en mínimos beneficios locales.

Más importante es un debate democrático sobre el uso de la energía, seguido por una evaluación equilibrada de los impactos y beneficios de diferentes energías alternativas. El licenciamiento de represas actualmente tiene varios problemas que impiden esta evaluación que evitaría serios problemas en la ejecución de los proyectos, además del papel más importante de proporcionar una fuente de información para las decisiones de construir o no construir represas específicas.

Normas para represas y el desarrollo de otros proyectos han sido realizados por la Comisión Mundial de Represas (WCD, por sus siglas en inglés) y otros órganos. En lugar de una falta de normas, el incumplimiento de las normas existentes es la causa fundamental de muchos de los problemas asociados con las represas. Las recomendaciones incluyen abordar el tema subyacente de cómo la electricidad es utilizada, un cambio de énfasis de desarrollo de energías alternativas, conservación de la electricidad, evaluación y discusión democrática de costos, beneficios ambientales y sociales antes de las verdaderas decisiones, esfuerzos para minimizar la presión política sobre agencias ambientales, mecanismos para realizar estudios de impacto sin que sean financiados por los proponentes de los proyectos, poner fin a los créditos de carbono para represas; respeto a la legislación ambiental, garantías constitucionales y a los tratados internacionales, y finalmente la toma de decisiones que dé valor a impactos humanos, más que el dinero.



# REPRESAS EXISTENTES Y PREVISTAS

## A. Amazonía Andina (Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia)

El acuerdo energético firmado por Brasil y Perú en 2010 incluye cinco represas en la Amazonía peruana\*, que serán financiadas por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) de Brasil, y cuya mayor parte de su producción servirá para exportación de electricidad a Brasil: Inambari, Mainique, Paquitzapango, Tambo 40 y Tambo 60 (Finer & Jenkins, 2012a,b). Más de una docena de represas brasileñas adicionales se planean en la Amazonía peruana (Dourojeanni, 2009; FSP, 2011a; International Rivers, 2011a) (Figura 1). Las autoridades del sector eléctrico culpan a regulaciones ambientales por los frecuentes retrasos en la construcción de las represas en Brasil, aunque el Ministerio de Minas y Energía (MME) de Brasil niega con vehemencia que el Perú es un “blanco” de ELETROBRÁS y el BNDES debido a blandas normas socio-ambientales en licencia de proyectos; sin embargo, la mayor rapidez en la aprobación de proyectos en el Perú es admitido como un factor clave (Wiziack, 2012). El financiamiento para represas del BNDES está previsto también en Ecuador.

**Figura 1.** Represas planificadas en la Amazonía del Perú.



Fuente: International Rivers, 2011.

\* Nota del Editor: Al cierre de la edición del presente documento, el Acuerdo Energético ha sido archivado por la Comisión de Relaciones Exteriores del Congreso de la República del Perú.

Finer y Jenkins (2012a,b) publicaron una revisión extensa de represas previstas en las cuencas amazónicas de los países andinos. Una tabla suplementaria “online” ofrece información sobre 48 represas planificadas y la existencia de 151 represas con capacidad instalada MW  $\geq 2^1$ . De las represas planificadas (Figura 2), 79 son de Perú, 60 de Ecuador, 10 de Bolivia y 2 de Colombia. De las 17 represas clasificadas como muy grandes ( $\geq 1000$  MW), 10 están en Perú, 5 en Ecuador y 2 en Bolivia. La mayoría de las represas están en las zonas montañosas en las estribaciones andinas, mientras que, 21 de las represas planificadas están por debajo de los 400 m de altitud, donde el clima y la vegetación son tropicales y donde un relieve topográfico menor da lugar a grandes embalses.

Un esquema de clasificación se aplicó para categorizar las represas planificadas como de “alto”, “medio” o “bajo” impacto basado en el potencial para la deforestación (por ejemplo, debido a la necesidad de nuevas carreteras), inundación del bosque (implicando las emisiones de gases de efecto invernadero) y fragmentación del río (bloqueo de las migraciones de peces). El impacto ecológico de 71 de las represas planificadas fue clasificado como alto, 51 como moderado y 29 como bajo<sup>2</sup>.

**Figura 2.** Represas de diferentes tamaños existentes y planificadas en la Amazonía andina.



Fuente: Finer & Jenkins, 2012a.

1 Disponible en: <http://www.editorialmanager.com/pone/download.aspx?id=2756637&guid=7304e246-f213-4aae-8bf4-0df889734272&scheme=1>  
 2 Puede encontrar mayores detalles sobre las 146 represas planificadas lo largo de los países amazónicos en un mapa interactivo realizado por International Rivers, Fundação Proteger y ECOA: <http://dams-info.org/en>

Una de las más polémicas es la represa de Inambari, en el Perú. Por un lado, el 14 de junio de 2011 fue anunciada su cancelación por el Gobierno peruano debido a la fuerte oposición popular (International Rivers, 2011b), pero aun así continúa en los planes brasileños. El Plan de Expansión Energética 2012-2021 informa que el proyecto de Inambari "está en etapa más avanzada [de los planes en Perú], a pesar de que el inicio de la construcción está sin previsión" (Brasil, MME, 2012, p. 66).

El MME brasileño calculó el potencial hidroeléctrico de países vecinos apuntando a la importación de los excedentes para el Brasil. Se estima un potencial de capacidad instalada de generación energética de 180 mil MW en Perú, 20,3 mil MW en Bolivia y 8 mil MW en Guayana (Brasil, MME, 2012, pp. 66-67).

## B. Amazonía Brasileña

La Amazonía brasileña tiene un gran potencial para la generación hidroeléctrica, dadas las enormes cantidades de agua que discurren por la región y a las caídas substanciales en los afluentes del Amazonas, en la medida en que esos ríos descienden hacia el valle a partir del escudo brasileño, en el sur, o desde el escudo de Guayana, en el norte.

Sólo una vez las autoridades pertinentes del sector eléctrico brasileño han revelado la magnitud total de los planes de desarrollo hidroeléctrico en la Amazonía, cuando el "Plan 2010" fue lanzado en diciembre de 1987 (después de la fuga de informaciones para dominio público) (Brasil, ELETROBRÁS, 1987). El plan provocó muchas críticas, desde entonces las autoridades del sector sólo han lanzado planes que cubren períodos cortos de años y no sobre la extensión total de evolución, más allá de estos plazos.

La escala de desarrollo hidroeléctrico contemplado para la Amazonía es tremenda. El "Plan 2010" de ELETROBRÁS (autoridad de energía del Gobierno brasileño) lista 68 represas en la Amazonía, independientemente de la fecha prevista de construcción (Figura 3). Las dificultades financieras de Brasil repetidamente han obligado a la postergación de los planes de construcción de represas. Sin embargo, a pesar de los continuos cambios en los detalles, la escala general de los planes, diferente de la fecha prevista de finalización de cada represa, permanece sin cambios, por lo tanto, es un factor importante para el futuro.

**Figura 3.** Represas en "Plan 2010" Brasil.



Contornos de los embalses rediseñados de CIMI et al. (1986) y Sevá (1990), que utilizó los mapas de Brasil, ELETROBRÁS (1986) y Brasil, ELETRONORTE (1985), ver: Fearnside (1995). Represas de: 1. São Gabriel (2.000 MW); 2. Santa Isabel-Uaupés/Negro: (2.000 MW); 3. Caracaraí-Mucajá (1.000 MW); 4. Maracá (500 MW); 5. Surumu (100 MW); 6. Bacarão (200 MW); 7. Santo Antônio [Cotingo] (200 MW); 8. Endimari (200 MW); 9. Madeira/Caripiana (3800 MW); 10. Samuel (200 MW); 11. Tabajara-JP-3 (400 MW); 12. Jaru-JP-16 (300 MW); 13. Ji-Paraná-JP-28 (100 MW); 14. Preto RV-6 (300 MW); 15. Muiraquitã RV-27 (200 MW); 16. Roosevelt RV-38 (100 MW); 17. Vila do Carmo AN-26 (700 MW); 18. Jacaretinga AN-18 (200 MW); 19. Aripuanã AN-26 (300 MW); 20. Umiris SR-6 (100 MW); 21. Itaituba (13.000 MW); 22. Barra São Manuel (6.000 MW); 23. Santo Augusto (2.000 MW); 24. Barra do Madeira [Jurueña] (1000 MW); 25. Barra do Apiaçás (2000 MW); 26. Talama [Novo Horizonte] (1.000 MW); 27. Curuá-Una (100 MW); 28. Belo Monte [Cararaô] (8.400 MW); 29. Babaquara (6.300 MW); 30. Ipixuna (2.300 MW); 31. Kokraimoro (1.900 MW); 32. Jarina (600 MW); 33. Iriri (900 MW); 34. Balbina (250 MW); 35. Fumaça (100 MW); 36. Onça (300 MW); 37. Katuema (300 MW); 38. Nhamundá/Mapuera (200 MW); 39. Cachoeira Porteira (1.400 MW); 40. Tajá (300 MW); 41. María José (200 MW); 42. Treze Quedas (200 MW); 43. Carona (300 MW); 44. Carapaná (600 MW); 150 Mel (500 MW); 46. Armazém (400 MW); 47. Paciência (300 MW); 48. Curuá (100 MW); 49. Maecuru (100 MW); 50. Paru III (200 MW); 51. Paru II (200 MW); 52. Paru I (100 MW); 53. Jari IV (300 MW); 54. Jari III (500 MW); 55. Jari II (200 MW); 56. Jari I (100 MW); 57. F. Gomes (100 MW); 58. Paredão (200 MW); 59. Caldeirão (200 MW); 60. Arrependido (200 MW); 61. Santo Antônio [Araguari] (100 MW); 62. Tucuruí (6.600 MW); 63. Marabá (3.900 MW); 64. Santo Antônio [Tocantins] (1.400 MW); 65. Carolina (1.200 MW); 66. Lajeado (800 MW); 67. Ipueiras (500 MW); 68. São Félix (1.200 MW); 69. Sono II (200 MW); 70. Sono I (100 MW); 71. Balsas I (100 MW); 72. Itacaiúnas II (200 MW); 73. Itacaiúnas I (100 MW); 74. Santa Isabel (Araguaia) (2200 MW); 75. Barra do Caiapó (200 MW); 76. Torixoréu (200 MW); 77. Barra do Peixe (300 MW); 78. Couto de Magalhães (200 MW); 79. Noidori (100 W).

**Fuente:** Brasil, ELETROBRÁS, 1987.

Estas represas inundarían 10 millones de hectáreas, aproximadamente 2% de la región de la Amazonía Legal de Brasil y alrededor del 3% de la parte brasileña de la selva amazónica. Inundaciones en esta zona provocarían el disturbio de la vegetación y en otras áreas además de las áreas sumergidas por los propios embalses. Hábitats acuáticos se alterarían drásticamente. El impacto sobre los pueblos indígenas sería sustancial porque una de las mayores concentraciones de los pueblos en la Amazonía se encuentran en el área donde existe la mayor parte de los sitios que son favorables para el desarrollo hidroeléctrico: los tramos medios y superiores de los afluentes que comienzan en la meseta central y el flujo del norte de Brasil que se encuentra con el río Amazonas: Xingú, Tocantins, Araguaia, Tapajós y otros.

La construcción de represas hidroeléctricas en la Amazonía brasileña provoca importantes impactos sociales y ambientales, como ocurre también en otras partes del mundo (WCD, 2000). El proceso de toma de decisiones para iniciar nuevos proyectos tienden a subestimar groseramente estos impactos, así como a sobreestimar sistemáticamente los beneficios de las represas (Fearnside, 1989, 2005a). Los costos financieros por construcción de las represas también han sido sistemáticamente subestimados. Además de las disparidades en la magnitud de los costos y beneficios, existen grandes desigualdades en términos de quién asume los costos y quién goza de los beneficios. Las poblaciones locales a menudo han sostenido importantes impactos, mientras que las recompensas son acumuladas particularmente a los beneficiarios de los centros urbanos y, en el caso de represas mayores (Tucuruí), a otros países (Fearnside, 1999, 2001a). De las represas planificadas, las más polémicas son las represas planificadas para el río Xingú, comenzando con la represa de Belo Monte.

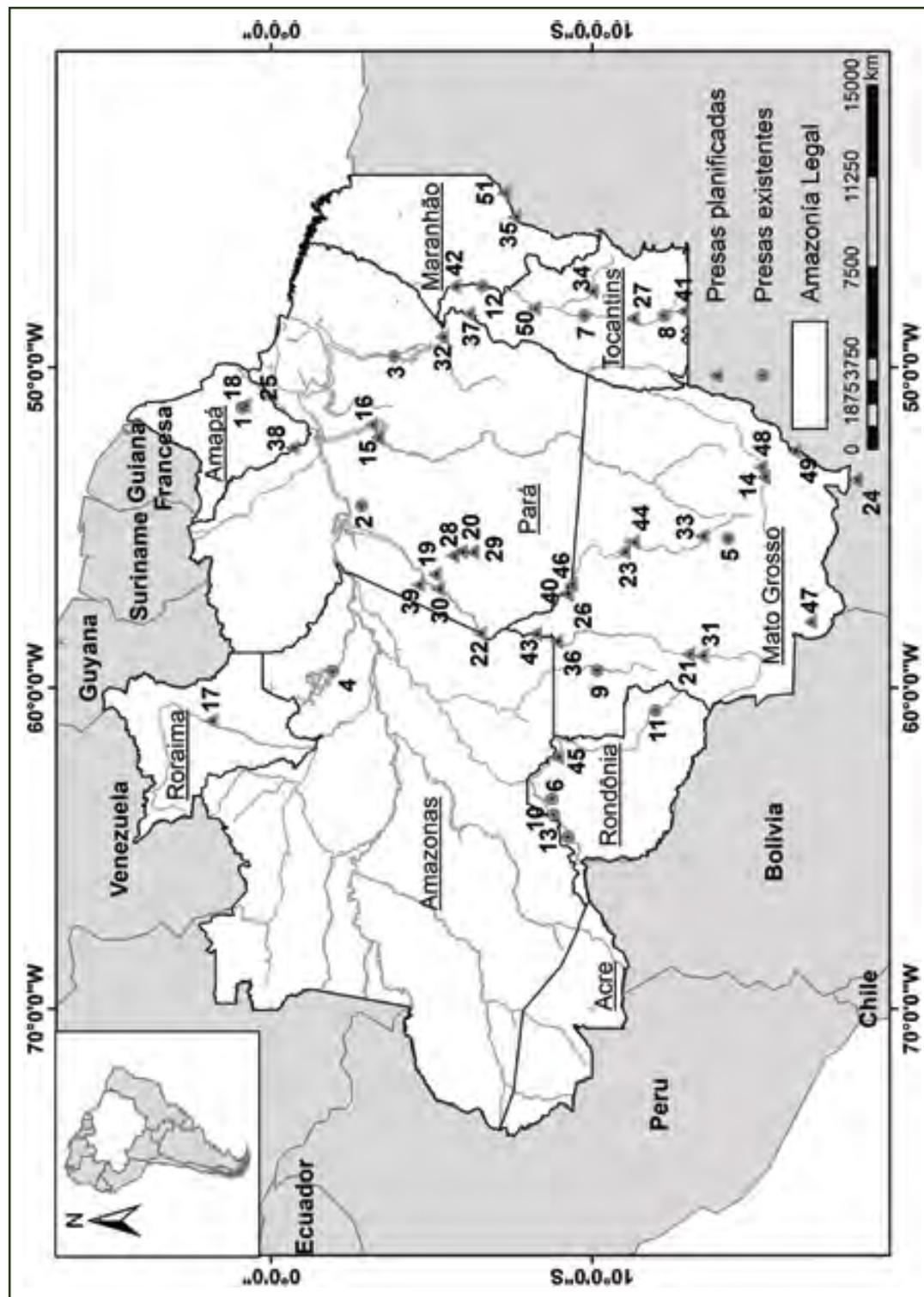
El plan decenal de expansión de energía de Brasil 2011-2020 preveía 30 nuevas grandes represas, definidas en Brasil como > 30 MW, en la región de la Amazonía Legal hasta 2020 (Brasil, MME, 2011, p. 285). Varias represas pequeñas incluidas en el plan de 2011-2020 fueron postergadas hasta después de 2021 en el plan 2012-2021, pero dos grandes represas, la Simão Alba (3.509 MW) y la Salto Augusto Baixo (1.464 MW), ambas en el río Juruena, fueron aceleradas para que sean concluidas en aquel año 2021 (Brasil, MME, 2012).

Las represas que tendrán que ser concluidas en el intervalo 2012-2021 en la Amazonía Legal brasileña totalizan 17: Santo Antônio en 2012, Jirau en 2013, Santo Antônio do Jari en 2014, Belo Monte, Colíder, Ferreira Gomes y Teles Pires en 2015, Sinop, Cachoeira Caldeirão, São Manoel en 2017, Ribero Gonçalves y São Luiz do Tapajós en 2018, Jatobá en 2019, Água Lima y Bem Querer en 2020, y Simão Alba, Marabá y Salto Augusto Baixo en 2021 (Brasil, MME, 2012, pp. 77-78).

Las 13 represas existentes (aquellos con sus embalses llenos hasta el 1 de marzo de 2013) se muestran en la Tabla 1. Las 38 represas en fase de planificación o construcción mencionadas en planes recientes figuran en la Tabla 2. Las represas existentes y planificadas de las Tablas 1 y 2 están presentadas en la Figura 4. Hay muchas otras inventariadas (e.g., Brasil, ANA, s/d (C. 2006), pp. 51-56), como las 62 represas adicionales que fueron incluidas en el "Plan 2010" pero aún no aparecerán en los planes decenales de expansión energética (ver la leyenda de la Figura 3). Ya hay preparativos en curso en algunos de estos sitios adicionales que no fueron listados, tales como el Paredão en Roraima y Machadinho en Rondônia.

En el estado brasileño de Amazonas hay un reciente interés en los ríos Aripuanã y Roosevelt, en los locales Prainha, Sumaúma, Cachoeira Galinha e Inferninho (e.g., Farias, 2012).

**Figura 4.** Represas existentes (con embalses llenados hasta 1 de marzo de 2013) y represas planificadas o en fase de construcción en la región brasileña de la Amazonía Legal.



Los números de las represas existentes (indicadas con círculos) corresponden a los números listados en la Tabla 1, y los números de las represas planificadas y en construcción (indicadas con triángulos) corresponden a los números en la Tabla 2.

**Fuente:** A partir de datos en las fuentes citadas en las Tablas 1 & 2 en la columna 'Referencias'.

**Tabla 1.** Presas existentes\* en la región de la Amazonía Legal de Brasil.

Nº en Fig. 4	Año	Nombre	Estado	Río	Capacidad Instalada (MW)	Área del embalse (km <sup>2</sup> )	Coordenadas	Referencias
1	1975	Coaracy-Nunes	Amapá	Araguari	78 [298 MW hasta 2016]	23 (for initial 68 MW)	054°24'N; 51°15'31"W	Fearnside, 2005a
2	1977	Curuá-Una	Pará	Curuá-Una	100	78 (for initial 40 MW)	02° 49' 11.49"S; 54° 17'59.64"W	Fearnside, 1999, 2001
3	1984	Tucurú	Pará	Tocantins	8,370	2.850	03°49'54"S; 49°38'48"W	Fearnside, 1989; Feitosa <i>et al.</i> , 2007
4	1987	Balbina	Amazonas	Uatumá	250	2.996	01°55'02"S; 59°28'25"W	Fearnside, 1989; Feitosa <i>et al.</i> , 2007
5	1987	Manso	Mato Grosso	Manso	212	427	14° 14'15"S; 55° 20'60"00'W	Fearnside, 2005b
6	1988	Samuel	Rondônia	Jamari	210	560	8°45'1"S; 63°27'20"W	Fearnside, 2007
7	1999	Lajeado (Luis Eduardo Magalhães)	Tocantins	Tocantins	800	630	9°45'26"S; 48°22'17"W	Agostinho <i>et al.</i> , 2007
8	2006	Peixe Angical	Tocantins	Tocantins	452	294	12°15'2"S; 48°22'54"W	
9	2011	Dardanelos	Mato Grosso	Aripuanã	261	0.24	59°26'55"W; 10°09'37"S	PDE-2015, p. 69
10	2011	Santo Antônio (Madeira)	Rondônia	Madeira	3,150 hasta 2015	350	08°48'04.0"S; 63 56'59.8"W	PDE-2015 p. 70
11	2011	Rondon II	Rondônia	Comemoração	73.5	23	11°58'51"S; 60°41'56"W	PDE-2019 p. 54
12	2012	Estreito (Tocantins)	Maranhão/ Tocantins	Tocantins	1,087	744,68	06°35'11"S; 47°27'27"W	Brazil, MME, 2011
13	2013	Jirau	Rondônia	Madeira	3,750 hasta 2015	361,6	9°15'17.96"S; 64°38'40.13"W	

\*Presas > 30 MW con sus embalses llenos hasta el 1 de marzo de 2013.

Fuente: A partir de las citadas en la columna 'Referencias'.

**Tabla 2.** Presas planificadas o en construcción en la Amazonía brasileña ( $> 30 \text{ MW}$ ).

Nº en Fig. 4	Nombre	Estado	Río	Capacidad Instalada (MW)	Área del embalse (km <sup>2</sup> )	Situación	Año previsto de término	Coordenadas	Referencias
14	Água Limpa	Mato Grosso	Das Mortes	320	17,9	Planificado	2020	15°20'53"S; 53°25'49"W	Brasil, MME, 2012, p. 82
15	Babaquara [Altamira]	Pará	Xingu	6.300	6.140	Oficialmente no mencionado		03°18'00"S; 52°12'30"W	Fearnside, 2006a
16	Belo Monte	Pará	Xingu	11.233	516	En construcción	2015	03°6'57"S; 51°47'45"W	
17	Bem Querer	Roraima	Río Branco	709	559,1	Planificado	2020	01°52'40"N; 61°01'57"W	Brasil, MME, 2012, p. 83; Brasil, MME, 2010a
18	Cachoeira Caldeirão	Amapá	Araguari	219	48	Planificado	2017	00°51'20" N; 51°12'00" W	Brasil, MME, 2012, p. 77
19	Cachoeira do Caiá	Pará	Jamanxim	802	420	Planificado	2020	05°05'05"S; 56°28'05"W	
20	Cachoeira dos Patos	Pará	Jamanxim	528	117	Planificado		05°54'59"S; 55°45'36"W	
21	Cachoeirão	Mato Grosso	Juruená	64	2,6	Planificado		12°59'22"S; 58°57'29"W	Brasil, MME, 2007, p. 149
22	Chacorão	Pará	Tapajós	3.336	616	Oficialmente no mencionado		06°30'08"S; 58°18'53"W	
23	Colíder	Mato Grosso	Teles Pires	342	171,7	En construcción	2015	10°59'59"S; 55°45'57.6"W	Brasil, MME, 2007, p. 148
24	Couto Magalhães	Mato Grosso/Goiás	Araguáia	150	900	Planificado		18°12'35"S; 53°31'06"W	Brasil, ANA, s/d (C. 2006), p. 54
25	Ferreira Gomes	Amapá	Araguari	100	17,72	Licencia preliminar	2015	00°51'20.126"N; 51°11'41.071"W	
26	Foz do Apiacás	Mato Grosso	Apiaçás	230	89,6	Planificado	2016	09°12'23"S; 57°05'11"W	Brasil, MME, 2012, p. 82
27	Ipueiras	Tocantins	Tocantins	480	933,5	Planificado		11°15'11"S; 48°28'53"W	Brasil, MME, 2012, p. 82
28	Jamanxim	Pará	Jamanxim	881	75	Planificado	2020	05°38'48"S; 55°52'38"W	
29	Jardim de Ouro	Pará	Jamanxim	227	426	Planificado		06°15'49"S; 55°45'53"W	
30	Jatobá	Pará	Tapajós	2.336	646	Planificado	2019	05°11'48"S; 56°55'11"W	
31	Juruena	Mato Grosso	Juruená	46	1,9	Planificado		13°24'05"S; 59°00'27"W	Brasil, MME, 2009, p. 109
32	Marabá	Pará	Tocantins	2.160	1.115,4	Planificado	2021	05°19"S; 49°04'W	Brasil, ANA, s/d (C. 2006), p. 52
33	Magessi	Mato Grosso	Teles Pires	53		Planificado		13°34'35"S; 55°15'54"W	Brasil, MME, 2007, p. 149
34	Novo Acordo	Tocantins	Sono/ Tocantins	160		Planificado		09°58'25"S; 47°38'23"W	Brasil, MME, 2009, p. 104
35	Ribeiro Gonçalves	Maranhão /Piauí	Paranába	113	238	Planificado	2018	07°34'31"S; 45°19'02"W	Brasil, MME, 2012, p. 83
36	Salto Augusto Baixo [URN-234b]	Mato Grosso	Juruená	1.464	107	Planificado	2021	08°53'6.3"S; 58°33'30.1"W	Brasil, MME, 2012, p. 77

Nº en Fig. 4	Nombre	Estado	Río	Capacidad Instalada (MW)	Área del embalse (km <sup>2</sup> )	Situación	Año previsto de término	Coordenadas	Referencias
37	Santa Isabel (Araguaia)	Pará	Araguaia	1.080	236	Planificado		06° 08' 00" S; 48° 20' 00" W	Brasil, ANA ,s/d (C. 2006), p. 56
38	Santo Antonio do Jari	Pará/Amapá	Jari	167	31,7	Licencia preliminar	2014	00°39'S; 52°31'W	Brasil, MME, 2007, p. 148
39	São Luiz do Tapajós	Pará	Tapajós	6.133	722	Planificado	2018	04°34'10" S; 56°47'06" S	
40	São Manoel	Mato Grosso	Teles Pires	746	53	Planificado	2017	09°11'29"S; 057°02'60" W	Brasil, MME, 2012, p. 83
41	São Salvador	Tocantins/Goiás	Tocantins	243,2	99,65	En construcción		12°48'45" S; 48°15'29" W	Brasil, ANA ,s/d (C. 2006), p. 55
42	Serra Quebrada	Maranhão	Tocantins	1.328	420	Licencia preliminar	2020	05°41'52" S; 47°29'11" W	Brasil, MME, 2012, p.83
43	São Simão Alto [URN-117a]	Mato Grosso	Juruena	3.509	>1.000	Planificado	2021	08°13'33.5" S; 58°19'23.9" W	Brasil, MME, 2012, p.77
44	Sinop	Mato Grosso	Teles Pires	461	329,6	Licencia preliminar	2016	11°16'10" S; 55°27'07" W	Brasil, MME, 2012, p. 83; Brasil, MME, 2010b, pp. 44-45
45	Tabajara	Rondônia	Ji-Paraná	350		Planificado		08°54'15" S; 62°10'21" W	Brasil, MME, 2009, p. 104
46	Teles Pires	Mato Grosso	Teles Pires	1.820	151,8	En construcción	2015	09°20'35" S; 56°46'35" W	Brasil, MME, 2007, p. 148; Brasil, MME, 2010b, pp. 46-47
47	Tocantins [Renascer]	Tocantins	Tocantins	480	700	Planificado		16°47'10" S; 47°56'31" W	Brasil, MME, 2007, p. 149
48	Torcoeojo	Mato Grosso	Das Mortes	76	48	Licencia preliminar		15°14'05" S; 53°06'57" W	Brasil, ANA ,s/d (C. 2006), p. 56
49	Torixoréu	Mato Grosso/ Goiás	Araguaia	408	900	Licencia preliminar		16°16'59" S; 52°37'00" W	Brasil, MME, 2007, p. 148
50	Tupirantins	Tocantins	Tocantins	620	370	Planificado		08°10'59" S; 48°10'00" W	Brasil, MME, 2012, p.83
51	Uruçuí	Maranhão /Piauí	Paranaíba	164	279	Licencia preliminar		07°14'08" S; 44°34'01" W	Brasil, MME, 2012, p.83

Obs.: Más 62 otras presas están listadas en el Plano 2010 que aún no aparecen en los Planos Decenales de Expansión Energética (PDE) (Ver: Leyenda de Figura 3)

Fuente: A partir de las fuentes citadas en la columna 'Referencias'.





## IMPACTOS DE LAS REPRESAS

---

### A. Impactos sobre los pueblos indígenas

El desarrollo hidroeléctrico existente y planificado incluye algunas de las porciones más densamente pobladas por indígenas de la Amazonía.

La represa de Tucuruí, en el río Tocantins, inundó parte de tres reservas indígenas (Parakanã, Pucuruí y Montaña) y sus líneas de transmisión cortaron otras cuatro (Mãe Maria, Trocará, Krikati y Cana Brava). El área indígena Trocará, habitada por los indios Asuriní do Tocantins, está situada a 24 km aguas abajo de la represa, ellos sufren los efectos de la contaminación del agua y la pérdida de los recursos pesqueros que afectan a todos los residentes río abajo. Por otro lado, en el caso de la represa de Balbina, esta inundó parte de la reserva Waimiri-Atroari. Más dramático será el potencial de impactos sobre los pueblos indígenas si se construyen represas en el río Xingú. La primera represa prevista (Belo Monte) probablemente pondrá en marcha una cadena de acontecimientos que conducirá inexorablemente a la construcción de todas o de algunas represas descritas en varios documentos, incluyendo el "Plan 2010".

La ubicación física de la propuesta de Belo Monte es el sueño de un constructor de represas, con una caída de 94 m y un caudal medio de 8.600 m<sup>3</sup>/s. El problema en aprovecharlo es institucional: las autoridades pertinentes del sector eléctrico de Brasil pueden declarar que sólo la primera represa está en juego, y que tales afirmaciones no tendrían por lo tanto ningún efecto en la construcción de otras represas cuando llegue el tiempo que consta en el cronograma de construcción.

La historia de promesas incumplidas (para usar un eufemismo) en los casos de Balbina y Tucuruí-II proporcionan ejemplos directamente paralelos y ya documentados (Fearnside, 2006a). En 2006, el plan de expansión de energía 2006-2015 incluyó a Belo Monte, con su capacidad instalada, reducida de 11.183 MW a 5.500 MW (Brasil, MME, 2006b). Aunque no se incluyó en el texto del plan 2006, el anuncio de la reducción en la capacidad (a 5.500 MW) en octubre de 2004 dejó claro que se construiría sólo Belo Monte, sin regulación ascendente del caudal en el río Xingú. Pero el plan decenal 2008-2017 (Brasil, MME, 2009) volvió a informar la capacidad prevista de Belo Monte en el nivel original de 11.000 MW, generando dudas sobre las afirmaciones de que las represas de aguas arriba ya no serían planeadas. La configuración final para Belo Monte fue 11.233 MW.

### B. Impactos de reasentamiento

El desplazamiento de la población de la zona del embalse puede tener un severo impacto en algunos lugares.

En el caso de Tucuruí, 23.871 personas fueron trasladadas. Treinta años después, muchos todavía no habían recibido compensación alguna (Xingú Vivo, 2012). Problemas de reasentamiento condujeron al Tribunal Internacional de Agua a condenar al Gobierno brasileño por los impactos de Tucuruí en su reunión de 1991 en Ámsterdam. Aunque este Tribunal

tenga sólo la autoridad moral, la condena atrajo la atención del mundo a la existencia de un padrón subyacente de problemas sociales y ambientales causados por un proyecto supuestamente modelo.

La represa de Marabá en el río Tocantins, en el tramo superior de la represa de Tucuruí, fue planificada para ser terminada en el año 2016 (Brasil, MME, 2009, p. 38); la población desplazada sería aproximadamente 40.000, según fuentes no gubernamentales.

Los planes para la mayoría de los ríos de la Amazonía brasileña, que esencialmente abarcan todos los ríos al este del río Madeira, consiste en construir cadenas de represas que convierten todo el curso de cada río en una serie continua de embalses (Figura 3). Debido a que prácticamente toda la población tradicional de la Amazonía, o sea, los pueblos indígenas y los habitantes ribereños, viven a lo largo de los ríos y dependen totalmente de los peces y otros recursos de los ríos para su sustento, estos planes implican esencialmente la expulsión de toda esta población. Este impacto acumulativo de los planes va mucho más allá del impacto de cualquier represa individual. Para personas que han vivido durante generaciones en un lugar determinado y cuyas habilidades, como la pesca, no les torna aptos para otros contextos, el impacto social de la expulsión es mucho mayor que en el caso del desplazamiento de poblaciones urbanas o poblaciones de colonos recién llegados.

## C. Los residentes de aguas abajo

Cuando una represa se construye, los residentes a orillas del río aguas abajo de la represa sufren impactos tremendos. Por ejemplo, mientras se llena el embalse, el flujo en el tramo inferior de la represa a menudo se seca totalmente, faltando el pescado y agua para los residentes ribereños.

En el caso de la represa de Balbina, los primeros 45 km de aguas abajo estaban secos durante la etapa del llenado. Después de llenada la represa, el agua liberada por los aliviaderos y turbinas prácticamente carece de oxígeno, matando peces en el río aguas abajo y en una distancia considerable por debajo de las represas evitando el restablecimiento de las poblaciones de peces. La pérdida total virtual de peces por falta de oxígeno se aplica a 145 km en Balbina, mientras que en Tucuruí se aplica a 60 km en la estación seca en el lado occidental del río. La migración bloqueada reduce las poblaciones de peces del río en todo su curso entre estas represas y las confluencias de los ríos con el río Amazonas: 200 km en el caso de Balbina y 500 km en el caso de Tucuruí.

Por debajo de la represa de Tucuruí, las capturas de pescado fueron tres veces más pequeñas que en los niveles pre represa comenzando en el segundo año después del cierre de la represa (Odinetz-Collart, 1987). La captura de peces por unidad de esfuerzo, medido en kg por viaje o en kg por pescador, cayó en 60%, mientras que el número de pescadores también cayó drásticamente. Además de la disminución de las capturas de pescado, las capturas de camarón de agua dulce también disminuyeron: la producción local en el Tocantins inferior se redujo en 66% a partir del segundo año después del cierre. Datos sobre pescado hasta 2006 para el embalse de Tucuruí y para ciudades a lo largo de las porciones del río sin represas muestran que la cantidad de pescado del embalse nunca sustituye las pérdidas en la pesca de río Tocantins en su conjunto (Cintra, 2009).

## D. Impactos sobre la salud

### Insectos

Los impactos de las represas hidroeléctricas sobre la salud son sustanciales. El paludismo es endémico en las áreas donde se están construyendo represas, llevando a una mayor incidencia, porque las poblaciones humanas ocupan estas áreas. Los embalses proporcionan criaderos para los mosquitos *Anopheles*, manteniendo o aumentando la población de vectores de esta enfermedad en las áreas circundantes (Tadei *et al.*, 1983).

En el caso de Tucuruí, un impacto dramático fue una "plaga de mosquitos" del género *Mansonia*, que si bien no transmiten el paludismo, pueden transmitir varias enfermedades por arbovirus. También pueden ser vectores de filaria, el gusano parasítico que causa la elefantiasis, aunque esta enfermedad ocurre en países vecinos como Surinam y no se ha extendido todavía a la Amazonía brasileña. Cabe señalar, que después de llenar el embalse de Tucuruí, las poblaciones de *Mansonia* aumentaron rápidamente a lo largo de la orilla occidental del lago. Estos mosquitos pican de noche y de día; la intensidad se midió en hasta 600 mordeduras/hora en seres humanos expuestos (Tadei *et al.*, 1991).

## **Mercurio (Hg)**

La metilación del mercurio representa una preocupación importante para el desarrollo de las hidroeléctricas en la Amazonía. El mercurio es concentrado biológicamente, y las concentraciones aumentan en un orden de magnitud con cada paso en la cadena alimentaria. Los seres humanos tienden a ocupar la última posición, y puede esperarse que ellos alberguen los más altos niveles de mercurio. Es probable que las altas concentraciones encontradas en el suelo y la vegetación en la Amazonía hayan sido acumulados de la deposición de fondo durante millones de años, y no de los recientes aportes antropogénicos de la minería de oro (Roulet *et al.*, 1996; Silva-Forsberg *et al.*, 1999).

La metilación está ocurriendo en embalses, según lo indicado por el alto nivel de mercurio en los peces y en el cabello de humanos en Tucuruí. En una muestra de 230 peces del embalse (Leino & Lodeius, 1995), en el 92% de los 101 peces predadores había niveles de Hg superiores a los 0,5 mg Hg por kg de peso fresco que es el límite de seguridad en el Brasil. El tucunaré (*Cichla ocellaris* y *C. temensis*), un pez depredador que constituye más de la mitad de las capturas comerciales en Tucuruí, está contaminada con altos niveles, con un promedio de 1,1 mg Hg / kg, siendo dos veces más que el límite de seguridad de 0,5 mg Hg por kg de peso fresco.

La media de Hg en el cabello de las personas que pescan en el embalse de Tucuruí fue 65 mg por kg de cabello (Leino & Lodenius, 1995), valor muchas veces más alto que en las zonas mineras de oro. Por ejemplo, en minas de oro cerca de Carajás, concentraciones de Hg en cabello oscilaron entre 0,25 y 15,7 mg por kg de cabello estudiado (Fernandes *et al.* 1990). Datos del río Tapajós han indicado síntomas mesurables, como la reducción del campo visual, entre los residentes de río con niveles de Hg en el cabello substancialmente más bajo que el nivel en Tucuruí y en el umbral de 50 mg por kg que actualmente es reconocido como el estándar. Las concentraciones de Hg en el cabello humano de los habitantes de Tucuruí, son más del doble de aquellas que han sido constatadas como causantes de daño al feto, provocando retraso psicomotor.

## **E. Pérdida de la vegetación**

Entre los muchos impactos ocasionados por la construcción de represas hidroeléctricas en regiones tropicales está la estimulación de la deforestación. Esto es en parte, por causa de las carreteras que se construyen alrededor de cada obra. Las carreteras son bien conocidas como uno de los agentes más poderosos de deforestación (e.g., Fearnside, 2002a; Laurance *et al.*, 2002; Soares-Filho *et al.*, 2004). Un ejemplo es la represa de Balbina, donde la tierra a lo largo de la carretera construida para vincular la represa a la carretera BR-174 (Manaus-Boa Vista) llegó a ser invadida rápidamente por 'okupas' (Fearnside, 1989), y, más tarde, parte de la zona fue convertida en un proyecto de asentamiento por el Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA) (Massoca, 2010).

Represas construidas en zonas con un número considerable de que terminan desplazadas y deforestan áreas de asentamiento oficial u otros lugares, todo esto sumado a las que se mueven por su propia voluntad. En el caso de la represa de Tucuruí, además de la deforestación en las áreas de reasentamiento, parte de la población se trasladó una segunda vez como resultado de la plaga de mosquitos, dando lugar a la formación de uno de los puntos de mayor deforestación de la Amazonía en el local donde finalmente se establecieron (Fearnside, 1999, 2001a).

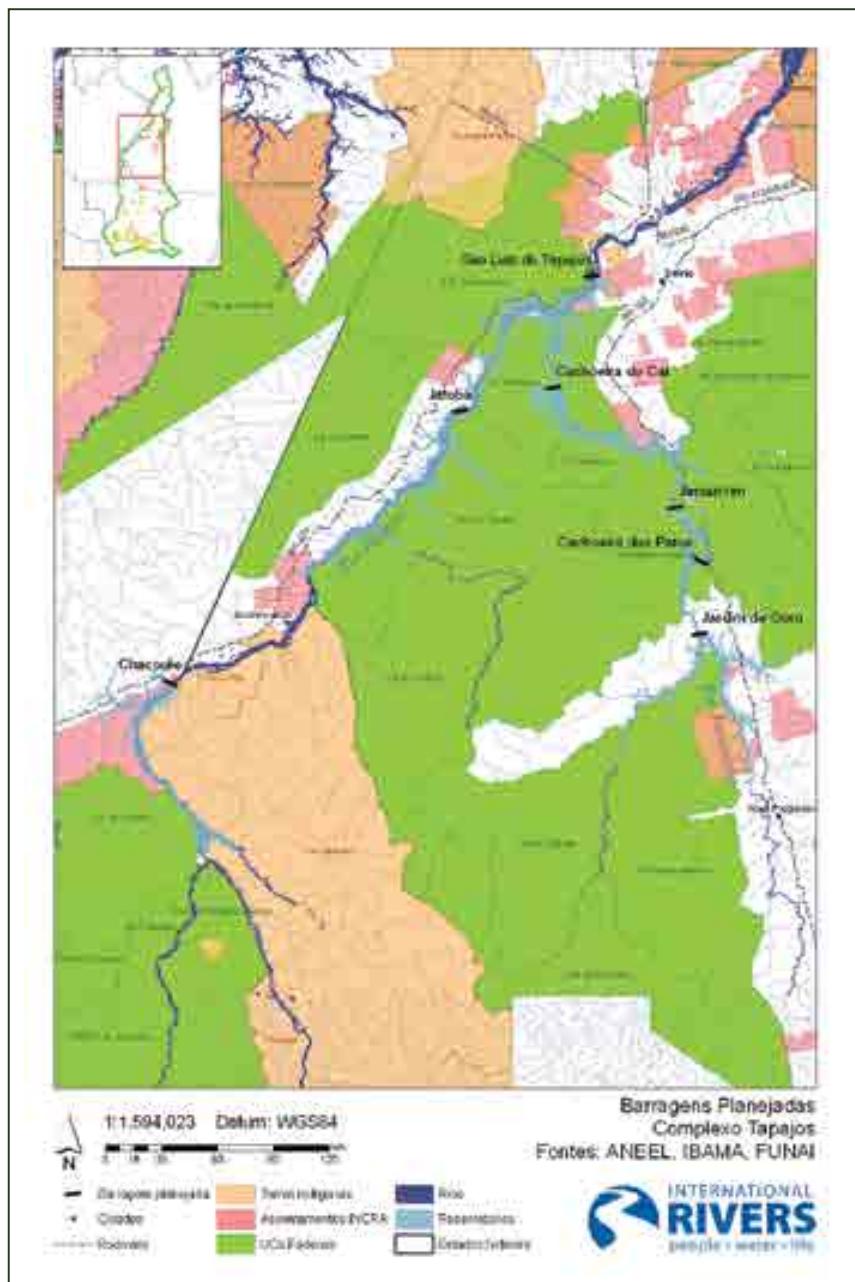
La represa de Belo Monte, ahora en construcción en el río Xingú, ha atraído una gran población a la zona de Altamira, Pará (Barreto *et al.*, 2011). Esta área se convirtió en uno de los dos puntos de mayor deforestación en 2010 y 2011; la otra, es la zona alrededor de las represas de Santo Antônio y de Jirau, que están en construcción en el río Madeira en Rondonia (Angelo & Magalhães, 2011; Hayashi *et al.*, 2011; Escada *et al.*, 2013).

Una de las maneras que las represas provocan deforestación es por su papel como componente de hidrovías. Las represas inundan cascadas que impiden la navegación y esclusas asociadas a las represas permiten el paso de barcazas de transporte de materias primas, como la soya. Brasil tiene amplios planes para las hidrovías (e.g., Brasil, PR, 2011; Fearnside, 2001b). El programa de Brasil para la expansión de hidroeléctricas se centra actualmente en la cuenca del río Tapajós, donde hay seis represas, en el propio río Tapajós y en el río Jamanxim (un tributario del río Tapajós en el estado de Pará) que se incluyeron en el Segundo Programa para la Aceleración del Crecimiento (PAC-2) para 2011-2015, junto con cinco represas en el río Teles Pires, un afluente situado en Mato Grosso (Brasil, PR, 2011). Estas represas permitirían la apertura de la Hidrovía Tapajós, planeada para llevar soya de Mato Grosso hasta un puerto en el río Amazonas en Santarém (Brasil, PR, 2011; Millikan, 2011) (Figura 5). Aunque la navegación es una prioridad en el "eje de transporte" del PAC-2 de Brasil, una represa adicional sería

necesaria para completar la hidrovía, que no se menciona en el "eje de la energía" del plan, a saber, la represa de Chacorão en el río Tapajós (e.g., Millikan, 2011). En el Plan de Expansión de la Energía tampoco aparecen las 30 represas amazónicas planeadas hasta 2020 (Brasil, MME, 2011, p. 285). Mientras tanto, las esclusas en esta presa son indicadas como "prioritarias" en el plan de hidrovías (Brasil, MT, 2010, p. 22). Esta presa, que permitiría a las barcazas pasar por las cascadas de Sete Quedas, inundaría 18.700 hectáreas de la zona indígena Munduruku (Millikan, 2011).

La culminación de la Hidrovía Tapajós estimularía la futura deforestación para la soya en la parte norte de Mato Grosso, servido por la vía fluvial. También alentará las plantaciones de soya en las pasturas que dominan actualmente el uso de la tierra en áreas que ya han sido deforestadas en el norte de Mato Grosso. Se ha demostrado que tal conversión provoca la deforestación indirecta en otros lugares, porque se desplaza la actividad ganadera de Mato Grosso hacia Pará (Arima *et al.*, 2011). La estimulación de la deforestación por la Hidrovía Tapajós no está incluida entre los impactos considerados en el licenciamiento ambiental o en proyectos para obtener créditos de carbono (e.g., Fearnside, 2013a, b).

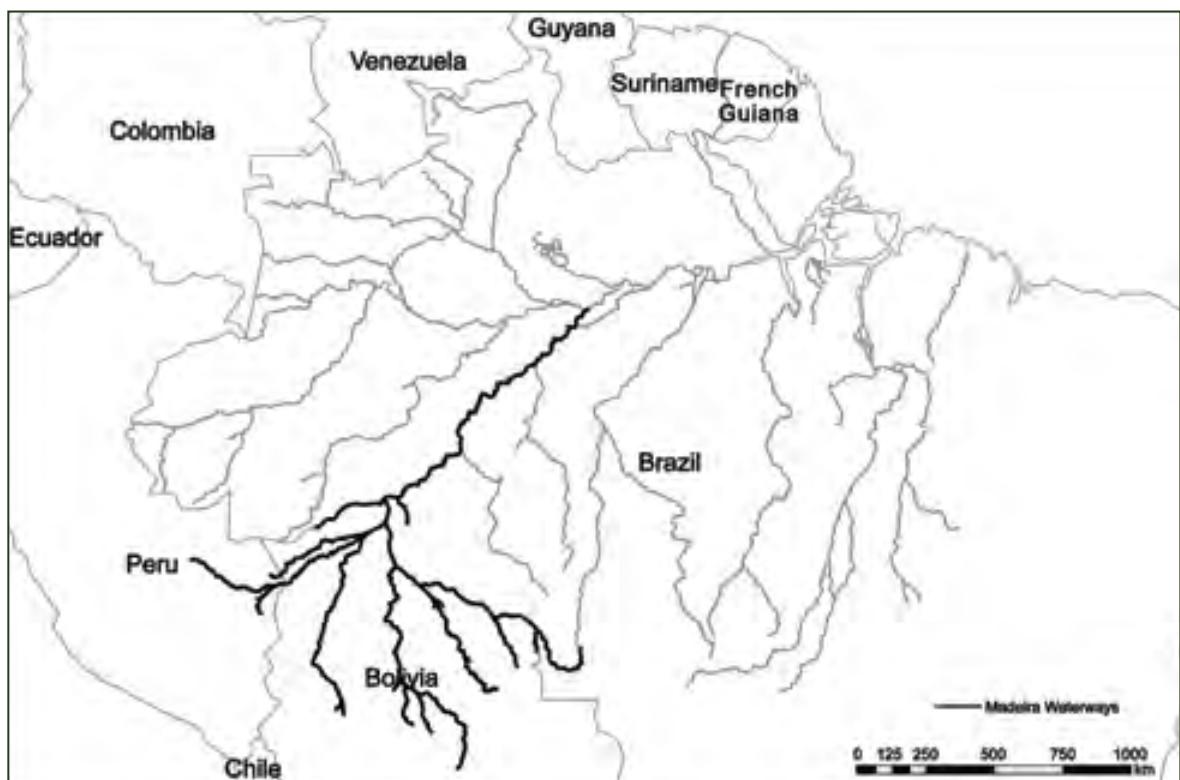
**Figura 5.** Represas planificadas en el río Tapajós.



Fuente: Millikan, 2012.

Quizás el más controvertido de los proyectos de hidrovía es el asociado a las represas de Santo Antônio y de Jirau en el río Madeira (e.g., IIRSA, 2007; Killeen, 2007). Estas represas serían parte de la hidrovía del río Madeira y harían posible la implantación de más de 4.000 km de vías navegables en Bolivia (Figura 6). Las estimaciones preliminares de granos (principalmente soya) prevén el transporte de un total de 28 millones de toneladas/año de Mato Grosso y 24 millones de toneladas/año de Bolivia (PCE *et al.*, 2002, p.6.4). La cantidad de soya que se transportaría desde Bolivia podría ser exagerada, ya que la zonificación boliviana (Zonisig *et al.*, 1997, citado por Vera-Diaz *et al.*, 2007) indica bajo potencial agrícola en gran parte del área donde los estudios brasileños dicen que existen 8 millones de hectáreas de suelos apropiados (PCE *et al.*, 2002, p. 6.4). Si existen 8 millones de hectáreas de suelo apropiado en Bolivia y esta área se convierte en soya, entonces los impactos del proyecto hidroeléctrico y de navegación deben incluir la pérdida de áreas de ecosistemas naturales, que por sí mismo representa un total de más de 150 veces la superficie de los propios embalses. Aunque no se menciona en el informe, cabe señalar que muchos productores de soya en la Amazonía boliviana hoy en día son brasileños, y es probable que gran parte de la expansión de la soya en el área adicional que se abriría por las hidrovías también sería hecho por los brasileños. La discusión de los beneficios de las represas es internacional en el ámbito de aplicación (integración de América del Sur y transporte de soya de Bolivia) pero la discusión de los impactos se limita a Brasil en este y en los informes posteriores, incluyendo el estudio de viabilidad (PCE *et al.*, 2005, Vol. 2 p. II-83) y el EIA-RIMA (FURNAS *et al.*, 2005a,b).

**Figura 6.** Hidrovías indicadas por el estudio de viabilidad para las represas del río Madeira.



Rediseñados de: PCE *et al.*, 2004, Tomo 1, Vol. 1, p. 1.16.

La Evaluación Ambiental Estratégica (AAE, por sus siglas en portugués) para las represas del río Madeira se refiere al crecimiento “inexorable” como una característica de la zona de Bolivia, a la cual las hidrovías proporcionarían acceso (ARCADIS Tetraplan *et al.*, 2005). El estudio de viabilidad destaca “la inexorabilidad de la integración física de América del Sur” y “la inexorabilidad del avance de la ocupación” (PCE *et al.*, 2005, Vol. 2, p. II-85). Los informes implican que los impactos ambientales son inevitables de todas formas, incluso sin las nuevas plantaciones de soya que estimularían las hidrovías. Sin embargo, la AAE del proyecto del río Madeira menciona que la expansión agrícola (es decir, la soya) estimulada por la hidrovía resultará en pérdida de la vegetación natural en Bolivia (ARCADIS Tetraplan *et al.*, 2005, pp. 169-170). Además de impactos sobre la biodiversidad, la posibilidad de afectar negativamente el régimen hidrológico en el río Madeira se menciona como un problema que contribuiría a este cambio. La contramedida propone “acción integrada entre Brasil y Bolivia, que es necesaria para permitir la regulación ambiental y territorial, que pretende controlar la ocupación de la tierra

y mantener la integridad de las áreas protegidas". Aunque estas medidas son deseables para ayudar a disminuir aún la pérdida de más áreas, no compensaría el impacto de la hidrovía al estimular la conversión de una gran área de ecosistemas naturales para la soya (e.g., Vera-Dias *et al.*, 2007).

Aunque las áreas al lado de las represas de Santo Antônio y de Jirau han sido reservadas para la posible futura construcción de esclusas, el MME de Brasil ha dejado claro que ninguna decisión ha sido tomada en relación a si se construirán esclusas (Brasil, MME, 2006b). La pregunta clave es si retrasar la decisión sobre las esclusas absuelve a los proponentes de la represa de cualquier responsabilidad para considerar los impactos de la hidrovía en estudios de impacto ambiental. El contraste es evidente entre el entusiasmo por los beneficios de la vía fluvial al describir las ventajas de las represas y la falta de inclusión de los impactos de la expansión de la soya, al hablar de los costos ambientales de las represas.

En resumen, las represas hidroeléctricas amazónicas causan la pérdida de la vegetación no sólo por inundación directa, sino también por la deforestación estimulada por la atracción y por el desplazamiento de la población y por la apertura de vías para sitios de construcción de represas. Las represas también permiten la apertura de hidrovías que permiten que ríos que fueron anteriormente no navegables pasen a soportar el tráfico de barcas. La expansión de la soya se relaciona estrechamente con el costo del transporte, llevando a la deforestación de conversión directa del bosque a la soya y de la conversión de pasturas, desplazando así la ganadería a las áreas de selva en otras partes de la Amazonía. Estos impactos se omiten casi en su totalidad en las licencias ambientales de las represas, así como en proyectos para la obtención de créditos de carbono de energía hidráulica.

## F. Gases de efecto invernadero

Aunque las represas hidroeléctricas se presentan a menudo como "energía verde", lo que significa una fuente de energía sin emisiones de gases de efecto invernadero, las represas, de hecho, emiten cantidades considerables de gases (e.g., Fearnside, 2012b; Gunkel, 2009). Los montos emitidos varían mucho dependiendo de la ubicación geográfica, la edad del embalse, entradas externas de carbono y nutrientes y las características del embalse como flujo de agua, tiempo de rotación, área, profundidad, fluctuaciones del nivel del agua y la colocación de las turbinas y aliviaderos. Las represas ubicadas en áreas tropicales emiten más metano que las construidas en áreas templadas o boreales (ver las revisiones de Barros *et al.*, 2011; Matthews *et al.*, 2005). Bastviken *et al.* (2011) estiman que los embalses cubren 500.000 km<sup>2</sup> en todo el mundo y emiten anualmente 20 millones de toneladas de metano (CH<sub>4</sub>). Esto vale por 136 millones de toneladas de carbono CO<sub>2</sub>-equivalente si se calcula utilizando el Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) de metano de 25 del último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (Forster *et al.*, 2007), o 185 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-carbono equivalente utilizando un valor más reciente de 34 (Myhre *et al.*, 2013; Shindell *et al.*, 2009). Si se utiliza un horizonte de 20 años en lugar de 100 años, este valor aumenta en 86 veces (Myhre *et al.*, 2013). Una rápida y sostenida reducción de la emisión de metano es una parte necesaria de cualquier estrategia para permanecer debajo del límite de 2° C señalado en la Decisión 2/CP.15 acordada en Copenhague el 2009 (Shindell *et al.*, 2012). Considerando este GWP de metano, las emisiones mundiales de embalses totalizan 469 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-carbono equivalente (1.72 billones de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente).

Estas cifras sólo incluyen las emisiones de las superficies de los embalses por ebullición (burbujas) y difusión – no las emisiones que se producen cuando el agua rica en metano surge (bajo presión) desde la camada más profunda en la columna de agua a través de las turbinas y aliviaderos, que pueden sobrepasar el doble del total (e.g., Abril *et al.*, 2005; Fearnside, 2008, 2009a; Kemenes *et al.*, 2008). Sin embargo, la falta de información necesaria para estimaciones confiables de estas emisiones en una base de represa por represa dificulta una estimación global actualmente. Algún detalle está justificado para explicar la naturaleza del problema, dado los importantes esfuerzos de la industria de la energía hidroeléctrica para retratar las emisiones de las represas como mínimas (ver: Fearnside, 2007, 2012b).

### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Las represas emiten gases de efecto invernadero en diversas formas a lo largo de la vida de estos proyectos. En primer lugar, hay emisiones de la construcción de la represa, del cemento, el acero y el combustible que utilizan. Estas emisiones son mayores que las de una instalación equivalente para generar la misma cantidad de electricidad de los combustibles fósiles o de fuentes alternativas como la eólica y solar. Las emisiones de la construcción de la represa también ocurren varios años antes de que comience la generación de electricidad sumado al plazo de ejecución de otras fuentes. Porque el tiempo tiene valor para efectos de calentamiento global, esta diferencia de tiempo se

agrega al impacto de las represas en relación con la mayoría de las otras fuentes (Fearnside, 1997). Las emisiones de construcción se estimaron para Brasil en 0,98 millones de toneladas de carbono CO<sub>2</sub>-equivalente propuesta para la represa de Belo Monte y 0,78 millones de toneladas para la represa de Babaquara/Altamira, calculada sin ponderación por tiempo (Fearnside, 2009a).

Cuando una extensión de terreno paisaje es inundado por un embalse, las emisiones y absorciones del terreno pre represa deben deducirse de los flujos de gas correspondiente del embalse con el fin de evaluar el impacto neto de la represa. En áreas de bosque tropical, el balance de carbono de la vegetación es un factor crítico. En la década de 1990, muchos creyeron que la Amazonía era un gran receptor de carbono atmosférico, lo que aumentaría el impacto neto sobre el calentamiento global de la conversión de bosques a otros usos, incluyendo embalses. Sin embargo, posteriormente la corrección de una serie de problemas en las técnicas de medición redujo las estimaciones de la absorción de la selva por más de cinco veces, y ya no se cree que la vegetación es un sumidero de carbono en promedios importantes (e.g., Araújo *et al.*, 2002; Fearnside, 2000; Kruijt *et al.*, 2004).

La cantidad de absorción de carbono varía sustancialmente con la localización (Ometto *et al.*, 2005). Se estimaron las mayores tasas de absorción en mediciones del crecimiento de los árboles en Perú y Ecuador (Phillips *et al.*, 1998, 2004); por desgracia, no hay torres en estas localidades para realizar medidas de correlación de vórtices comparables. Los índices de absorción disminuyen desde los Andes hasta el océano Atlántico, un padrón que se ha atribuido a un gradiente correspondiente a la fertilidad del suelo (Malhi *et al.*, 2006). En 2010, Brasil firmó un acuerdo energético con Perú para permitir que la compañía de electricidad del Gobierno brasileño (ELETROBRÁS) construya las primeras cinco de más de una docena de represas previstas en la parte amazónica del Perú, compromiso que ha sido reafirmado por el actual presidente del Perú, Ollanta Huama Tasso (FSP, 2011b)\*.

Las emisiones de la deforestación pueden ser sustanciales como resultado de desplazamientos masivos y la estimulación de deforestación en los alrededores de nuevas represas y sus vías de acceso, como ya se mencionó. Las emisiones desplazadas pueden ocurrir no sólo por causa de la pérdida del uso de la tierra, sino también por la pérdida del uso de agua, por ejemplo, para reemplazar el pescado que antes era producido en el río. Esta es una preocupación para represas en construcción en el río Madeira en Brasil (Fearnside, 2009b, 2014b).

Otra importante fuente de emisión es el carbono liberado de la descomposición de los árboles que mueren por la inundación. Los árboles generalmente se quedan en el embalse, donde se proyectan sobre el agua y descomponen en la presencia de oxígeno, liberando su carbono como CO<sub>2</sub>. Árboles adicionales son afectados en bosques próximos de la costa, incluyendo bosques que forman islas en el embalse, debido a la subida del nivel freático. Esta adición es mayor en los embalses con costas sobresalientes y con muchas islas, como es el caso de la represa de Balbina en Brasil (Feitosa *et al.*, 2007). La liberación de carbono por la muerte de los árboles comienza cuando el embalse se llena inicialmente, antes de cualquier generación de electricidad (e.g., Abril *et al.*, 2013), es decir, entonces, que la mayor parte de las emisiones es producida en los primeros años de vida del embalse. Debido al valor del tiempo, esta emisión inicial provoca un impacto substancial en la generación hidroeléctrica en comparación con la generación de combustibles fósiles, que liberan la gran mayoría de su CO<sub>2</sub> al mismo tiempo que se produce la electricidad (Fearnside, 1997). Para 1990 -el año estándar para los inventarios iniciales de emisiones de gases del efecto invernadero, bajo la Convención del Clima-, la emisión anual de la descomposición de la parte de los árboles que sobresale del agua, sin contar la mortalidad en la costa, se estimó en 6,4 millones de toneladas de carbono en Balbina (Fearnside, 1995), 1,1 millones de toneladas en Samuel (Fearnside, 2005a) y 2,5 millones de toneladas en Tucurú (Fearnside, 2002b). La represa de Babaquara/Altamira, "extraoficialmente" prevista para la construcción aguas arriba de Belo Monte, junto con Belo Monte, es probable que se convierta en la "campeona" absoluta de estas emisiones a partir de la descomposición sobre el agua, con un promedio estimado en 9,6 millones de toneladas de emisiones de carbono anualmente derivados de árboles inundados, más 0,07 millones de toneladas de emisiones del área costera durante los primeros diez años (Fearnside, 2009a, 2011a).

El agua en el embalse también emite dióxido de carbono, ya sea por medio de burbujas (ebullición) o difusión (emanación) a través de la superficie del embalse o del agua liberada a través de las turbinas y aliviaderos. Este CO<sub>2</sub>

\* Nota del Editor: Al cierre de la edición del presente documento, el Acuerdo Energético ha sido archivado por la Comisión de Relaciones Exteriores del Congreso de la República del Perú.

proviene de diversas fuentes, y es importante evitar la doble contabilidad del carbono. Una parte es de la descomposición subacuática de los árboles inicialmente presentes en el embalse, ya sea como CO<sub>2</sub> producido directamente cuando la biomasa de árboles se descomponen en la camada superficial del agua que contiene oxígeno, o indirectamente si la biomasa se descompone en las camadas profundas donde hay poco o ninguna concentración de oxígeno. El carbono es liberado como metano, posteriormente una parte se convierte en CO<sub>2</sub> por bacterias en las camadas superficiales. Este proceso de conversión de la biomasa de los árboles a metano disuelto y posteriormente en CO<sub>2</sub> disuelto, se cree que es la principal fuente de CO<sub>2</sub> en el agua en Balbina (Kemenes *et al.*, 2011).

El dióxido de carbono es liberado también a partir de carbono del suelo en la tierra inundada. Así como en el caso de los árboles, se trata de una fuente fija que futuramente se agotará. Asimismo, la emisión es mayor en los primeros años. Los investigadores de la represa de Petit Saut, en la Guayana francesa, creen que el carbono del suelo es la principal fuente para CO<sub>2</sub> y el metano producido en el pulso inicial de emisión después de la inundación (Tremblay *et al.*, s/d [C. 2005]).

Emisiones de CO<sub>2</sub> del agua incluyen el carbono liberado a partir de fuentes renovables, además de las de fuentes fijas, tales como árboles y carbono del suelo. El carbono también entra en el embalse a partir de carbono orgánico disuelto (de lixiviación) y de sedimentos procedentes de la erosión del suelo en toda la cuenca hidrográfica aguas arriba del embalse. Este carbono está continuamente siendo retirado de la atmósfera por la fotosíntesis en la vegetación de pie y convertido a carbono orgánico del suelo y a la exportación directa de carbono de la biomasa a través de la descomposición de las hojas y la madera muerta sobre el suelo del bosque. Cantidadas sustanciales de la camada no descompuesta se lavan y son llevadas a los arroyos durante lluvias torrenciales (Monteiro, 2005). Una parte de este carbono acaba almacenado en los sedimentos en el fondo del embalse. Este almacenamiento de sedimentos acaba siendo un beneficio de carbono de las represas (e.g., Gagnon, 2002). Sin embargo, una contabilidad completa requeriría deducir la porción del carbono que de otra forma habría sido llevado por el río y depositado en los sedimentos marinos. Una parte habría salido del agua en el río aguas abajo: el agua en el río Amazonas es conocida como una importante emisora de CO<sub>2</sub> (Richey *et al.*, 2002).

Otras fuentes renovables de carbono incluyen fotosíntesis de fitoplancton como algas y plantas acuáticas (macrófitas) en el mismo embalse. También hay una fuente renovable de las plantas herbáceas que crecen en la zona de descenso. Esta zona es la marisma que se expone alrededor del borde del embalse cada vez que se baja el nivel del agua para la generación de energía en la estación seca. Pequeñas plantas herbáceas, como las hierbas, crecen rápidamente en esta zona tan pronto como el nivel de agua desciende. El área de reducción puede ser enorme: 659,6 km<sup>2</sup> en Balbina (Feitosa *et al.*, 2007) y 3.580 km<sup>2</sup> en el embalse de Babaquara/Altamira, previsto "extraoficialmente" (Fearnside, 2009a, 2011a). Cuando el agua sube otra vez, las plantas mueren y luego se descomponen rápidamente porque son frágiles (en contraste con la madera, que contiene lignina y se descompone muy lentamente bajo el agua). Cuando el oxígeno está presente en el agua, este carbón se estrenará en forma de CO<sub>2</sub>, pero en el caso de las plantas que están enraizadas en el fondo, gran parte de la descomposición ocurrirá en la parte inferior del embalse en el agua sin oxígeno y producirá metano. Como funciona con el metano proveniente de otras fuentes, parte del metano puede ser oxidado a CO<sub>2</sub> por las bacterias antes de que llegue a la superficie. El resto será lanzado como metano, a partir de una "zona de descenso" (port: zona de deplecionamiento; ingl.: drawdown zone) que representa una verdadera "fábrica de metano" que convertirá continuamente CO<sub>2</sub> atmosférico en metano, que es un mucho más potente por producir toneladas de gas que provocan el calentamiento global (Fearnside, 2008).

El CO<sub>2</sub> en el agua que proviene de fuentes renovables como la camada de bosque, fitoplancton, algas, vegetación acuática y la vegetación de zona de descenso, debe ser distinguido de CO<sub>2</sub> proveniente de fuentes fijas iniciales como árboles inundados y el carbono del suelo. La porción de fuentes fijas representa una contribución neta al calentamiento global, en cuanto que la porción proveniente de fuentes renovables no representa una contribución al calentamiento global, porque la misma cantidad de CO<sub>2</sub> que ha sido eliminada de la atmósfera por fotosíntesis simplemente se devuelve a la atmósfera de la misma forma (CO<sub>2</sub>) después de un período de meses o años. Si toda la biomasa de los árboles muertos se cuenta como una emisión de "deforestación", o por diferencias en las biomassas entre bosques y "humedales" (port: *áreas úmidas*; ingl.: *wetlands*), como en el caso de la metodología del IPCC (Duchemin *et al.*, 2006; IPCC, 1997) utilizada por Brasil en el primer y el segundo inventario bajo la Convención del Clima (Brasil, MCT, 2004, 2010), entonces parte del mismo carbono se cuenta dos veces. Cálculos de impacto de embalses que cuentan todo el CO<sub>2</sub> como un impacto sobre el calentamiento global (e.g., Saint Louis *et al.*, 2002; dos Santos *et al.*, 2008; Kemenes *et al.*, 2011) sobreestiman esta porción de la emisión. La investigación para cuantificar

mejor las fuentes de carbono del cual se deriva la emisión de CO<sub>2</sub> del embalse debe ser una prioridad. En este estudio, se optó por contar sólo las emisiones de metano de la superficie del embalse, del agua que pasa a través de las turbinas y de los aliviaderos – no el CO<sub>2</sub> de estas fuentes (e.g., Fearnside, 2002b, 2005b, 2009a, 2011a). El dióxido de carbono sólo es contado a partir de la descomposición de los árboles muertos encima del agua.

### Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es otro gas de efecto invernadero con una contribución a partir de los embalses. Las superficies de embalses amazónicos emiten un promedio de 7,6 kg N<sub>2</sub>O/km<sup>2</sup>/día (Lima *et al.*, 2002), o 27,6 kg/ha/año. El suelo del bosque tropical emite 8,7 kg/ha/año (Verchot *et al.*, 1999, p. 37). Por tanto, los embalses emiten tres veces más N<sub>2</sub>O que los bosques que reemplazan. Teniendo en cuenta el más reciente GWP para óxido nitroso según el IPCC, cada tonelada de N<sub>2</sub>O tiene un impacto durante un período de 100 años equivalente a 298 toneladas de gas de CO<sub>2</sub> (Forster *et al.*, 2007). Las reservas amazónicas por tanto emiten 2,26 Mg/ha/año de carbono CO<sub>2</sub>-equivalente, contra 0,74 del bosque, dejando una emisión neta de 1,52 Mg/ha/año de carbono CO<sub>2</sub>-equivalente. Para un embalse de 3.000 km<sup>2</sup> como Balbina en Brasil esto representa casi 500 mil toneladas de carbono CO<sub>2</sub>-equivalente por año. Las mediciones de las emisiones de N<sub>2</sub>O en el embalse de Petit Saut en la Guayana francesa y el embalse Fortuna en Panamá indican las emisiones de alrededor del doble de aquellos de suelos de bosque tropical (Guérin *et al.*, 2008). Las emisiones de los suelos del bosque varían considerablemente entre localidades, lo que indica la importancia de medidas específicas para estimar las emisiones pre-represa. A diferencia del dióxido de carbono y el metano, casi la totalidad de la emisión de N<sub>2</sub>O de las represas ocurre a través de la superficie del embalse, al contrario de la desgasificación de aguas abajo de la represa (Guérin *et al.*, 2008). El rango de emisión es grande: teniendo en cuenta sólo las emisiones de la superficie del embalse, la proporción de los efectos de calentamiento global de N<sub>2</sub>O representa entre 29 y 31% de la emisión total de la superficie, considerando CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en cuatro embalses en zonas de bosque tropical: Tucuruí, Samuel, Petit Saut y Fortuna (Guérin *et al.*, 2008). Las emisiones de N<sub>2</sub>O son mucho menores en los embalses que no estén en áreas de bosque tropical.

### Metano (CH<sub>4</sub>)

La emisión de metano es una contribución importante de las represas hidroeléctricas al calentamiento global. El metano (CH<sub>4</sub>) se forma cuando la materia orgánica se descompone sin el oxígeno estar presente, por ejemplo en la parte inferior de un embalse. El agua en un embalse se estratifica en dos capas: una capa superficial (el epilimnion) donde el agua está más caliente y está en contacto con el aire y una capa inferior (el hipolimnion) que se encuentra por debajo de una delimitación, conocida como la termoclina, porque el agua debajo de este punto es mucho más fría. Si se expresa en términos de contenido de oxígeno disuelto, la delimitación, se produce en aproximadamente la misma profundidad, de 2-10 m y es conocida como la oxiclina. El agua no se mezcla debajo de la termoclina (o la oxiclina) con las aguas superficiales, excepto por eventos ocasionales donde la estratificación se rompe y el agua de la parte inferior sube a la superficie, matando a muchos peces. En la Amazonía, esto ocurre en oleadas de frío (port.: *friagens*; ingl.: *cold snaps*), que son una característica climática en la parte occidental, pero no en la parte oriental de la Amazonía. Balbina se encuentra aproximadamente en el límite oriental de este fenómeno y ha experimentado muertes de peces durante las oleadas de frío. En condiciones normales, el agua fría en la parte inferior está separada por debajo de la termoclina y el oxígeno disuelto en el agua se agota rápidamente con la oxidación de una parte de las hojas y otra por la materia orgánica en el fondo del embalse; después de esto esencialmente toda la descomposición debe terminar en CH<sub>4</sub> en lugar de CO<sub>2</sub>. Altas concentraciones de gases pueden ser disueltas en el agua del fondo del embalse porque el agua está fría.

Los lagos naturales y los humedales, incluyendo la várzea (área de inundación anual de aguas blancas) y el *pantanal* (humedales en la cuenca del río Paraná), son importantes fuentes mundiales de metano (Devol *et al.*, 1990; Hamilton *et al.*, 1995; Melack *et al.*, 2004; Wassmann & Martius, 1997). Un embalse hidroeléctrico, sin embargo, es una fuente sustancialmente mayor de CH<sub>4</sub> por cada hectárea de agua debido a una diferencia crucial: el agua que sale del embalse se extrae de la parte inferior en lugar de la superficie. Tanto lagos naturales y embalses emiten CH<sub>4</sub> a través de burbujas y difusión (emanación) en la superficie, pero en el caso de una represa existe una fuente adicional de CH<sub>4</sub> a partir del agua que pasa a través de las turbinas y aliviaderos. Estos toman agua por debajo de la termoclina, donde está saturado de metano. El embalse es como una bañera donde si se retira el tapón, el agua drenará por la parte inferior, en lugar de desbordar por la parte superior, como en el caso de un lago. Esto se debe a que el agua que sale de las turbinas viene de la camada aprisionada debajo de la termoclina y tiene alta concentración de

metano. La diferencia con la pequeña concentración en el aire es muy grande, por lo que buena parte del metano es liberado hacia la atmósfera al pasar por las turbinas. Durante un tiempo, el calentamiento del agua que fluye río abajo, debajo de la represa, produce reducción adicional en la solubilidad y un aumento en la liberación de gas (principio de Le Chatelier).

Para el gas en el agua, que fluye río abajo, debajo de una represa, la liberación a la atmósfera es suficientemente rápida como ocurre para la mayoría del CH<sub>4</sub> que escapa siendo convertido en CO<sub>2</sub> por bacterias en el agua. De hecho, la emisión es inmediatamente por debajo de las turbinas y aún dentro de las propias turbinas. Esta es la razón por la que mediciones de flujo de gas desde la superficie del agua en el río abajo de una represa no son suficientes para medir el impacto de las emisiones del agua que pasa a través de las turbinas, puesto que gran parte de la emisión escapa. Esta es la explicación principal, por ejemplo, por qué el grupo de investigación montado por la empresa eléctrica FURNAS era capaz de afirmar que las represas hidroeléctricas fueron "100 veces" mejores que los combustibles fósiles en términos de calentamiento global (García, 2007). De hecho, las mediciones del flujo comenzaron por debajo de la represa que van desde 50 m en las represas de FURNAS, Estreito y Peixoto (dos Santos *et al.*, 2009, p. 835; Ometto *et al.*, 2011, 2013) a 500 m en las represas de Serra da Mesa y Xingú (da Silva *et al.*, 2007). La única forma de estimar la liberación sin esos desvíos importantes es basarlo en la diferencia de la concentración de CH<sub>4</sub> en el agua por encima y por debajo de la represa (e.g., Fearnside, 2002b; Fearnside & Pueyo, 2012; Kemenes *et al.*, 2007).

Las estimaciones del impacto de represas amazónicas sobre el calentamiento global han variado tanto en orden como en magnitud. La mayoría de las personas que escuchan distintas estimaciones a través de la prensa carecen de información sobre cómo se hicieron las mediciones subyacentes y lo que es incluido u omitido de las estimaciones. Por ello, es esencial examinar los estudios originales por ambos lados del amplio debate sobre las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>3</sup>.

Es así que se vuelve totalmente necesario realizar un repaso a los resultados de los estudios, para entender el porqué de los resultados tan dispares.

En primer lugar, la omisión de las emisiones del agua que pasa a través de las turbinas y aliviaderos es una razón que debería ser obvia, pues ha sido una característica por largo tiempo de las estimaciones oficiales brasileñas; tal como se destacó en el memorable debate sobre este tema en la revista *Climatic Change* (Rosa *et al.*, 2004, 2006; Fearnside, 2004, 2006b). Esta omisión se aplica a las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero para represas en la primera comunicación nacional de Brasil bajo la Convención del Clima (Brasil, MCT, 2004; Rosa *et al.*, 2002), con resultados más de diez veces inferiores a los de este autor para represas como Tucuruí y Samuel (Fearnside, 2002b, 2005a). La omisión de las emisiones de las turbinas y aliviaderos fue la principal explicación. El importante papel desempeñado por las emisiones del agua liberada por las turbinas es evidente a partir de mediciones directas por encima y por debajo de las represas en Petit Saut en la Guayana Francesa (Abril *et al.*, 2005; Delmas *et al.*, 2004; Galy-Lacaux *et al.*, 1997, 1999; Guérin *et al.*, 2006) y en Balbina en Brasil (Kemenes *et al.*, 2007, 2008, 2011).

En el primer inventario brasileño, los gases de efecto invernadero y las emisiones de energía hidroeléctrica fueron calculados para nueve de las 223 represas del país, pero los resultados fueron confinados a una caja de texto y no incluidos en el recuento de las emisiones del país (Brasil, MCT, 2004, pp. 152-153). En el segundo inventario nacional (Brasil, MCT, 2010), las emisiones de las centrales hidroeléctricas fueron completamente omitidas; pese a que el impacto de la liberación de CO<sub>2</sub> de los árboles muertos por el embalse es una omisión importante de muchas discusiones sobre el papel de represas en el calentamiento global. Ya en el caso del segundo inventario nacional de Brasil, la liberación de CO<sub>2</sub>, por la pérdida de biomasa en la conversión de bosques a "humedales", fueron incluidos como una forma de cambio de uso de la tierra.

La exageración de la emisión pre-represa es otra manera en que las emisiones netas de represas pueden ser subestimadas. Como ya se ha mencionado, los humedales naturales son importantes fuentes de metano y esto ha sido utilizado para afirmar que el terreno inundado por una represa habría emitido grandes cantidades de metano de cualquier modo, pese a no haberse construido la represa. Por ejemplo, la Asociación Internacional de la Energía

3 Disponibles en la sección "Controversias amazónicas" de la página Web <http://philip.inpa.gov.br>

Hidroeléctrica (IHA, por sus siglas en inglés) considera las emisiones hidroeléctricas como una cuestión de "suma cero", porque ellas no excederían las emisiones pre-represa (Gagnon, 2002).

En el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la represa de Belo Monte, se estimó que el área a ser inundada podría emitir 48 mg CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/día antes de la formación del embalse, basado en dos conjuntos de mediciones de emisión de la superficie del río y el suelo en puntos de muestreo cerca al borde del río (Brasil, ELETROBRÁS, 2009, apéndice 7.1.3-1; ver: Fearnside, 2011a). La mayoría de las mediciones de la emisión de suelo en la temporada de lluvias fueron en áreas encharcadas, recientemente expuestas por la caída estacional del nivel de agua (Brasil, ELETROBRÁS, 2009, Apéndice 7.1.3-1, p. 72), resultando en su alta emisión de CH<sub>4</sub>, lo que influyó fuertemente en el promedio estimado para toda la superficie de la tierra a ser inundada por Belo Monte. Sin embargo, las centrales hidroeléctricas se construyen normalmente en lugares con suelos bien drenados, siendo las zonas con rápidos y cascadas los elegidos, en lugar de planos humedales. Esto es porque la topografía escarpada resulta en una mayor generación de energía. El suelo estacionalmente inundado por el río no se puede generalizar a un área de embalse, que en la Amazonía es, generalmente, área del bosque en tierra firme. El suelo bajo la vegetación de tierra firme normalmente se considera como un sumidero de metano, más que una fuente (Keller *et al.*, 1991; Potter *et al.*, 1996). Una estimación irrealmente alta de emisión pre represa conduce a una subestimación del impacto neto. En el caso de los EIA de Belo Monte, las 48 mg CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/día son sustraídas de las 70,7 mg CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/día estimada en el EIA para la emisión en el embalse (que es subestimada por varias razones, incluyendo el uso de la mitad de la estimación a un conjunto de medidas realizadas en el embalse de Xingú, situado en la zona semiárida de la región noreste brasileña, donde las emisiones serían muy inferiores a las de un embalse amazónico), dejando sólo 70,7 – 48,0 = 22,7 mg CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/día como la emisión neta.

Otro motivo para las estimaciones inferiores de emisiones de hidroeléctricas en Brasil es una corrección de la ley de potencia matemáticamente errónea que ha sido aplicado repetidamente en los cálculos oficiales de las emisiones de ebullición y difusión de las superficies de embalses brasileños. Esto proviene de una tesis doctoral (dos Santos, 2000), que es la base de un informe de ELETROBRÁS (Brasil, ELETROBRÁS, 2000), donde se calcula y tabula las emisiones para las 223 grandes represas en Brasil en aquel momento, con una superficie total de agua de 32.975 km<sup>2</sup> - un área mayor que Bélgica. La corrección aún no ha sido aplicada (e.g., dos Santos *et al.*, 2008). Estos ajustes de ELETROBRÁS reducen las estimaciones de las emisiones para superficies en un 76% en comparación con la media simple de su medida de valores en los datos del mismo estudio (Pueyo & Fearnside, 2011). El problema es que en las burbujas de la superficie de los embalses normalmente ocurren en episodios esporádicos, con burbujeo intenso durante un corto período, seguido por largos períodos con pocas burbujas. Así el número de muestras es inevitablemente insuficiente para representar estos eventos relativamente infrecuentes, por lo que una corrección de la ley de potencia puede aplicarse a los datos de medición. Sin embargo, los eventos raros, pero de alto impacto elevan (en lugar de bajar) las emisiones promedio reales. De hecho, hay al menos cinco graves errores matemáticos en el cálculo de ELETROBRÁS, incluyendo una reversión del signo de positivo a negativo. Observé, sin embargo, que la subestimación de los errores en la aplicación de la corrección de la ley de potencia no sólo se aplica al metano sino también a burbujas de CO<sub>2</sub>, que no siempre es una contribución neta al calentamiento global. La correcta aplicación de la ley de potencia resulta en las estimaciones de emisiones de metano superficiales que son 345% superiores a las estimaciones reportadas por ELETROBRÁS (ver: Pueyo & Fearnside, 2011).

Una metodología de muestreo inadecuada, es otra forma en que se puede obtener valores de emisiones varias veces inferiores a las reales. Como ya se mencionó, estimar las emisiones de las turbinas y vertederos apoyándose solamente en las mediciones de flujo en la superficie del agua debajo de una represa, está destinado a perder la mayor parte de la emisión, dando por resultado grandes subestimaciones del impacto total. Esto es un factor importante para las bajas estimaciones realizadas por FURNAS y ELETROBRÁS. Las mismas estimaciones basadas en concentración (incluidas las más) han subestimado las emisiones debido a la metodología de muestreo utilizada para obtener agua próxima a la parte inferior del embalse. El método casi universal es la botella Ruttner, que consiste un tubo con "puertas" que se abren en cada extremo. El tubo se baja por medio de un cable con las dos puertas abiertas, y, en seguida, las puertas son cerradas y la botella es levantada a la superficie. Luego se extrae el agua para el análisis químico. El problema es que los gases disueltos en el agua bajo presión forman burbujas dentro de la botella Ruttner cuando se sacó a la superficie. Las fugas de gas alrededor de las puertas (que no son herméticas) serían perdidas cuando el agua es extraída en la superficie (con una jeringa) para una determinación de "head-space" del volumen de gas y para el análisis químico, aunque no siempre en todos los casos. Este problema se ha

abordado recientemente por Alexandre Kemenes (Kemenes *et al.*, 2011), quien inventó la “botella Kemenes”, que recoge el agua en una jeringa que se baja a la profundidad requerida. La jeringa tiene un mecanismo de resorte que atrae el agua para la muestra, y las burbujas de gas que emergen son capturadas y medidas cuando la muestra es elevada a la superficie. La comparación de los dos métodos de muestreo indica que la concentración promedio de metano para una muestra tomada a 30 m de profundidad es 116% superior si se ha medido con la botella Kemenes, duplicando así la cantidad de metano estimado que pasa a través de las turbinas en Balbina. La diferencia sería aún mayor para embalses con turbinas más profundas, como en Tucuruí.

Otro factor importante que afecta el impacto calculado de represas hidroeléctricas, es el GWP por metano. Este es el factor para convertir toneladas de metano en toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalentes. Los valores para esta conversión han aumentado en sucesivas estimaciones por el IPCC. Las conversiones se basan en el horizonte de tiempo de 100 años, adoptado por el Protocolo de Kyoto. El informe provisional del IPCC en 1994 estimó un valor de 11 para la GWP de metano, es decir, el lanzamiento de una tonelada de metano tendría el mismo impacto sobre el calentamiento global como la liberación de 11 toneladas de CO<sub>2</sub> (Albritton *et al.*, 1995). Esto aumentó a 21 en el segundo informe de evaluación de 1995, utilizado por el Protocolo de Kyoto (Schimel *et al.*, 1996). En 2001 fue levantado a 23 en el tercer informe de evaluación (Ramaswamy *et al.*, 2001) y luego a 25 en el cuarto informe de evaluación en 2007 (Forster *et al.*, 2007). El quinto informe eleva este valor a 28, calculados en la misma manera (Myhre *et al.*, 2013). El quinto informe presenta un valor de 34 e incluye efectos indirectos no considerados en los informes anteriores, pero que existen en el sistema climático real (Myhre *et al.*, 2013; Shindell *et al.*, 2009). Como ya se ha mencionado, también calcula un valor de 86 para un horizonte de tiempo de 20 años, que es más relevante para los esfuerzos de mantener el aumento de la temperatura media abajo de 2 °C. En comparación con el valor de 21, adoptado por el Protocolo de Kyoto para el período 2008-2012, el valor de 86 cuadriplica el impacto de la energía hidráulica pues para represas hidroeléctricas, la emisión de metano representa la mayor parte del impacto, mientras que para los combustibles fósiles casi la totalidad de la emisión es en forma de CO<sub>2</sub>. Hay que recordar que estos valores para el impacto del metano se basan en un horizonte temporal de 100 años, sin descuento para el valor de tiempo, conforme al procedimiento actualmente adoptado en la normativa del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, el impacto relativo de metano aumenta mucho si la atención se centra en las próximas décadas, dado que el calentamiento global tiene que ser controlado en esta escala de tiempo más corta si se quiere evitar consecuencias desastrosas. Tales valores superiores deben ser considerados en la toma de decisiones, lo que pesaría fuertemente contra las hidroeléctricas.

### Comparaciones de represas con combustibles fósiles

El valor del tiempo es crucial para comparar el impacto del calentamiento global de la energía hidroeléctrica y combustibles fósiles u otras fuentes de energía. La energía hidroeléctrica tiene una tremenda emisión en los primeros años por causa de la muerte de árboles, la descomposición subacuática de carbono del suelo y de las hojas de la vegetación nativa y la expansión rápida de las plantas acuáticas (macrófitas) debido a la mayor fertilidad del agua. Durante los años siguientes, esta emisión se reducirá a un nivel inferior y se mantendrá indefinidamente a partir de fuentes renovables, como la inundación anual de la vegetación suave en la zona de descenso. El enorme pico de emisiones en los primeros años crea una “deuda” que será lentamente pagada en la medida en que la generación de energía de la represa reemplaza la generación de energía a partir de combustibles fósiles en los años subsiguientes. El tiempo transcurrido puede ser sustancial. Por ejemplo, en el caso de Belo Monte, además de ser la primera represa aguas arriba (Babaquara/Altamira), el tiempo necesario para pagar la deuda de la emisión inicial es estimado en 41 años (Fearnside, 2009a, 2011a). Esta cifra subestima el impacto real ya que el cálculo usa el valor de 21 del Protocolo de Kyoto como el GWP de metano y utiliza las concentraciones de metano medidas con las tradicionales botellas de Ruttner. Un período de 41 años tiene enorme importancia para la Amazonía, donde la selva está amenazada por los cambios climáticos proyectados en esta escala de tiempo (e.g., Fearnside, 2009c). Una fuente de energía que lleva 41 años o más para llegar al punto cero en términos de calentamiento global, erróneamente puede considerarse como “energía verde”.

Los gases de efecto invernadero emitidos directamente por represas hidroeléctricas no son la única manera en que las represas aumentan el calentamiento global. Los créditos de carbono concedidos a hidroeléctricas por el MDL, bajo del Protocolo de Kyoto, son basados en los supuestos que (1) no se construirían las represas sin financiamiento del

MDL y (2) a lo largo de 7 a 10 años de duración de los proyectos de carbono, las represas tendrían mínimas emisiones en comparación con la electricidad generada por combustibles fósiles. Sin embargo, estos supuestos son falsos, especialmente, en el caso de represas tropicales tales como las previstas en la Amazonía. Por ejemplo, cuando en Brasil las represas de Teles Pires, de Santo Antônio y de Jirau, solicitaron créditos de carbono, ya estaban en construcción, lo que indica la necesidad de una reforma en las regulaciones del MDL, específicamente eliminando créditos de carbono para represas hidroeléctricas (Fearnside, 2012b, c, 2013a, b).

El comportamiento empresarial normal no es consistente con inversiones en esta escala si las represas, de hecho, debían perder dinero en la ausencia de fondos adicionales del MDL. La idea de que estas represas son desinteresados aportes a los esfuerzos internacionales para contener el calentamiento global ultrapasa los límites de la credibilidad. Cuando se conceden créditos de carbono para proyectos como represas que se realizarían de todos modos sin los créditos de carbono, los países que compran el crédito son permitidos a emitir esta cantidad de carbono a la atmósfera sin haberse evitado realmente cualquier emisión equivalente. El resultado es la emisión de más gases de efecto invernadero a la atmósfera y un despilfarro de los escasos fondos que el mundo está actualmente dispuesto a dedicar a la lucha contra el calentamiento global.

Controlar el calentamiento global requerirá una contabilidad correcta de las emisiones netas en todo el mundo: cualquier emisión que es excluida o subestimada implica que acuerdos de mitigación diseñados para contener el aumento de la temperatura dentro de un límite especificado (tales como el límite de 2°C actualmente acordado por la Convención del Clima) simplemente no impide que la temperatura siga aumentando. La Amazonía es uno de los lugares donde se espera que se sufran las consecuencias más severas si fracasamos en esta responsabilidad.

## G. Impactos en los procesos democráticos

Uno de los impactos más profundos de la construcción de represas es su tendencia a socavar las instituciones democráticas. Esto es una consecuencia lógica de los recursos financieros desproporcionadamente grandes de los proponentes de represas. Además, se desprende de la distribución de los beneficios e impactos inherentes a proyectos de represas: los beneficios (al menos los beneficios que no se exportan) se extienden por todo el país, traduciendo así apoyo político, mientras que la mayoría de los impactos se concentran en los pocos desafortunados que viven próximos a la represa.

Datos publicados por el Tribunal Electoral Superior (TSE, por sus siglas en portugués) de Brasil indican que los cuatro mayores contribuyentes en las campañas políticas en Brasil desde 2002 son empresas constructoras de represas y otras formas de infraestructuras (Gama, 2013). En febrero de 2010, el ministro de Relaciones Exteriores de Brasil fue nombrado como el Consejero Asesor de Itaipú Binacional, recibiendo un “jeton” (pago simbólico) mensual de R\$ 12.000 (~ US\$ 6.000) [más tarde aumentado a R\$ 19.000 (US\$ 9.500) (*Agência Estado*, 2010)]. La jefa de la Casa Civil de junio de 2011 a febrero de 2014, es decir, la persona más poderosa en el Gobierno de Brasil después de la Presidenta, era la antigua directora financiera de Itaipú Binacional. Independientemente de si estos hechos particulares se traducen en mayor influencia en las prioridades del Gobierno para construir represas, el tremendo poder financiero de los intereses de la construcción de represas es muy importante. No hay recursos financieros comparables que estén disponibles para los que promueven, por ejemplo, conservación de energía o para acabar con la exportación de lingotes de aluminio.

La presión directa sobre la ministra del Medio Ambiente, a partir de la Presidenta y de la jefa de la Casa Civil, fue evidente en los casos del río Madeira y de Belo Monte. Un evento emblemático en el caso de Belo Monte fue una reunión ministerial en 2011, donde la ministra del Medio Ambiente intentó plantear el tema de la crítica a la represa de Belo Monte, sin embargo la Presidenta le cortó, gritando “deben comprender, una vez y para todo, que este proyecto es bueno, importante para el país, y se hará”. El diario *Folha de São Paulo* informó que “de ahí en adelante, nadie objetó más nada, y todos los ministros pasaron a defender públicamente la represa como un proyecto estratégico para la infraestructura del país” (Magalhães, 2011).

La interferencia política en el proceso de aprobación alcanzó proporciones sin precedentes en los casos de las represas del río Madeira y de Belo Monte (Fearnside, 2012d, 2014a). Primero fueron aprobadas las represas del río Madeira, apertura peligrosa y sin precedentes que luego fue repetida en Belo Monte. En ambos casos el personal técnico se opuso al licenciamiento de las represas con base en los EIA que habían sido entregados y exigiendo que se hagan nuevos estudios (Brasil, IBAMA, 2008, 2010; Deberdt *et al.*, 2007). Estas opiniones técnicas formales (*pareceres técnicos*) fueron denegadas por

funcionarios de alto nivel en el Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA) después de la sustitución de personas claves en el proceso de aprobación (ver: International Rivers, 2012).

Además, en ambos casos las empresas de la construcción fueron autorizadas a comenzar la preparación de la zona para la construcción de las represas antes de haber sido aprobado el EIA. Esto se hizo mediante la emisión de una "licencia parcial" de la obra, que es diferente de la licencia para el proyecto en su conjunto. En la legislación brasileña no existe fundamento jurídico para una "licencia parcial", como señaló la recomendación del Ministerio Público al IBAMA (la autoridad ambiental responsable por licencias) el 9 de noviembre de 2010<sup>4</sup> y en su acción civil pública del 27 de enero de 2011<sup>5</sup>. No habían informes de impacto ambiental preparados separadamente para las zonas de las construcciones (*canteiros de obra*); por el contrario, el trabajo en los lugares de construcción son parte integral de la licencia para el proyecto total, en la época no aprobada.

En Belo Monte, un nuevo revés fue agregado con la concesión de la licencia previa el 1 febrero de 2010 (después de un cambio del Jefe del Sector de Licenciamiento del IBAMA en noviembre de 2009), por la intensa presión de la Casa Civil [instancia coordinadora de la Presidencia de la República] (Brack, 2010). En la licencia previa, el IBAMA especificó 40 "condicionalidades", además de otras 26 de la Fundación Nacional del Indio (FUNAI), aunque muy poco se hizo para cumplir con las condiciones en los 16 meses que transcurrieron entre la concesión de la licencia previa y la concesión de la licencia de instalación el 1 de junio de 2011. El licenciamiento contradijo al personal técnico del IBAMA, que una semana antes, el 23 de mayo de 2011, entregó un parecer técnico de 252 páginas apuntando que solamente 11 de las 40 condicionalidades del IBAMA habían sido consideradas (Brasil, IBAMA, 2011). Ya que estas "condicionalidades" son exigencias que deben cumplirse antes de conceder una licencia, uno podría preguntarse qué valor tendrían ahora las condicionalidades para los otros proyectos de infraestructura que están en proceso de concesión de licencias en Brasil. El Instituto Socio Ambiental (ISA), una organización no gubernamental de Brasilia, está llevando a cabo un estudio detallado de la situación de cada una de las condicionalidades en Belo Monte.

El cuestionamiento legal de irregularidades en el proceso de licenciamiento, generalmente hecho por el Ministerio Público, a menudo tiene sólo un efecto marginal en el proceso general de aprobación y construcción. Esto es porque una ley de 1992 permite a los jueces hacer caso omiso a cualquier interdicto (tales como esos basados en violaciones de las regulaciones de licencias ambientales), puesto que al detener un proyecto causaría "grave daño a la economía pública" (Ley N° 8437 del 30 de junio de 1992). Se puede notar la ironía de la fecha de aprobación de esta ley, llevada a cabo sólo dos semanas después del final de la "Cumbre de la Tierra" de ECO-92 realizada en Río de Janeiro, Brasil. Esta ley se ha utilizado repetidamente para justificar e ignorar objeciones sobre represas independientemente de los impactos e irregularidades en la documentación (e.g., Fearnside & Barbosa, 1996a).

En el caso de Belo Monte, más importantes que las cuestiones legales, es disminuir la relevancia de los impactos del proyecto y no exagerar los beneficios, además de un proceso de toma de decisiones que es ciego a ambos. El escenario oficial, conocido por los opositores a la represa como la "mentira institucionalizada" (Nader, 2008), es que habría solamente una represa en el río Xingú, es decir, Belo Monte. Sin embargo, Belo Monte por sí solo es inviable económicamente porque el flujo de agua altamente estacional en el río dejaría la generadora de fuerza principal de 11.000 MW esencialmente inactiva durante 3 o 4 meses al año<sup>6</sup>. En cuatro meses del año los mínimos de caudal son inferiores a los 695 m<sup>3</sup>/s usados por una única turbina de la generadora de fuerza principal (Brasil, ELETRONORTE, 2002, Tomo II, p. 11-3), esto sin deducir el mínimo de agua que pasará por la Vuelta Grande del Río Xingú.

Un análisis económico estima que sólo existe 28% de probabilidades de haber algún lucro (Sousa Júnior & Reid, 2010). Esto está basado en un presupuesto oficial de junio de 2001 de R\$ 9,6 billones (US\$ 4 billones en la época). Desde entonces el presupuesto oficial ha aumentado a R\$ 19 billones y las estimaciones de las empresas constructoras privadas son de R\$ 30 billones (aproximadamente US\$ 18 billones hoy día). Puesto que nadie invertiría estas sumas con la intención de perder dinero, esto sugiere que el Gobierno y los inversionistas están, de hecho, contando con las represas aguas arriba que inundan vastas extensiones de tierras indígenas y de selva tropical (Fearnside, 2006a). El anuncio de la Presidenta Dilma Rousseff, durante su discurso en el Día del Medio Ambiente del 5 de junio de 2013, de que Brasil ahora necesita de "hidroeléctricas con reservorio" en lugar de aquellas de goteo de agua (Borges, 2013), puede ser una alusión a Babaquara.

4 Disponible en <http://www.xinguvivo.org.br/>

5 Disponible en <http://www.xinguvivo.org.br/>

6 Ver hidrograma en: Brasil, ELETROBRÁS, 2009, Vol. 1, p. 54.

Brasil firmó y ratificó el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 2003, y transformó su contenido en ley el año 2004 (Brasil, PR, 2004). El Convención requiere de consulta con los pueblos indígenas afectados antes de una decisión sobre la construcción de una represa. Belo Monte desviaría el 80% del caudal del río Xingú a través de una serie de canales, dejando una franja de 100 kilómetros del río (incluyendo dos reservas indígenas) con muy poca agua. Estos indígenas no fueron consultados, y sus reclamos han sido avalados por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) de la Organización de los Estados Americanos (OEA) (Medida Cautelar MC-382-10 de 1 de abril de 2011) y por el Ministerio Público (una rama del Ministerio de Justicia de Brasil que fue creado por la Constitución de 1988 para defender intereses públicos). No menos de 13 procesos legales contra Belo Monte siguen pendientes de las decisiones en los tribunales brasileños. Las fuertes inversiones de capital financiero y político en el proyecto hecho por el Poder Ejecutivo del Gobierno Federal plantean el peligro de que la presión sobre el Poder Judicial podría dañar severamente el sistema democrático en Brasil. La construcción de la represa a pesar de ser “totalmente ilegal” (como se ha descrito por el Ministerio Público en Belém: Miotto, 2011) podría tener consecuencias para el sistema democrático promoviendo un impacto más severo de este polémico proyecto. La lección para la construcción de represas en cualquier país es que los trámites para la consulta y licencias deben ser respetados en su totalidad.

Mientras que un gran número de órdenes provisionales (*liminares*) para detener la construcción de Belo Monte ha sido revertido por un pequeño grupo de jueces sin tener en cuenta la importancia de los casos involucrados, en un caso, el Tribunal Regional Federal de la 1a. Región (TRF-1) decidió, sobre el valor de los casos involucrados, con sentencia a favor de los pueblos indígenas, y ordenó detener la construcción el 13 de agosto de 2012 (Hurwitz, 2012). La suspensión de la construcción sólo duró 14 días. El Fiscal General llevó el caso al Presidente del Supremo Tribunal Federal (STF), que recibió varios representantes del Gobierno y ninguno de la sociedad civil (Peres, 2012). El jefe de la corte, que debía jubilarse en dos semanas y que estaba en medio del proceso del escándalo político y financiero “mensalão” [“pago mensual grande”], decidió por su propia cuenta (sin consultar al resto de la corte) que la construcción de Belo Monte debería continuar luego de una decisión futura sobre la importancia del caso. Ahora, bajo la nueva dirección, el STF ya ha programado una serie de temas controvertidos para juicio en 2013, pero Belo Monte no figura entre los temas a considerar (Ferreira, 2013). En la práctica, esto significa que Belo Monte está en camino a convertirse en una realidad consumada, sin que antes el caso sea analizado por el STF.

Finalmente, la reacción del Poder Ejecutivo de Brasil a la acción del Ministerio Público en casos relacionados con las licencias de represas hidroeléctricas, ahora amenaza la parte fundamental del sistema democrático de Brasil. El Ministerio Público tiene la autoridad y la responsabilidad de investigar proactivamente asuntos que considere peligrosos para la asistencia pública en el país, en lugar de ser restringida a casos presentados a la misma decisión. Una enmienda constitucional propuesta limitaría la autoridad investigativa del Ministerio Público (Agência Brasil, 2012).



# 3

## TOMA DE DECISIONES SOBRE REPRESAS

### A. Alternativas y uso de la energía

La energía generada por las represas amazónicas a menudo favorece poco para mejorar la vida de las personas que viven cerca de los proyectos. En el caso de Tucuruí, según informes de la prensa, todavía hay cerca de 12.000 familias sin acceso a la electricidad que viven a orillas de la represa (FSP, 2013), hecho que es dramatizado por las líneas de alta tensión pasando por encima de cabañas iluminadas sólo por lámparas de kerosene (*lamparinhas*). La represa de Tucuruí suministra energía subsidiada a plantas multinacionales de aluminio en Barcarena, Pará (ALBRÁS ALUNORTE, de un consorcio de empresas japonesas junto con, desde 2010, el Norsk Hydro noruego como el propietario mayoritario) y en São Luis, Maranhão (ALUMAR, de Alcoa y Vale). La energía se vende, aproximadamente, a un tercio de la tarifa que pagan los consumidores residenciales en todo el país y así está fuertemente subvencionada por la población brasileña a través de sus impuestos y facturas de energía residencial. Belo Monte tendría una línea de transmisión directa a las fundiciones de aluminio existentes en todo Barcarena, y la energía sería también usada en la producción de alúmina (un precursor del aluminio) en Jurutí, Pará. Una parte importante de la electricidad se utilizará para la exportación en forma de lingotes de aluminio, con mínimas ventaja para el Brasil: 2,7 empleos creados por GWh (Bermann & Martins, 2000; Bermann, 2011).

El compromiso de Brasil con el suministro de energía subvencionada a empresas de aluminio distorsiona toda la economía de energía brasileña, causando costos sociales amplios. La construcción de Tucuruí costó un total de US\$ 8 billones, con los intereses de la deuda incluidos (Pinto, 1991). Teniendo en cuenta el porcentaje de la energía utilizada para el aluminio, Tucuruí sólo costó US\$ 2,7 millones (que es sólo una parte de la infraestructura proporcionada por el Gobierno brasileño) por empleo creado (Fearnside, 1999).

Aunque la primera prioridad debe ser el de reducir el uso de energía, un aumento en la demanda para electricidad restante es aún inevitable. Las diversas opciones deben compararse de acuerdo a sus y beneficios, no sólo en términos de dinero, sino también tomar en cuenta sus implicaciones sociales y ambientales. Actualmente, aparte de la influencia de esfuerzos de cabildero o *lobbying*, el desembolso efectivo necesario para la producción de energía es, esencialmente, el único criterio para la toma de decisiones sobre proyectos de gran escala.

Una revisión de los costos, beneficios y perspectivas de diferentes fuentes de energía alternativas, como la eólica, solar, biomasa y energía mareomotriz, ha sido elaborada para Brasil (Moreira, 2012). El costo monetario de estas alternativas ha ido disminuyendo y, sobre todo en el caso del viento, ya puede competir con los combustibles fósiles sobre una base monetaria. El potencial total de algunas de estas alternativas es muy alto. La tecnología avanzada para la energía eólica, con grupos de torres de 300 m en el mar cerca a la orilla, podría suministrar más de la demanda total de electricidad del Brasil (Baitelo, 2012). La incertidumbre de los vientos, por supuesto, requiere que el país también tenga capacidad para obtener otras fuentes de energía con el fin de asegurar el suministro ininterrumpido. Cabe señalar que la energía nuclear, que tiene importantes cuestiones sin resolver en términos de seguridad, viabilidad de evacuación de población

y eliminación de residuos, no necesita ser explorada como una alternativa a las represas hidroeléctricas. El potencial de Brasil para la conservación de la energía y para fuentes alternativas como la eólica y solar dan al país un conjunto amplio de otras opciones. Lamentablemente, el descubrimiento de los enormes depósitos marinos de petróleo y gas "pre-sal" han cambiado las prioridades de la energía para esta opción ambientalmente perjudicial, lo que implica no sólo las emisiones de gases de efecto invernadero, y también un riesgo significativo de derrames incontrolables de petróleo en aguas profundas.

Mientras que otras fuentes de energía también tienen impactos, la destrucción ambiental y social provocada por represas coloca esta opción en una clase aparte. Además, la concentración excesiva de impactos de energía hidroeléctrica en las poblaciones locales que viven en el camino de esta forma de desarrollo representa un costo social que es más pronunciado en el caso de represas que para otras opciones de energía, y que hacen que el impacto de las represas sean todavía mayor si se lo ve como un hipotético "promedio" repartido por toda la sociedad.

## B. Licencias de represas

La historia de la construcción de represas en la Amazonía está repleta de ejemplos de problemas que han impedido el proceso de licenciamiento del cumplimiento de su finalidad, independiente si los problemas constituyen una violación de la ley. Los EIA de Brasil son altamente favorables a los proyectos propuestos, minimizando sus impactos y exagerando sus beneficios. Esto deriva, en parte, de un sistema donde el proponente paga por los estudios, hace comentarios sobre los informes y sugiere cambios antes de ser presentados a las autoridades. Normalmente la última entrega del pago se hace sólo si el informe es recibido favorablemente por la agencia de Gobierno. La industria que produce los informes, tanto a nivel de empresas consultoras y de consultores individuales, tiene fuertes influencias para producir documentos favorables al proyecto y con ello aumentar las posibilidades de ser contratados nuevamente en futuros proyectos. Como ejemplos tenemos las represas de Tucuruí, de Samuel, de Santo Antônio / de Jirau, de Belo Monte, de Jatapu y de Catingo (Fearnside, 1999, 2001a, 2005a, 2006a, c, 2011a; Fearnside & Barbosa, 1996a, b; Magalhães & Hernández, 2009).

## ESTÁNDARES

Varios estándares han sido desarrollados para guiar las decisiones sobre proyectos como represas hidroeléctricas. Estos mencionan muchos de los problemas discutidos en las secciones anteriores. Sin embargo, la aplicación de estas como represas hidroeléctricas. Estos mencionan normas ha sido decepcionante. Más importante que la redacción de otra lista de normas es la necesidad de lograr la aplicación de las ya existentes.

Un conjunto de normas específicas de represas fue desarrollado por la WCD. Este documento de 404 páginas (WCD, 2000) fue acogido inicialmente por el el Banco Mundial (BM) (World Bank, 2001) pero en la práctica, el Banco ha marginado estos estándares en su financiación de represas (McCully, 2002). Lo mismo sucede con los Gobiernos nacionales, como lo demuestra la construcción de las represas en la Amazonía discutidas en las secciones anteriores.

Un conjunto general de normas para todos los proyectos de desarrollo están en los Principios de Ecuador (<http://www.equator-principles.com/>). Este conjunto de directrices voluntarias puede ser evaluado por los organismos financieros. La violación de los Principios de Ecuador fue un factor para que tanto el Banco do Brasil y el Banco Itaú, se nieguen a contribuir con la financiación de la represa de Belo Monte (Schmidt, 2012), pero estos principios no evitaron que el Banco Santander, de España, se convierta en el principal intermediario para el financiamiento del BNDES a la represa de Santo Antônio en el río Madeira (International Rivers *et al.*, 2009).

Es particularmente importante el BNDES de Brasil, ya que en 2010 prestó un total de US\$96,3 billones, o sea, el triple del total mundial de los préstamos del BM (Widmer, 2012). Instituciones financieras internacionales, como el BM y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), han sido acusadas de canalizar los recursos a través del BNDES como medio de ir evadiendo el cumplimiento de las propias políticas ambientales de estas instituciones, tal como sucedió con un préstamo de US\$ 2 billones del BM al BNDES (International Rivers, 2009). Si bien el BNDES no ha respaldado los principios, tiene un conjunto de directrices internas para la responsabilidad social y ambiental (BNDES, 2013) y una política sobre este tema aprobada en 2010 (Widmer, 2012, p. 12); sin embargo, dichas normas no están de acuerdo con los criterios de transparencia de la propia institución (Franck, 2012). Uno de los principios socio-ambientales del BNDES es: "El Banco es también guiado por buenas prácticas internacionales reconocidas, tales como las establecidas por la Comisión Mundial de Represas"; aunque en la práctica, el financiamiento del 80% del costo de Belo Monte por parte del BNDES, demuestra que este principio no tiene ningún efecto perceptible.

El reasentamiento es uno de los principales impactos de las represas. Sobre este tema, el BM tiene un conjunto de normas (World Bank, 2011), en gran parte debido al papel del Banco en el pasado, como el de la creación de desastrosos impactos sociales por la financiación de represas, ejemplo de ello son las represas Narmada en la India (Morse *et al.*, 1992). Un amplio conjunto de normas de reasentamiento ha sido desarrollado por Cernea (1988) basado en experiencias del Banco Mundial (Cernea, 2000). El Banco Mundial financió pocas represas durante aproximadamente diez años comenzando en los primeros años de la década de 1990, debido a la preocupación con los impactos sociales, pero desde entonces ha disminuido esta precaución y el financiamiento para represas ha aumentado nuevamente.

El tratamiento de los pueblos indígenas es un tema clave para muchas represas amazónicas. Las normas contenidas en el Convenio 169 de la OIT, que ha sido firmado y ratificado por Brasil y Perú, ofrecen garantías importantes para los pueblos indígenas que son afectados por las represas. Lo más importante es el derecho a la consulta antes de la decisión sobre la construcción de la represa. Cabe señalar que una “consulta” es diferente a una “audiencia”, porque una consulta implica el derecho a decir “no”. También es importante la inclusión de todos los pueblos indígenas afectados por una represa, no sólo aquellos cuya tierra es inundada por el embalse.

En el caso de la represa de Belo Monte, dos reservas indígenas aguas abajo de la represa principal, tendrán considerablemente reducido el flujo de agua en el río, privando así a la población de los peces y otros beneficios que dependan del caudal del río. La CIDH de la OEA resolvió que estos indígenas sufren de hecho y deben ser consultados (Amazon Watch & International Rivers, 2012). La fuerte reacción del Gobierno brasileño, incluyendo la suspensión de pagos de los derechos brasileños ante la OEA, ha provocado una crisis diplomática internacional (FSP, 2011c). Ninguno de los pueblos indígenas afectados por Belo Monte ha sido consultado. Lo mismo se aplica para los pueblos indígenas a lo largo del río Ene, en Perú, que se verían afectados por las represas que se construirán a raíz del acuerdo energético de Brasil/Perú (e.g., Fundación FENAMAD, 2010; International Rivers, 2011a; Veja, 2010).

# **RECOMENDACIONES**

---

Cada país es diferente en términos de limitaciones y oportunidades para mejorar los resultados de decisiones importantes, tales como en la construcción de represas. La situación también cambia con el tiempo dentro de cada país. En el caso de Brasil, opciones para el fortalecimiento de la legislación ambiental están muy limitadas actualmente por el Congreso Nacional, que es controlado por intereses abiertamente contra el ambiente, como se demostró en 2012 por los votos para debilitar el Código Forestal brasileño. Esto significa que cualquier propuesta para el fortalecimiento de la legislación ambiental sería utilizada como una oportunidad para reducir las protecciones otorgadas por la legislación vigente. Estas acciones, por lo tanto, se limitan a contribuciones generales para la educación, la investigación y los esfuerzos para frenar la erosión de la normativa vigente.

Las siguientes recomendaciones derivan de las secciones anteriores:

1. En primer lugar, es necesaria la discusión de cómo se utiliza la energía, incluyendo la exportación de productos electro intensivos como el aluminio.
2. Fuentes de energía alternativa y la conservación de la electricidad como la energía eólica y solar deben recibir prioridad.
3. La evaluación y discusión democrática de los costos y beneficios ambientales y sociales deben ocurrir antes de que se toman las decisiones reales sobre la construcción de represas.
4. Son necesarios mayores esfuerzos para minimizar la presión política sobre las agencias ambientales.
5. Se necesitan mecanismos para realizar los estudios sobre impactos ambientales y sociales sin el financiamiento por parte de los proponentes de los proyectos.
6. No debería darse ningún crédito de carbono para represas en programas de mitigación para evitar el calentamiento global.
7. La construcción de represas debe respetar la legislación, las garantías constitucionales y los tratados internacionales.
8. La toma de decisiones debe dar más valor al impacto humano que al dinero.



## **AGRADECIMIENTOS**

Este documento fue preparado para el "Panel Internacional de Ambiente y Energía: Un Diagnóstico de los Principales Proyectos Hidro-Energéticos," Bogotá, Colombia, 15-16 abril de 2013. Algunos extractos de esta discusión se adaptaron de Fearnside, 2011b, 2012e, 2014c. Agradezco a International Rivers por el permiso de publicar las Figuras 1 y 5, y a Matt Finer y a Clinton Jenkins por la Figura 2. La investigación del autor está apoyada por el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 304020/2010-9; 573810/2008-7) de Brasil y la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (Proc. 708565) de Brasil. Agradezco también a Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça, Gladys Vela Peña y Martha Yossa por los comentarios.



## REFERENCIAS

---

- Abril, G., F. Guérin, S. Richard, R. Delmas, C. Galy-Lacaux, P. Gosse, A. Tremblay, L. Varfalvy, M.A. dos Santos & B. Matvienko. 2005. Carbon dioxide and methane emissions and the carbon budget of a 10-years old tropical reservoir (Petit-Saut, French Guiana). *Global Biogeochemical Cycles* 19: GB 4007, doi: 10.1029/2005GB002457
- Abril, G.; M. Parize, M.A.P. Pérez & N. Filizola. 2013. Wood decomposition in Amazonian hydropower reservoirs: An additional source of greenhouse gases. *Journal of South American Earth Sciences* 44: 104-107. doi:10.1016/j.jsames.2012.11.007
- Agência Brasil. 2012. Comissão da Câmara aprova parecer para limitar poderes do Ministério Público. 22/11/2012. [http://www.em.com.br/app/noticia/politica/2012/11/22/interna\\_politica,331419/comissao-da-camara-aprova-parecer-para-limitar-poderes-do-ministerio-publico.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/politica/2012/11/22/interna_politica,331419/comissao-da-camara-aprova-parecer-para-limitar-poderes-do-ministerio-publico.shtml)
- Agência Estado. 2010. Amorim assume cargo em Itaipu e receberá R\$ 12 mil de jetom. 14 February 2010. <http://www.gazetadopovo.com.br/opiniao/conteudo.phtml?id=973634&tit=Amorim-assume-cargo-em-Itaipu-e-recebera-R-12-mil-de-jetom>
- Agostinho, A.A., E.E. Marques, C.S. Agostinho, D.A. de Almeida, R.J. de Oliveira & J.R.B. de Melo. 2007. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? *Neotropical Ichthyology* 5(2):121-130
- Albritton, D.L., R.G. Derwent, I.S.A. Isaksen, M. Lal & D.J. Wuebbles. 1995. Trace gas radiative forcing indices. pp. 205-231. In: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B.A. Callander, E. Haines, N. Harris & K. Maskell, (eds.) *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 339 pp.
- Amazon Watch & International Rivers. 2012. ILO Says Brazil Violated Convention 169 in Belo Monte Case: International Labor Organization confirms government violated indigenous rights. <http://amazonwatch.org/news/2012/0307-ilo-says-brazil-violated-convention-169-in-belo-monte-case>
- Angelo, C. & J.C. Magalhães. 2011. Hidrelétricas do rio Madeira fazem desmatamento voltar a crescer. *Folha de São Paulo*, 23 Feb. 2011. Disponible en: <http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/879988-hidreletricas-do-rio-madeira-fazem-desmatamento-voltar-a-crescer.shtml>
- Araújo A.C., A.D. Nobre, B. Kruijt, A.D. Culf, P. Stefani, J. Elbers, R. Dallarosa, C. Rando, A.O. Manzi, R. Valentini, J.H.C. Gash & P. Kabat. 2002. Dual tower longterm study of carbon dioxide fluxes for a central Amazonian rain forest: The Manaus LBA site. *Journal of Geophysical Research* 107(D20): 8090.
- ARCADIS Tetraplan, FURNAS & CNO. 2005. *Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Avaliação Ambiental Estratégica. Relatório Final*. ARCADIS Tetraplan, FURNAS Centrais Elétricas, S.A. & Construtora Norberto Odebrecht, S.A. (CNO), Rio de

Janeiro, Brasil. 169 pp. + anexos. Disponible en: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm)

Arima, E.Y., P. Richards, R. Walker & M.M. Caldas. 2011. Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters* 6: 024010. doi: 10.1088/1748-9326/6/2/024010

Baitelo, R. 2012. Energias Renováveis: Energia Eólica e Solar. pp. 71-82, 99. In: P.F. Moreira (ed.) *Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: Oportunidades e Desafios*. 2a ed. Rios Internacionais, Brasília, DF, Brasil. 100 pp. Disponible en: <http://www.internationalrivers.org/node/7525>

Barreto, P. Brandão Jr., A., Martins, H., Silva, D., Souza Jr., C., Sales, M. & Feitosa, T., 2011. Risco de Desmatamento Associado à Hidrelétrica de Belo Monte. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, Pará, Brasil. 98 pp. Disponible en: [http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/risco-de-desmatamento-associado-a-hidreletrica-de-belo-monte/at\\_download/file](http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/risco-de-desmatamento-associado-a-hidreletrica-de-belo-monte/at_download/file)

Barros, N., J.J. Cole, L.J. Tranvik, Y.T. Prairie, D. Bastviken, V.L.M. Huszar, P. del Giorgio & F. Roland. 2011. Carbon emission from hydroelectric reservoirs linked to reservoir age and latitude. *Nature Geoscience* 4: 593-596. doi: 10.1038/NGEO1211

Bastviken, D., L.J. Tranvik, J.A. Downing, P.M. Crill & A. Enrich-Prast. 2011. Freshwater methane emissions offset the continental carbon sink. *Science* 331: 50.

Bermann, C. 2011. Notas sobre la energía incorporada en la exportación de bienes primarios en Brasil. *Energía y Equidad* 1(1): 31-38.

Bermann, C. & O.S. Martins. 2000. *Sustentabilidade Energética no Brasil: Limites e Possibilidades para uma Estratégia Energética Sustentável e Democrática*. (Série Cadernos Temáticos No. 1) Projeto Brasil Sustentável e Democrático, Federação dos Órgãos para Assistência Social e Educacional (FASE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 151 pp.

BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social). 2013. Social and Environmental Responsibility. [http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_en/Institucional/Social\\_and\\_Environmental\\_Responsibility](http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_en/Institucional/Social_and_Environmental_Responsibility)

Borges, A. 2013. Dilma defende usinas hidrelétricas com grandes reservatórios. *Valor Econômico*, 06 de junho de 2013. [http://www.valor.com.br/imprimir/noticia\\_impresso/3151684](http://www.valor.com.br/imprimir/noticia_impresso/3151684)

Brack, P. 2010. Enterrem minha consciência bem longe deste rio. *OECO*, 03/02/2010. <http://www.oeco.org.br/convidados/64-colunistas-convidados/23394-enterrem-minha-con>

Brasil, ANA (Agência Nacional de Águas). s/d (C. 2006). *Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia dos Rios Tocantins e Araguaia: Relatório Diagnóstico, Anexo 14, Geração de Energia*. No. 1329-R-FIN-PLD-15-01. ANA, Brasília, DF, Brasil. 56 pp. Disponible en: <http://central2.to.gov.br/arquivo/31/933>

Brasil, ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras S/A). 1986. *Plano de Recuperação Setorial*. Ministério das Minas e Energia, Centrais Elétricas do Brasil (ELETROBRÁS), Brasília, DF, Brasil.

Brasil, ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras S/A). 1987. *Plano 2010: Relatório Geral. Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010 (Dezembro de 1987)*. ELETROBRÁS, Brasília, DF, Brasil. 269 pp.

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

Brasil, ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras S/A). 2009. *Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte: Estudo de Impacto Ambiental*. Fevereiro de 2009. ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 36 vols.

Brasil, ELETRO NORTE (Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S.A.). 1985. Políticas e Estratégias para Implementação de Vilas Residenciais. ELETRO NORTE, Brasília, DF, Brasil. (Mapa).

Brasil, ELETRO NORTE (Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S.A.). 2002. *Complexo Hidrelétrico Belo Monte: Estudos De Viabilidade, Relatório Final*. ELETRO NORTE), Brasília, DF, Brasil. 8 vols.

Brasil, IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2008. Parecer Técnico No. 45/2008-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 08 de maio de 2008. Assunto: Análise da solicitação da emissão da Licença de Instalação do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio. IBAMA, Brasília, DF, Brasil. 146 pp. Disponível en: <http://www.bicusa.org/proxy/Document.100555.aspx>

Brasil, IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2010. Parecer Técnico No. 06/2010-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 26 de janeiro de 2010. Assunto: Análise técnica das complementações solicitadas no Parecer N° 114/2009, referente ao Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, processo N° 02001.001848/2006-75. IBAMA, Brasília, DF, Brasil. 21 pp.

Brasil, IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2011. Parecer N° 52/2011AHE Belo Monte-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Ref: Análise da solicitação de Licença de Instalação da Usina Hidrelétrica Belo Monte, processo N° 02001.001848/2006-75. IBAMA, Brasília, DF, Brasil. 252 p. Disponível en: <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>

Brasil, MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). 2004. *Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. MCT, Brasília, DF, Brasil, 276 pp. Disponível en: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0005/5586.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5586.pdf)

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

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2006a. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017*. MME, Brasília, DF, Brasil. 302 pp. Disponível en: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2006b. Assunto: Pedido de vistas de moção sobre aproveitamento hidrelétrico no rio Madeira, Processo No. 02000.001151/2006-12. Ofício No. 651/SE/MME ao Sr. Nilo Sérgio de Melo Diniz, Diretor do CONAMA, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. 16 de maio de 2006. Carta da Secretaria Executiva (SE), MME, Brasília, DF, Brasil. 10 pp. Disponível en: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/3D3ABAEB/ParecerMME.pdf>

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2007. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2007/2016*. MME, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brasília, DF, Brasil. 2 vols. Disponível en: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2009. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017*. MME, Brasília, DF, Brasil. 2 vols. Disponível en: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2010a. *Bacia Hidrográfica do Rio Branco/RR: Estudos de Inventário Hidrelétrico*. MME, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Brasília, DF, Brasil. 23 pp. Disponível en: <http://www.epe.gov.br/MEIOAMBIENTE/Documents/AAI%20Branco/12%20-%20Inventario%20Hidreletico%20Branco%20-%20Caderno%20de%20Mapas%20do%20Diagnóstico%20Socioambiental.pdf>

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2010b. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2019*. MME, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brasília, DF, Brasil. 328 pp. Disponível en: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2011. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. MME, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brasília, DF, Brasil. 2 vols. Disponível en: [http://www.epe.gov.br/PDEE/20111229\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PDEE/20111229_1.pdf)

Brasil, MME (Ministério de Minas e Energia). 2012. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2021*. MME, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Brasília, DF, Brasil. 386 pp. Disponível en: [http://www.epe.gov.br/PDEE/20120924\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PDEE/20120924_1.pdf)

Brasil, MT (Ministério dos Transportes). 2010. Diretrizes da Política Nacional de Transporte Hidroviário. MT, Secretaria de Política Nacional de Transportes, Brasília, DF, Brasil. 33 pp. <http://www2.transportes.gov.br/Modal/Hidroviario/PNHidroviario.pdf>

Brasil, PR (Presidência da República). 2004. Decreto N° 5.051, de 19 de abril de 2004, PR, Brasília, DF, Brasil. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm)

Brasil, PR (Presidência da República). 2011. PAC-2 Relatórios. PR, Brasília, DF, Brasil. Disponible en: <http://www.brasil.gov.br>

Cernea, M.M.1988. *Involuntary Resettlement in Development Projects: Policy Guidelines in World Bank-Financed Projects*. (World Bank technical paper N° 80), The World Bank, Washington, DC, EE.UU. 88 pp. Disponible en: <http://rru.worldbank.org/documents/toolkits/highways/pdf/91.pdf>

Cernea, M. 2000. Impoverishment Risks, Safeguards, and Reconstruction: A Model for Population Displacement and Resettlement. In: M. Cernea & C. McDowell (eds.) *Risks and Reconstruction. Experiences of Resettlers and Refugees*. The World Bank, Washington, DC, EE.UU. 504 pp.

CIMI, CEDI, IBASE & GhK. 1986. Brasil: Áreas Indígenas e Grandes Projetos. Comissão Indigenista Missionária (CIMI), Centro Ecumênico de documentação e Informação (CEDI) & Instituto Brasileiro de Análise Social e Econômica (IBASE), Brasília, DF, Brasil & Gesamthochschule Kassel (GhK), Kassel, Alemania. Escala del mapa 1: 5.000.000.

Cintra, I.H.A. 2009. *A Pesca no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará, Brasil*. Ph.D. tesis en ingeniería de pesca,, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará. Brasil. 190 pp. Disponible en: [http://www.pgengpesca.ufc.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19&Itemid=32](http://www.pgengpesca.ufc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=32)

Da Silva, M., B. Matvienko, M.A. dos Santos, E. Sikar, L.P. Rosa, E. dos Santos & C. Rocha 2007. Does methane from hydro-reservoirs fiz out from the water upon turbine discharge? SIL – 2007-XXX Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montreal, Québec, Canada. <http://www.egmmmedia.net/sil2007/abstract.php?id=1839>

Deberdt, G., I. Teixeira, L.M.M. Lima, M.B. Campos, R.B. Choueri, R. Koblitz, S.R. Franco & V.L.S. Abreu. 2007. Parecer Técnico No. 014/20007 – FCOHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, DF, Brasil. 121 pp. Disponible en: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Madeiraparecer.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Madeiraparecer.pdf)

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

Devol, A.H., J.E. Richey, B.R. Forsberg & L.A. Martinelli. 1990. Seasonal dynamics in methane emissions from the Amazon River floodplain to the troposphere. *Journal of Geophysical Research* 95: 16,417- 16,426.

Dos Santos, M.A. 2000. Inventário de emissões de gases de efeito estufa derivadas de hidrelétricas. Tesis de Ph.D en planificación energética. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 148 pp. Disponible en: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/masantos.pdf>.

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

Dos Santos M.A., L.P. Rosa, B. Matvienko, E.O. dos Santos, C.H.E. D'Almeida Rocha, E. Sikar, M.B. Silva & A.M.P. Bentes Júnior. 2009. Estimate of degassing greenhouse gas emissions of the turbined water at tropical hydroelectric reservoirs. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 30 (Part 6): 834-837.

Dourojeanni, M. 2009. Hidrelétricas brasileiras na Amazônia peruana. Disponible en: <http://www.ecodebate.com.br/2009/07/06/hidrelectricas-brasileiras-na-amazonia-peruana-artigo-de-marc-dourojeanni>

Duchemin, É., J.T. Huttunen, A. Tremblay, R. Delmas & C.F.S. Menezes. 2006. Appendix 3. CH<sub>4</sub> emissions from flooded land: Basis for future methodological development. pp. Ap.3.1-Ap3.8 In: S. Eggleton, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe (eds.) *Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit, Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japón.

Escada, M.I.S., L.E. Maurano & J.H.G. da Silva. 2013. Dinâmica do desmatamento na área de influência das usinas hidroelétricas do complexo do rio Madeira, RO. . p. 7499-7507 In: J.R. dos Santos (ed.) *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil 2013*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0551.pdf>

Farias, E. 2012. Complexo de hidrelétricas no Amazonas vai atravessar unidades de conservação, afetar terras indígenas e provocar desmatamento. *A Crítica [Manaus]* 15 de abril de 2012. [http://acritica.uol.com.br/amazonia/Manaus-Amazonas-Amazonia\\_0\\_682731721.html](http://acritica.uol.com.br/amazonia/Manaus-Amazonas-Amazonia_0_682731721.html)

Fearnside, P.M. 1989. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. *Environmental Management* 13(4): 401-423. doi: 10.1007/BF01867675

Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19. doi: 10.1017/S0376892900034020

Fearnside, P.M. 1997. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24(1): 64-75. doi: 10.1017/S0376892997000118

Fearnside, P.M. 1999. Social impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management* 24(4): 483-495. doi: 10.1007/s002679900248

Fearnside, P.M. 2000. Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46(1-2): 115-158. doi: 10.1023/A:1005569915357

Fearnside, P.M. 2001a. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Management* 27(3): 377-396. doi: 10.1007/s002670010156

Fearnside, P.M. 2001b. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation* 28(1): 23-38. doi: 10.1017/S0376892901000030

Fearnside, P.M. 2002a. Avança Brasil: Environmental and social consequences of Brazil's planned infrastructure in Amazonia. *Environmental Management* 30(6): 748-763. doi: 10.1007/s00267-002-2788-2

Fearnside, P.M. 2002b. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4): 69-96. doi: 10.1023/A:1012971715668

Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source, *Climatic Change* 66(2-1): 1-8. doi: 10.1023/B:CLIM.0000043174.02841.23

Fearnside, P.M. 2005a. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management* 35(1): 1-19. doi: 10.1007/s00267-004-0100-3

Fearnside, P.M. 2005b. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una Dam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 10(4): 675-691. doi: 10.1007/s11027-005-7303-7

Fearnside, P.M. 2006a. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's Hydroelectric Development of the Xingu River Basin. *Environmental Management* 38(1): 16-27. doi: 10.1007/s00267-005-00113-6

Fearnside, P.M. 2006b. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Reply to Rosa et al. *Climatic Change* 75(1-2): 103-109. doi: 10.1007/s10584-005-9016-z

Fearnside, P.M. 2006c. Pareceres dos consultores sobre o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto para aproveitamento hidrelétrica de Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO. Parecer Técnico sobre ecossistemas. Parte B, Volume 1, Parecer 8, pp. 1-15 In: *Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais—Aspectos Físicos/Bióticos. Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau no, Rio Madeira, Estado de Rondônia*. Ministério Público do Estado de Rondônia, Porto Velho, Rondônia. Brasil. 2 Vols. <http://www.mp.ro.gov.br/web/guest/Interesse-Publico/Hidreletrica-Madeira>

Fearnside, P.M. 2007. Why hydropower is not clean energy. Scitizen, Paris, Francia. [http://www.scitizen.com/screens/blogPage/viewBlog/sw\\_viewBlog.php?idTheme=14&idContribution=298](http://www.scitizen.com/screens/blogPage/viewBlog/sw_viewBlog.php?idTheme=14&idContribution=298)

Fearnside, P.M. 2008. Hidrelétricas como "fábricas de metano": O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 100-115. doi: 10.4257/oeco.2008.1201.11

Fearnside, P.M. 2009a. As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa. *Novos Cadernos NAEA* 12(2): 5-56.

Fearnside, P.M. 2009b. Recursos pesqueiros. pp. 38-39 In: A.L. Val & G.M. dos Santos (eds.) *Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos (GEEA) Tomo II*, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil. 148 pp.

Fearnside, P.M. 2009c. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. *Oecologia Australis* 13(4): 609-618. doi: 10.4257/oeco.2009.1304.05

Fearnside, P.M. 2011a. Gases de Efeito Estufa no EIA-RIMA da Hidrelétrica de Belo Monte. *Novos Cadernos NAEA* 14(1): 5-19.

Fearnside, P.M. 2011b. Will the Belo Monte Dam's benefits outweigh the costs? *Latin America Energy Advisor*, 21-25 de febrero de 2011, p. 6. [<http://www.thedialogue.org>]

Fearnside, P.M. 2012a. Desafios para midiatização da ciência na Amazônia: O exemplo da hidrelétrica de Belo Monte como fonte de gases de efeito estufa. pp. 107-123. In: A. Fausto Neto (ed.) *A Midiatização da Ciência: Cenários, Desafios, Possibilidades*, Editora da Universidade Estadual da Paraíba (EDUEPB), Campina Grande, PB, Brasil. 288 pp.

Fearnside, P.M. 2012b. Philip Fearnside Comments to PJCERS on the Santo Antônio Hydropower Project (Brazil) Submission to the Perry Johnson Registrars Carbon Emissions Services. <http://www.internationalrivers.org/en/node/7295>

Fearnside, P.M. 2012c. Philip Fearnside Comments to PJCERS on Jirau Dam (Brazil). Submission to the Perry Johnson Registrars Carbon Emissions Services. <http://www.internationalrivers.org/resources/philip-fearnside-comments-on-jirau-dam-brazil-7471>

Fearnside, P.M. 2012d. Belo Monte Dam: A spearhead for Brazil's dam building attack on Amazonia? GWF Discussion Paper 1210, Global Water Forum, Canberra, Australia. Disponible en: [http://www.globalwaterforum.org/wp-content/uploads/2012/04/Belo-Monte-Dam-A-spearhead-for-Brazils-dam-building-attack-on-Amazonia\\_-GWF-1210.pdf](http://www.globalwaterforum.org/wp-content/uploads/2012/04/Belo-Monte-Dam-A-spearhead-for-Brazils-dam-building-attack-on-Amazonia_-GWF-1210.pdf)

Fearnside, P.M. 2012e. Will Brazil's Belo Monte Dam Get the Green Light? *Latin America Energy Advisor*, 27-31 de agosto de 2012, pp. 1 & 4. [<http://www.thedialogue.org>]

Fearnside, P.M. 2013a. Carbon credit for hydroelectric dams as a source of greenhouse-gas emissions: The example of Brazil's Teles Pires Dam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 18(5): 691-699. doi: 10.1007/s11027-012-9382-6

Fearnside, P.M. 2013b. 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

Fearnside, P.M. 2013c. Decision-making on Amazon dams: Politics trumps uncertainty in the Madeira River sediments controversy. *Water Alternatives* 6(2): 313-325. [http://www.water-alternatives.org]

Fearnside, P.M. 2014a. Brazil's Madeira River dams: A setback for environmental policy in Amazonian development. *Water Alternatives* 7(1): 156-169. Disponible en: <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol7/v7issue1/244-a7-1-15/file>

Fearnside, P.M. 2014b. Impacts of Brazil's Madeira River dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy* 38: 164-172 doi: 10.1016/j.envsci.2013.11.004. ISSN 1462-9011.

Fearnside, P.M. 2014c. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests. In: *The Encyclopedia of Energy*, John Wiley & Sons Publishers, New York, EE.UU. (en la prensa).

Fearnside, P.M. & R.I. Barbosa. 1996a. Political benefits as barriers to assessment of environmental costs in Brazil's Amazonian development planning: The example of the Jatapu Dam in Roraima. *Environmental Management* 20(5): 615-630. doi: 10.1007/BF01204135 Fearnside, P.M. & R.I. Barbosa. 1996b. The Cotingo Dam as a test of Brazil's system for evaluating proposed developments in Amazonia. *Environmental Management* 20(5): 631-648. doi: 10.1007/BF01204136

Fearnside, P.M. & S. Pueyo.. 2012. Underestimating greenhouse-gas emissions from tropical dams. *Nature Climate Change* 2: 382-384. doi: 10.1038/nclimate1540 <http://www.nature.com/nclimate/journal/v2/n6/full/nclimate1540.html>

Feitosa, G.S., P.M.L.A. Graça & P.M. Fearnside. 2007. Estimativa da zona de deplecionamento da hidrelétrica de Balbina por técnica de sensoriamento remoto pp. 6713 – 6720 In: J.C.N. Epiphanius, L.S. Galvão & L.M.G. Fonseca (eds.) *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil 21-26 abril de 2007*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos-São Paulo, Brasil.

Fernandes, R.J., A.F. Guimarães, E.D. Bidone, L.D. de Lacerda & W.C. Pfeiffer. 1990. Monitoramento por mercúrio na área do Projeto Carajás. Pp. 211-228 In: S. Hacon, L.D. de Lacerda, W.C. Pfeiffer & D. Carvalho (eds.) *Riscos e Consequências do Uso do Mercúrio*. FINEP, Rio de Janeiro, Brasil, 314 pp.

Ferreira, F. 2013. STF mantém agenda de temas polêmicas em 2013. *Folha de São Paulo*, 1 de enero de 2013, p. A-4.

Finer, M. & C.N. Jenkins 2012a. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity, *PLoS ONE* 7(4), e35126 doi:10.1371/journal.pone.0035126 Disponible en: <http://www.plosone.org>

Finer, M. & C.N. Jenkins 2012b. Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina y sus implicaciones para la conectividad Andes-Amazonía. Save America's Forests, Washington DC, EE.UU. 37 pp. Disponible en: <http://saveamericasforests.org/WesternAmazon/Proliferacion%20de%20las%20represas%20hidroelectricas%20en%20la%20Amazonia%20andina.pdf>

Forster, P & 50 otros. 2007. Changes in atmospheric constituents and radiative forcing. pp. 129-234. In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller, (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 996 pp.

Franck, A. 2012. Is the EIB's Climate Change Loan to Brazil Sustainable? Both ENDS Policy Note, 23 pp. [http://www.bothends.org/uploaded\\_files/document/1Both\\_ENDS\\_Policy\\_Note\\_BNDES.pdf](http://www.bothends.org/uploaded_files/document/1Both_ENDS_Policy_Note_BNDES.pdf)

FSP (*Folha de São Paulo*). 2011a. Dilma cobra mais energia da Amazônia. *Folha de São Paulo*, 10 de febrero de 2011 [http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me1002201104.htm]

FSP (*Folha de São Paulo*). 2011b. Novo líder faz aceno à energia do Brasil. *Folha de São Paulo*, 29 de julio de 2011, p. A-12.

FSP (*Folha de São Paulo*). 2011c. Dilma retalia OEA por Belo Monte e suspende recursos. 30 de abril de 2011, p. B7.

FSP (*Folha de São Paulo*). 2013. Às margens da usina de Tucuruí, 12 mil famílias vivem sem energia. 7 de enero de 2013, p. A-1.

Fundación FENAMAD. 2010. Indígenas de Madre de Dios rechazan construcción de hidroeléctrica de Inambari. <http://fenamad-indigenas.blogspot.com.br/2010/01/indigenas-de-madre-de-dios-rechazan.html>

FURNAS, CNO & Leme Engenharia. 2005a. Usinas Hidrelétricas Santo Antônio e Jirau. RIMA. FURNAS Centrais Elétricas S.A, Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO) & Leme Engenharia. Rio de Janeiro, , RJ, Brasil. 82 pp. Disponible en: <http://www.amazonia.org.br/arquivos/195010.zip>

FURNAS, CNO & Leme Engenharia. 2005b. *EIA- Estudo de Impacto Ambiental Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-R0. 6315-RT-G90-001*. FURNAS Centrais Elétricas S.A, Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO) & Leme Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 8 Vols. Disponible en: <http://www.amazonia.org.br/arquivos/195010.zip>

Gagnon, L. 2002. The International Rivers Network statement on GHG emissions from reservoirs, a case of misleading science. International Hydropower Association (IHA), Sutton, Surrey, Reino Unido, 9 pp.

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

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

Gama P. 2013. Maiores doadores somam gasto de R\$1 bi desde 2002. Construtores e bancos são principais financiadores de campanhas eleitorais. *Folha de São Paulo*, 21 enero 2013. p. A-6.

Garcia R. 2007. Estudo apoia tese de hidrelétrica "limpa": Análise em usinas no cerrado indica que termelétricas emitem até cem vezes mais gases causadores do efeito estufa. *Folha de São Paulo*, 1 de mayo de 2007, p. A-16.

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

Guérin, F., G. Abril, A. Tremblay & R. Delmas. 2008. Nitrous oxide emissions from tropical hydroelectric reservoirs. *Geophysical Research Letters* 35: L06404, doi: 10.1029/2007GL033057.

Gunkel, G. 2009. Hydropower – A green energy? Tropical reservoirs and greenhouse gas emissions. *CLEAN – Soil, Air, Water* 37(9): 726-734.

Hamilton, S.K., S.J. Sippel & J.M. Melack. 1995. Oxygen depletion, carbon dioxide and methane production in waters of Pantanal wetland of Brazil. *Biogeochemistry* 30: 115-141.

Hayashi, S., C. Souza Jr., M. Sales & A. Veríssimo. 2011. Transparência Florestal da Amazônia Legal Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, Pará, Brasil. 22 pp. Disponible en: [http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-transparencia-florestal-da-amazonia-legal-dezembro-de-2010-e-janeiro-de-2011/at\\_download/file](http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-transparencia-florestal-da-amazonia-legal-dezembro-de-2010-e-janeiro-de-2011/at_download/file)

Hurwitz, Z. 2012. Belo Monte Dam suspended by high Brazilian court. <http://www.internationalrivers.org/blogs/258/belo-monte-dam-suspended-by-high-brazilian-court>

IIRSA (Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional de Sudamérica). 2007. Initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America. Disponible en: <http://www.iirsa.org>

- International Rivers. 2009. Brazil's National Destruction Bank Does it Up Big. <http://www.internationalrivers.org/blogs/232/brazil-s-national-destruction-bank-does-it-up-big>
- International Rivers. 2011a. Brazil eyes the Peruvian Amazon. International Rivers, Berkeley, California, EE.UU. 4 pp. Disponible en: <http://www.internationalrivers.org/en/peru>
- International Rivers. 2011b. Mega-Dam in Peruvian Amazon Cancelled. <http://www.internationalrivers.org/resources/mega-dam-in-peruvian-amazon-cancelled-3712>
- International Rivers. 2012. Comments on the Santo Antônio Hydropower Project Submitted to the Perry Johnson Registrars Carbon Emissions Services. International Rivers, Berkeley, California, EE.UU. 12 pp. <http://www.internationalrivers.org/pt-br/node/3052>
- International Rivers, Amigos da Terra Amazônia Brasileira, Amazon Watch & Setem. 2009. Spain's Banco Santander Criticized for Hypocrisy. International Rivers, Berkeley, California, EE.UU. <http://www.internationalrivers.org/resources/spain-s-banco-santander-criticized-for-hypocrisy-3795>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1997. *Revised 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC, Bracknell, Reino Unido, 3 vols.
- Keller, M., D.J. Jacob, S.C. Wofsy & R.C. Harriss. 1991. Effects of tropical deforestation on global and regional atmospheric chemistry. *Climatic Change* 19(1-2): 139-158.
- Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2007. Methane release below a tropical hydroelectric dam. *Geophysical Research Letters* 34: L12809. doi: 10.1029/2007GL029479. 55.
- Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2008. As hidrelétricas e o aquecimento global. *Ciência Hoje* 41(145): 20-25.
- Kemenes, A., B.R. Forsberg & J.M. Melack. 2011. CO<sub>2</sub> emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Journal of Geophysical Research* 116, G03004, doi: 10.1029/2010JG001465
- Killeen, T.J. 2007. *A Perfect Storm in the Amazon Wilderness: Development and Conservation in the Context of the Initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America (IIRSA)*. Conservation International, Arlington, Virginia, EE.UU. 98 pp. Disponible en: [http://www.conservation.org/publications/pages/perfect\\_storm.aspx](http://www.conservation.org/publications/pages/perfect_storm.aspx)
- Kruijt, B., J.A. Elbers, C. von Randow, A. C. Araujo, P.J. Oliveira, A. Culf, A.O. Manzi, A.D. Nobre, P. Kabat & E.J. Moors. 2004. The robustness of eddy correlation fluxes for Amazon rain forest conditions. *Ecological Applications* 14: S101-S113.
- Laurance, W.F., A.K.M. Albernaz, G. Schroth, P.M. Fearnside, S. Bergen, E.M. Venticinque & C. da Costa. 2002. Predictors of Deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography* 29: 737-748. doi: 10.1046/j.1365-2699.2002.00721.x
- Leino, T. & M. Lodenius. 1995. Human hair mercury levels in Tucuruí area, state of Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment* 175: 119-125.
- Lima, I.B.T., R.L Victoria, E.M.L.M. Novo, B.J. Feigl, M.V.R. Ballester & J.M. Ometto. 2002. Methane, carbon dioxide and nitrous oxide emissions from two Amazonian reservoirs during high water table. *Verhandlungen International Vereinigung für Limnologie*. 28(1): 438-442.
- Magalhães, S.M.S.B. & F.M. Hernandez (eds.). 2009. *Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte*. Painel de Especialistas sobre a Hidrelétrica de Belo Monte, Belém, Pará. Brasil. 230 pp. Disponible en: [http://www.internationalrivers.org/files/Belo%20Monte%20pareceres%20IBAMA\\_online%20\(3\).pdf](http://www.internationalrivers.org/files/Belo%20Monte%20pareceres%20IBAMA_online%20(3).pdf)
- Magalhães, V. 2011. Presidente pavio curto. *Folha de São Paulo*, 13 Novembro 2011, pp. A-16-17. <http://acervo.folha.com.br/fsp/2011/11/13/2>

Malhi, Y., D. Wood, T.R. Baker, J. Wright, O.L. Phillips, T. Cochrane, P. Meir, J. Chave, S. Almeida, L. Arroyo, N. Higuchi, T. Killeen, S.G. Laurance, W.F. Laurance, S.L. Lewis, A. Monteagudo, D.A. Neill, P.N. Vargas, N.C.A. Pitman, C.A. Quesada, R. Salomão, J.N.M. Silva, A.T. Lezama, J. Terborgh, R.V. Martínez & B. Vinceti. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology* 12: 1107-1138.

Massoca, P.M. 2010. *Ocupação humana e reflexos sobre a cobertura florestal em um assentamento rural na Amazônia Central*. Disertación de maestría en ciencias de florestas tropicales, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil.

Matthews, C.J.D., E.M. Joyce, V.L. St. Louis, S.L. Schiff, J.J. Vankiteswaran, B.D. Hall, R.A. Bodaly & K.G. Beaty. 2005. Carbon dioxide and methane production in small reservoirs flooding upland boreal forest. *Ecosystems* 8: 267-285.

McCully, P. 2002. The Difficulty of the Plains: Taking the WCD forward. <http://www.internationalrivers.org/resources/the-difficulty-of-the-plains-taking-the-wcd-forward-1940>

Melack, J.M., L.L. Hess, M. Gastil, B.R. Forsberg, S.K. Hamilton, I.B.T. Lima & E.M.L.M. Novo. 2004. Regionalization of methane emission in the Amazon Basin with microwave 645 remote sensing. *Global Change Biology* 10: 530-544.

Millikan B. 2011. *Dams and Hidrovias in the Tapajos Basin of Brazilian Amazonia: Dilemmas and Challenges for Netherlands-Brazil relations*. International Rivers Technical Report. International Rivers, Berkeley, California, EE.UU. 36 pp.

Miotto, K. 2011. Norte Energia inicia obras de Belo Monte. (O) *Eco Notícias*. 9 marzo de 2011. <http://www.oeco.com.br/salada-verde/24867-norte-energia-inicia-obras-de-belo-monte>

Monteiro, M.T.F. 2005. *Interações na Dinâmica do Carbono e Nutrientes da Liteira entre a Floresta de Terra Firme e o Igarapé de Drenagem na Amazônia Central*. Disertación de maestría en Ciencias de Florestas Tropicales. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Fundação Universidade do Amazonas (FUA), Manaus, Amazonas, Brasil, 93 pp.

Moreira, P.F. (ed.) 2012. *Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: Oportunidades e Desafios*. 2a ed. Rios Internacionais, Brasília, DF. Brasil. 100 pp. Disponible en: <http://www.internationalrivers.org/node/7525>

Morse, B., T. Berger, D. Gamble & H. Brody. 1992. *Sardar Sarovar: Report of the Independent Review*. Resources Futures International, Ottawa, Canada. 363 pp.

Myhre, G. & 37 otros. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. pp 661-740. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (eds.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, Disponible en: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Nader, V. 2008. Mentira institucionalizada justifica Hidrelétrica de Belo Monte. Correio Cidadania, 17 de junio de 2008. <http://www.correiocidadania.com.br/content/view/1955>

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

Ometto, J.P.; A.C.P. Cimbleris, M.A. dos Santos, L.P. Rosa, D. Abe, J.G. Tundisi, J.L. Stech, N. Barros & F. Roland 2013. Carbon emission as a function of energy generation in hydroelectric reservoirs in Brazilian dry tropical biome. *Energy Policy* 58: 109-116. doi: 10.1016/j.enpol.2013.02.041

Ometto, J.P., A.D. Nobre, H. Rocha, P. Artaxo & L. Martinelli. 2005. Amazonia and the modern carbon cycle: Lessons learned. *Oecologia* 143(4): 483-500.

Ometto, J.P., F.S. Pacheco, A.C.P. Cimbleris, J.L. Stech, J.A. Lorenzetti, A. Assireu, M.A. Santos, B. Matvienko, L.P. Rosa, C.S. Galli, D.S. Abe, J.G. Tundisi, N.O. Barros, R.F. Mendonça & F. Roland. 2011. Carbon dynamic and emissions in Brazilian

hydropower reservoirs. pp. 155-188 In: de Alcantara, E.H. (ed.). *Energy Resources: Development, Distribution, and Exploitation*. Nova Science Publishers. Hauppauge, New York, EE.UU. 241 pp.

PCE, FURNAS & CNO. 2002. *Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira: Trecho Porto Velho – Abunã. Processo Nº 48500.000291/01-31. Relatório Final: MAD-INV-00-01-RT*. Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), FURNAS Centrais Elétricas S.A. & Construtora Noberto Odebrecht S.A. (CNO), Rio de Janeiro, Brasil. Disponible en: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm)

PCE, FURNAS & CNO. 2004. *Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Jirau. Processo Nº PJ-0519-V1-00-RL-0001*. , Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), FURNAS Centrais Elétricas S.A., & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO). Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 4 vols. + anexos.

PCE, FURNAS & CNO. 2005. *Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Santo Antônio. Processo Nº 48500.000103/03-91. Relatório Final PJ-0532-V1-00-RL-0001*. Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), FURNAS Centrais Elétricas S.A & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO), Rio de Janeiro, Brasil. 4 vols. + anexos. Disponible en: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/BARRAGENS%20DO%20RIO%20MADEIRA.htm)

Peres, C. 2012. Ayres Britto acata pedido da AGU e obras de Belo Monte são retomadas. *Notícias Socioambientais* 28/08/2012, Instituto Socioambiental (ISA), Brasília, DF, Brasil. <http://www.socioambiental.org/nsa/detalhe?id=3656>

Phillips, O.L., Y. Malhi, N. Higuchi, W.F. Laurance, P.V. Núñez, R.M. Vásquez, S.G. Laurance, L.V. Ferreira, M. Stern, S. Brown & J. Grace. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: Evidence from long-term plots. *Science* 282: 439-442.

Phillips, O.L., T.R. Baker, L. Arroyo, N. Higuchi, T.J. Killeen, W.F. Laurance, S.L. Lewis, J. Lloyd, Y. Malhi, A. Monteagudo, D.A. Neill, P.N. Vargas, J.N.M. Silva, J. Terborgh, R.V. Martínez, M. Alexiades, S. Almeida, S. Almeida, S. Brown, J. Chave, J.A. Comiskey, C.I. Czimczik, A. Di Fiore, T. Erwin, C. Kuebler, S.G. Laurance, H.E.M Nascimento, J. Olivier, W. Palacios, S. Patiño, N.C.A. Pitman, C.A. Quesada, M. Saldias, A.T. Lezama & B. Vinceti. 2004. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359: 381-407.

Pinto, L.F. 1991. *Amazônia: A Fronteira do Caos*. Editora Falangola, Belém, Pará, Brasil, 159 pp.

Potter, C.S., E.A. Davidson & L.V. Verchot. 1996. Estimation of global biogeochemical controls and seasonality on soil methane consumption. *Chemosphere* 32: 2219-2246.

Pueyo, S. & P.M. Fearnside. 2011. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de hidrelétricas: Implicações de uma lei de potência. *Oecologia Australis* 15(2): 114-127. doi: 10.4257/oeco.2011.1502.02

Ramaswamy V. & 40 otros. 2001. Radiative forcing of climate change. pp. 349-416 In: J.T. Houghton, Y. Ding, D.G. Griggs , M. Noguer, R.J. Van der Linden & D. Xiausu (eds.) *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 881 pp.

Richey, J.E., J.M. Melack, K. Aufdenkampe, V.M. Ballester & L.L. Hess. 2002. Outgassing from Amazonian rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Nature* 416: 617-620.

Rosa L.P, M.A. dos Santos, B. Matvienko, E.O. dos Santos & E. Sikar. 2004. Greenhouse gases emissions by hydroelectric reservoirs in tropical regions. *Climatic Change* 66(1-2): 9-21.

Rosa L.P, M.A. dos Santos, B. Matvienko, E. Sikar & E.O. dos Santos. 2006. Scientific errors in the Fearnside comments on greenhouse gas emissions (GHG) from hydroelectric dams and response to his political claiming. *Climatic Change* 75(1-2): 91-102.

Rosa, L.P., B.M. Sikar, M.A. dos Santos & E.M. Sikar. 2002. *Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de*

*Referência.* Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Brasília, DF, Brasil. 119 pp. Disponível en: [http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/pdf/metano\\_p.pdf](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pdf/metano_p.pdf)

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

Saint Louis, V.C., C. Kelly, E. Duchemin, J.W.M. Rudd & D.M. Rosenberg. 2002. Reservoir surface as sources of greenhouse gases to the atmosphere: a global estimate. *Bioscience* 20: 766-775.

Schmidt, B. 2012. Esteves Backs \$14 Billion Amazon Dam Itau Shuns. Bloomberg, 4 de diciembre de 2012.  
<http://www.internationalrivers.org/resources/esteves-backs-14-billion-amazon-dam-itau-shuns-7765>

Schimel, D. & 75 otros. 1996. Radiative forcing of climate change. pp. 65-131 In: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg & K. Maskell (eds.) *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 572 pp.

Sevá, O. 1990. Works on the Great Bend of the Xingu--A Historic Trauma? pp. 19-35 In: L.A. de O. Santos & L.M.M. de Andrade (eds.). *Hydroelectric Dams on Brazil's Xingu River and Indigenous Peoples*. Cultural Survival Report 30. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, EE.UU. 192 pp.

Shindell, D.T., G. Faluvegi, D.M. Koch, G.A. Schmidt, N. Unger & S.E. Bauer. 2009. Improved attribution of climate forcing to emissions. *Science* 326: 716-718.

Shindell D.T. & 24 otros. 2012. Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. *Science* 335: 183-189. doi: 10.1126/science.1210026

Silva-Forsberg, M.C., B.R. Forsberg & V.K. Zeidemann. 1999. Mercury contamination in humans linked to river chemistry in the Amazon Basin. *Ambio* 28(6): 519-521.

Soares-Filho, B.S., A. Alencar, D.C. Nepstad, G. Cerqueira, M. del C.V. Diaz, S. Rivero, L. Solórzano & E. Voll. (2004) Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: The Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology* 10(5): 745-764.

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

Tadei, W.P., B.M. Mascarenhas & M.G. Podestá. 1983. Biología de anofelinos amazônicos. VIII. Conhecimentos sobre a distribuição de espécies de *Anopheles* na região de Tucuruí-Marabá (Pará). *Acta Amazonica* 13(1): 103-140.

Tadei, W.P., V.M. Scarpassa & I.B. Rodrigues. 1991. Evolução das populações de *Anopheles* e *Mansonia*, na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará). *Ciência e Cultura* 43(7) suplemento: 639-640.

Tremblay, A., L. Varfalvy, C. Roehm & M. Garneau. s/d [C. 2005]. The issue of greenhouse gases from Hydroelectric reservoirs: From boreal to tropical regions. (Manuscrito no publicado de Hydro-Québec) 11 pp. Disponível en:  
[http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/energy/op/hydro\\_tremblaypaper.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/energy/op/hydro_tremblaypaper.pdf)

Veja, J.S. 2010. *Itambari: La Urgencia de una Discusión Seria Nacional, Pros y Contras de un Proyecto Hidroeléctrico*. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (Pronaturaleza), Lima, Perú. 229 pp. Disponível en: [http://www.bicusa.org/wp-content/uploads/2013/01/inambari\\_02dic\\_vf.pdf](http://www.bicusa.org/wp-content/uploads/2013/01/inambari_02dic_vf.pdf)

Vera-Dias, M. del C., J. Reid, B. Soares-Filho, R. Kaufmann & L. Fleck. 2007. *Efectos de los Proyectos de Energía y transporte en la Expansión del Cultivo de Soja en la Cuenca del río Madeira*. Conservation Strategy Fund, La Paz, Bolivia. 64 pp. Disponível en: <http://conservation-strategy.org>

- Verchot, L.V., E A. Davidson, J.H. Cattânia, I.L Akerman, H.E. Erickson & M. Keller. 1999. Land use change and biogeochemical controls of nitrogen oxide emissions from soils in eastern Amazonia. *Global BioGeochemical Cycles* 13(1): 31-46.
- Wassmann, R. & C. Martius. 1997. Methane emissions from the Amazon floodplain. pp. 137-143 In: W.J. Junk (ed.) *The Central Amazon Floodplain – Ecology of a Pulsing System*. Springer-Verlag, Heidelberg, Alemania, 525 pp.
- WCD. 2000. *Dams and Development – A New Framework for Decision Making – The Report of World Commission on Dams*. World Commission on Dams (WCD) & Earthscan, London, Reino Unido. 404 pp. Disponible en: [http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/world\\_commission\\_on\\_dams\\_final\\_report.pdf](http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/world_commission_on_dams_final_report.pdf)
- Widmer, R. 2012. The Brazilian Safeguard Regime, Its Application, and Recommendations for the Future. One Advisory, São Paulo, Brasil. 48 pp. [http://www.oneadvisory.com/wp-content/uploads/2012/02/OneAdvisory-Brazil\\_SG\\_Regime.pdf](http://www.oneadvisory.com/wp-content/uploads/2012/02/OneAdvisory-Brazil_SG_Regime.pdf)
- Wiziack, J. 2012. Governo vai acelerar usinas nos vizinhos para garantir energia. *Folha de São Paulo*, 14 de febrero de 2012, p. B-1. <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1048284-governo-acelera-usinas-nos-vizinhos-para-garantir-energia.shtml>
- World Bank. 2001. Report of the World Commission on Dams: World Bank position. *The World Bank Fact Sheet*. The World Bank, Washington, DC, EE.UU. 2 pp. <http://siteresources.worldbank.org/ESSDNETWORK/1105722-1115887495018/20487853/ReportontheWorldCommissiononDamsWorldBankPosition.pdf>
- World Bank. 2011. OP 4.12 - Involuntary Resettlement. The World Bank, Washington, DC, EE.UU. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTOPMANUAL/0,,contentMDK:20064610~menuPK:64701637~pagePK:64709096~piPK:64709108~theSitePK:502184,00.html>
- Xingu Vivo, 2012. Tucuruí: Mesmo depois de 30 anos continuamos sem receber indenização. <http://www.xinguvivo.org.br/2011/04/29/tucurui-mesmo-depois-de-30-anos-continuamos-sem-receber-indenizacao/>
- Zonisig, DHV Consultores & ITC. 1997. *Zonificación Agroecológica y Socioeconómica y Perfil Ambiental del Departamento de Pando*, Zonisig, La Paz, Bolívia.



Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región amazónica

Se terminó de imprimir en los talleres de ALEPH IMPRESIONES S.R.L.

Jr. Risco #580, Lince - Lima - Lima

Página Web: [www.alephimpresiones.net](http://www.alephimpresiones.net)

Se terminó de imprimir en septiembre de 2014





ISBN: 978-612-4210-16-7



9 786124 210167

Con el apoyo de:

