

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

Please cite as:  
Favor citar como:

**Fearnside, P.M. 2009. Impactos de presas hidroeléctricas en la Amazonía. In: *Memoria "Evaluación de Impactos Ambientales de grandes hidroeléctricas en regiones tropicales: El caso del río Madera" 19 y 20 de Maio de 2009, WWF-Bolivia, La Paz, Bolívia (CD-ROM).***

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

WWF-Bolivia, La Paz, Bolívia

# Impactos de presas hidroeléctricas en la Amazonía

**Philip M. Fearnside**

**INPA**

Simposio Internacional "Evaluación de Impactos Ambientales de grandes hidroeléctricas en regiones tropicales: El caso del río Madera", WWF-Bolivia, La Paz, Bolivia. 19 de Maio de 2009.

## **Impactos de presas hidroeléctricas en la Amazonía**

**Philip M. Fearnside**

**Instituto Nacional de Pesquisas da  
Amazônia – INPA**

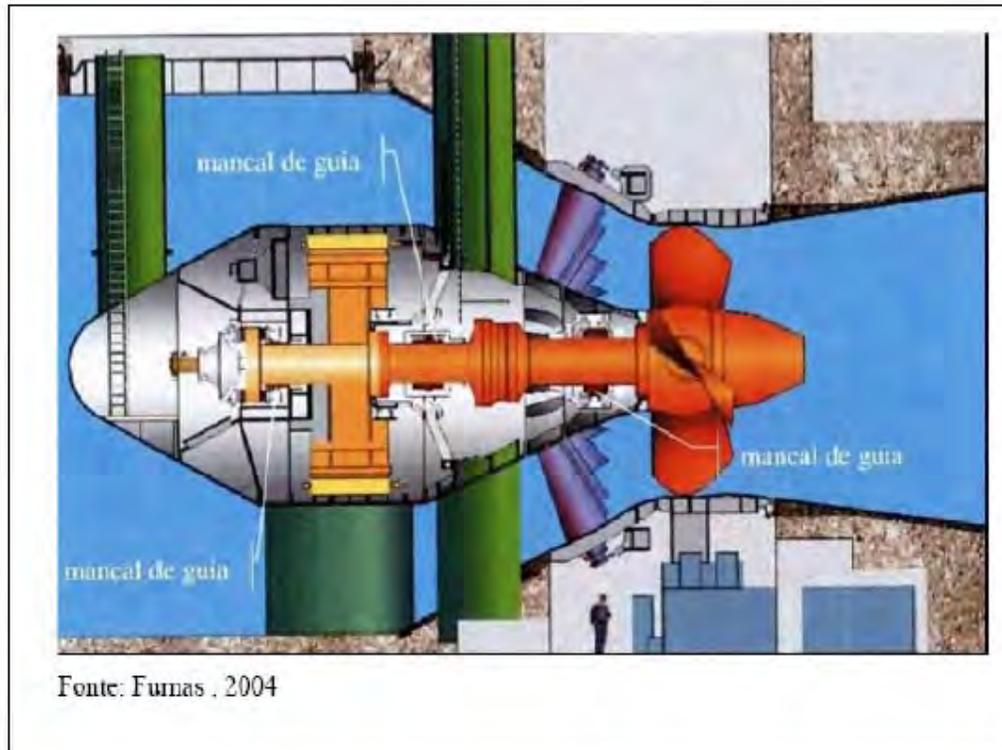
<http://philip.inpa.gov.br>

Simposio Internacional "Evaluación de Impactos  
Ambientales de grandes hidroeléctricas en regiones  
tropicales: El caso del río Madera", WWF-Bolivia, La Paz,  
Bolívia 19 de Maio de 2009.

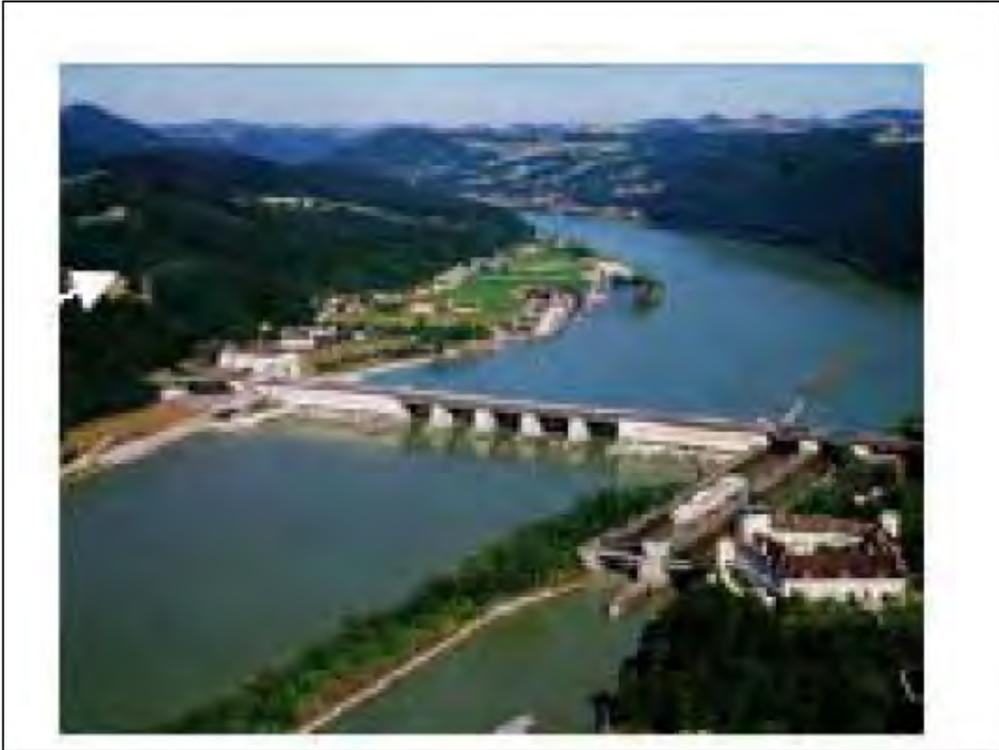
- 1.) El tema de los impactos de presas hidroeléctricas es enorme, y tratarán a solamente una pequeña porción de este tema aquí. Tiene mucho más información en el sitio <http://philip.inpa.gov.br>



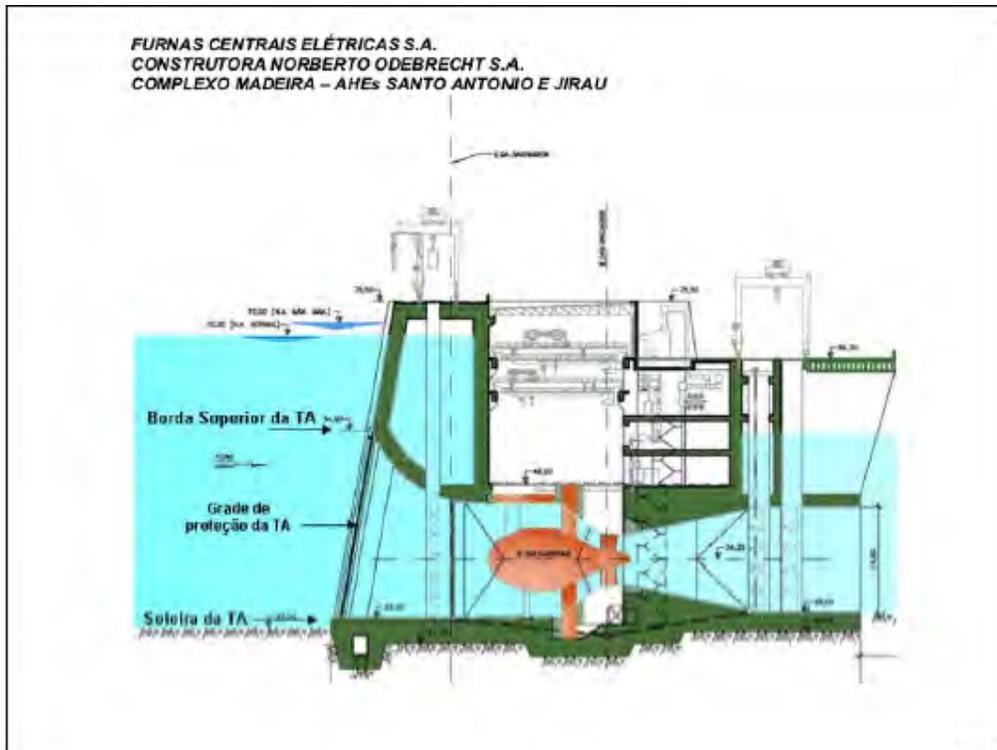
- 2.) Los embalses del río Madera no se limitan a las dos obras en fase de iniciación: Santo Antonio y Jirau. Una tercera presa, de Guajará Mirim, se planea pero es omitida de la discusión sobre el licenciamiento en el Brasil hoy. La mitad del lago estaría en Bolivia. Todavía hay una cuarta hidroeléctrica planeada: Cachuela Esperanza, que sería construido en Bolivia con financiamiento brasileño, principalmente para la exportación de energía para el Brasil. La hidroeléctrica de Guajará Mirim sería necesaria si está para tener utilidad las esclusas para las cuales el espacio es reservado en los planes para Santo Antonio y Jirau. La hidroeléctrica de Guajará Mirim hace posible pasar el resto de los rápidos que obstaculizan la navegación en el río Madera, y abre hidrovías hasta Mato Grosso por el río Guaporé y aproximadamente 4000 kilómetros de hidrovías en Bolivia visadas por el IIRSA. Estas hidrovías tendrían ventajas en tornar más barato el transporte de la soya, sin embargo también tendrían grandes impactos con la dispersión de la deforestación para la cultura de la soya en estas áreas.



- 3.) Las presas del río Madera tendrán turbinas tipo bulbo, retratadas por los proponentes de las presas como teniendo solamente mínimos impactos. Mientras que son mejores que las turbinas tradicionales, sus impactos siguen siendo substanciales. Observe el tamaño de la figura humana para la escala en el diagrama.



- 4.) Los documentos proponiendo las presas del río Madera frecuentemente usan esta fotografía de una presa con turbinas bulbo en el río Danubio, en Europa. Aquí el río aparece igual arriba y abajo de la presa. Pero las presas del río Madera serán muy diferentes.



- 5.) La presa de Santo Antônio tendrá una caída de aproximadamente 15 m, refiriéndose a la diferencia en los niveles de la superficie del agua arriba y abajo de la presa. Sin embargo, el diagrama demuestra, la profundidad del agua en la presa será de  $70 - 23 = 47$  m. Ésta es en la misma gama que las profundidades de las presas existentes en la Amazonía, y es casi dos veces la profundidad de la presa notoria de Balbina. Esta profundidad es más que suficiente para que el reservorio sea estratificado, causando el agotamiento del oxígeno en el fondo del lago y proporcionando las condiciones para la generación de metano (un potente gas de efecto invernadero), para la transformación del mercurio en su forma metálica venenosa, y para la muerte de los bagres migratorios.



- 6.) Esta profundidad del agua es más allá del nivel de inundación del río “natural” que los proponentes de las hidroeléctricas han repetido tanto como siendo el límite de inundación de la presa que muchas de las personas que vivían cerca de las presas desconocen que el área adicional será inundada. Éste es el caso aquí, durante el período de agua bajos, en el sitio seleccionado originalmente para la presa de Jirau. El plan actual es construir la presa 9 kilómetros más abajo.



7.) La base del hidrógrama en Jirau comienza con el marco cero en el fondo del río.





- 9.) Aunque menos que en presas existentes, el bosque que se ahogará inundando es significativo, como aquí en el área expuesta a inundación estacional "natural", y en las áreas adicionales que se inundarán en bosque de tierra firme. El bosque estacionalmente inundado morirá cuando es debajo del agua el año entero.



- 10.) Las pequeñas ciudades tales como Mutum-Paraná están en los márgenes de los niveles naturales de inundación. Las áreas verdes en el primero plano se inundan durante el período de agua alta. La subida adicional del nivel del agua forzaría la relocalización.

**Figura 39: Piracema na Cachoeira do Teotônio**



Foto: Eletrônica

O Ferômeno da Piracema - Cachoeira do Teotônio

Fonte: FERNANDES e GUIMARÃES, 2002

- 11.) La migración de los peces, o el “piracema”, es un acontecimiento anual en el río Madera, que es uno de los ríos más ricos de peces en toda la Amazonía.



Figure 4.1. Fisherman with migratory Jau Catfish (*Zungaro zungaro*) which, like most Amazonian catfish, is vulnerable to watershed fragmentation from dams and reservoirs. Fishing is the most important economic activity in the Amazon that is wholly dependant on biodiversity. It provides financial opportunity to fishermen, as well as to boat builders, mechanics, and fishmongers (© Russell Mittermeier/CI).

- 12.) Los bagres grandes son la preocupación principal. Varias especies se crían en las cabeceras del río Madera en Bolivia y Perú. Las larvas mandilan río abajo y vienen a su tamaño enorme en el bajo Amazonas, por ejemplo entre Santarém y Belém, antes de emigrar para poner sus huevos en las cabeceras. Apenas la porción brasileña del río Madera rinde 23.000 t de por año.

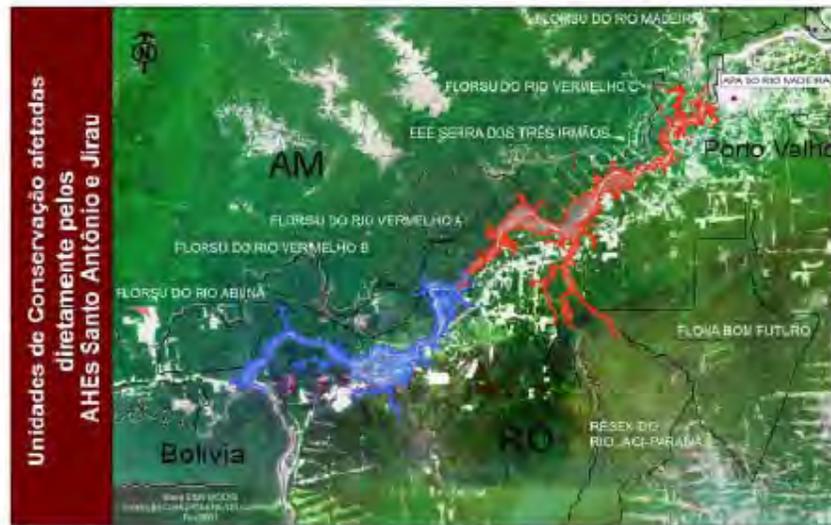


Figura 1. Unidades de conservação possivelmente afetadas pelos AHEs de Santo Antônio e Jirau.

Fonte: Marcelo Gonçalves de Lima. 2007.

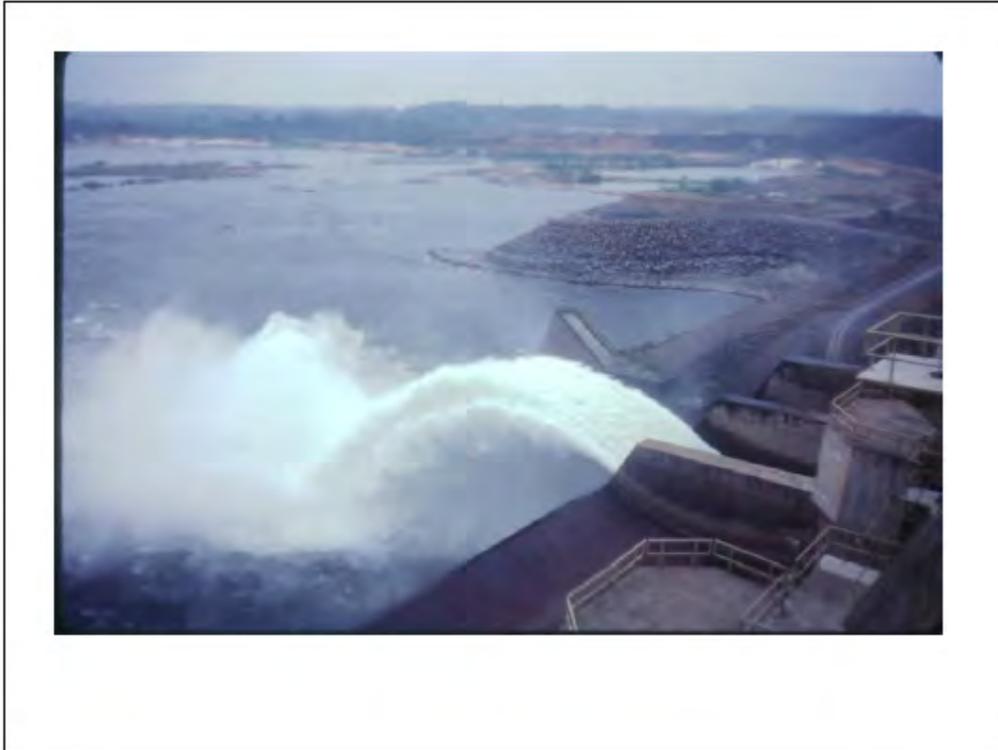
- 13.) El plan de canales para peces trasladarse alrededor de las dos presas. Diferente de especies tal como el salmon, para los cuales hay una larga experiencia con escalas de peces, nadie sabe si estos canales funcionan para bagres amazónicos. Si los adultos logran pasar de las presas usando los canales, su éxito final sigue siendo dudoso. Tendrán que nadar casi 300 kilómetros de embalsas, en los cuales existirán estiramientos numerosos de agua anóxico en el fondo. Los siluros nadan a lo largo del fondo del río, diferente de los peces tales como el tucunaré que se adaptan a los embalses. Son muy sensibles al agua anóxico, como se muestra la mortalidad de los bagres en Tucuruí. Si los adultos logran sobrevivir el paso a través de los reservorios, el sino de las larvas es problemático. Éstos mandilarán en descender el río. En el agua lento de los reservorios son probables hundirse al fondo donde serían matados por la carencia del oxígeno. También serán aspirados a través de las turbinas, donde muchos morirán.



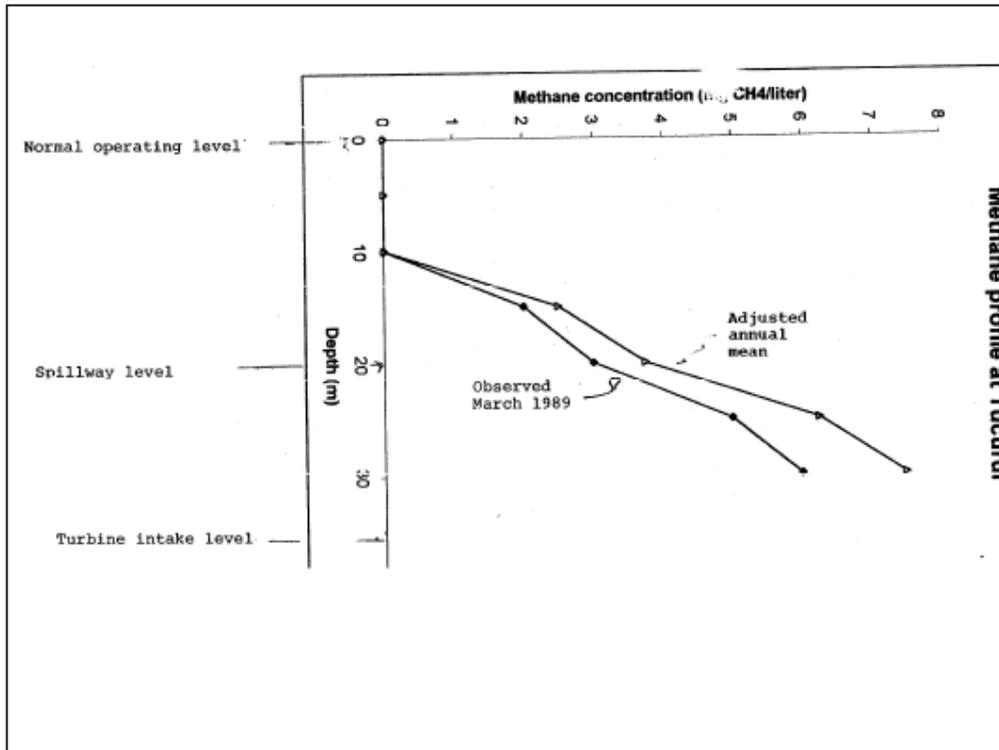
Figura 2. Reserva Departamental Bruno Racua, Bolívia e área de inundação do AHE Jirau para tempo de recorrência de 50 anos e 30% de desconto de sedimentação.

Fonte: Marcelo Gonçalves de Lima, 2007.

- 14.) Las presas del río Madera tienen muchos otros impactos, incluyendo la acumulación del sedimento en la tapa del reservatorio de Jirau que elevaría los niveles del agua y crearía inundaciones en Bolivia. Jorge Molina es un experto en estos impactos.



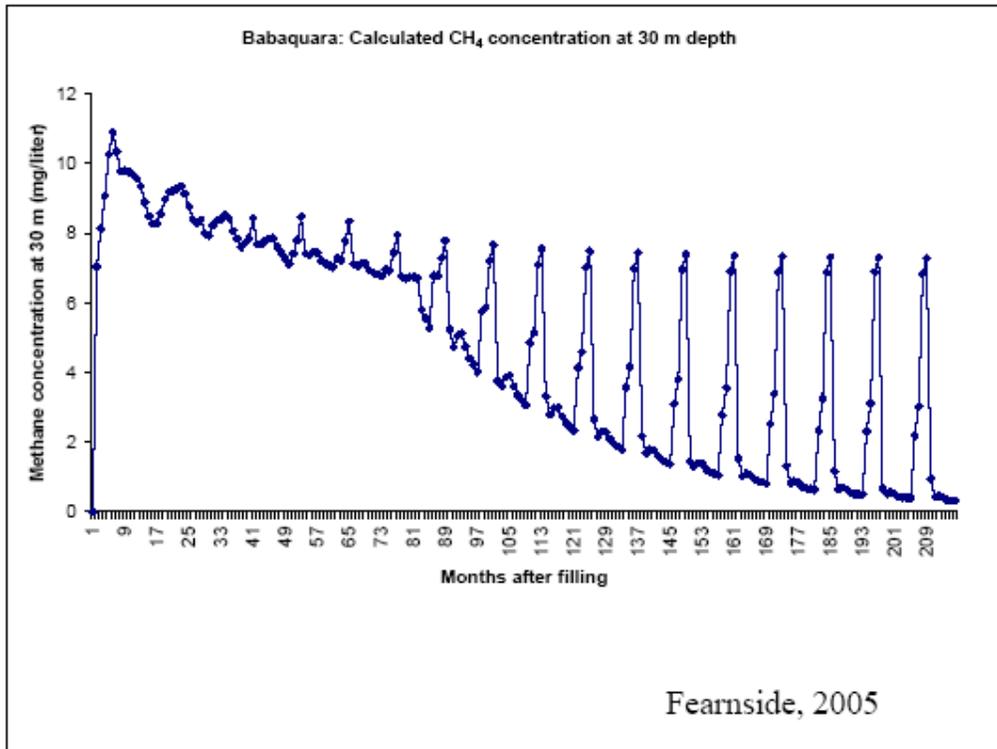
15.) La electricidad de las presas hidroeléctricas Amazónicas no es una “energía limpia” como se afirma en varias ocasiones en el actual Plan decenal del Brasil para la extensión de la energía. Los gases del efecto invernadero se emiten como dióxido de carbono de los árboles muertos por inundación y la liberación del metano, especialmente por las turbinas y los vertederos. El metano tiene 25 veces más impacto sobre el calentamiento global por tonelada que el bióxido de carbono, y la conversión del dióxido de carbono en metano por el reservatorio, por lo tanto, representa una contribución neta al calentamiento global. Aquí uno de los vertederos en Tucuruí ilustra el problema. El agua se dibuja en profundidad de 20 m en el reservatorio, que está debajo del termoclino que separa el agua inferior de la superficie. El agua inferior tiene altas concentraciones del metano porque no hay oxígeno disponible para que la descomposición convertir la materia orgánica totalmente en  $\text{CO}_2$ . En profundidades mayores el agua es fría y con alta presión, conduciéndola a sostener más metano. Cuando se liberar a través de las turbinas o los vertederos se reduce repentinamente la presión, y el gas es liberado de la misma forma que cuando se abre una botella de Coca-Cola. Aquí en el vertedero el agua es lanzado en el aire por un “salto de esquí” y rota en millones de gotitas minúsculas. Éste es para oxigenar el agua de modo que menos peces mueran río abajo, pero el otro lado de la moneda es que el metano es liberado inmediatamente.



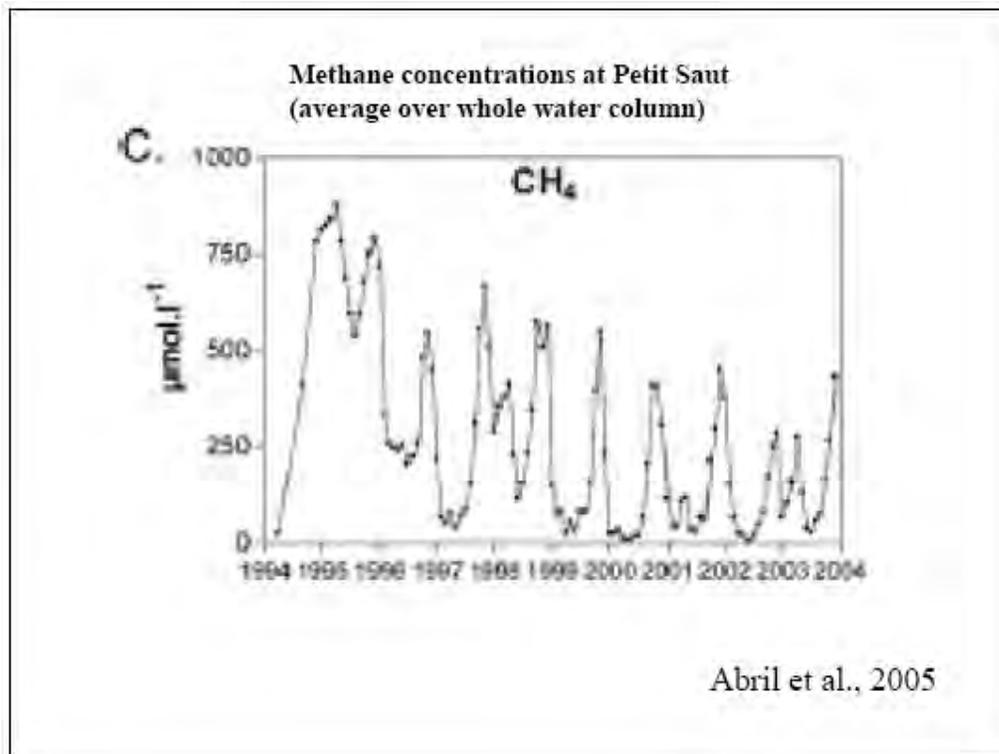
- 16.) Cuanto más profundo entra en la columna del agua, cuanto más alta es la concentración del metano, como puede ser visto aquí en una medida hecha en Tucuruí por el limnólogo brasileño José Tundisi. La concentración en el nivel de las turbinas es aún mayor que la concentración en el nivel del vertedero.



- 17.) Una parte del carbón que se convierte al metano proviene de fuentes fijas, tales como la materia orgánica de suelo, que eventualmente serán agotadas después de el gran pulso de emisión en los primeros años después de llenar un reservorio. Otras fuentes, tales como esta zona de depleciónamiento (drawdown) en Tucuruí, son renovables y continuarán produciendo metano por siempre. La marca de agua alta puede ser vista en los árboles. Cuando el nivel del agua baja cada año, las hierbas y otros tipos de vegetación blanda crecen rápidamente en los lodozales expuestos. Esta vegetación se arraiga al fondo, y se descompondrá rápidamente en las condiciones anóxicas en el fondo del reservorio cuando se levanta el nivel del agua, produciendo metano. Éste es una de las varias fuentes renovables que puede funcionar como una “fábrica de metano”.



- 18.) En una simulación del reservorio altamente polémico de Babaquara (también llamada de Altamira) que se ha propuesto en varias ocasiones para el río Xingu, las altas concentraciones de metano en los primeros años son seguidas por una declinación mientras que se agotan las fuentes fijas, pero hay picos anuales cada vez que se inunda la zona enorme de depleción del reservorio.



- 19.) Los datos publicados a partir de mediciones en el embalse de Petit Saut en la Guayana Francesa confirman este patrón, con picos anuales que se mantengan a largo plazo.

**“It’s baloney and it’s much overblown ... Methane is produced quite substantially in the rain forest and no one suggests cutting down the rain forest.”**

Karolyn Wolf, spokesperson for the US National Hydropower Association responding to reports of greenhouse gas emissions from reservoirs, 1995.

- 20.) La industria hidroeléctrica ha reaccionado fuertemente contra la sugerencia que las presas contribuyen a calentamiento global. Yo no era el primer a sugerir que las presas causan emisiones, pues un grupo de canadienses habían publicado un trabajo en que fueran encontradas altas emisiones en Canadá dos años anteriores que mi trabajo en 1995 calculó emisiones más altas en Balbina que éstos emitidos para producir la misma cantidad de electricidad de los combustibles fósiles. Pero era mi trabajo que enfureció la industria hidroeléctrica. Aquí la portavoz de la asociación nacional de la hidroelectricidad de los E.E.U.U. afirma que la idea que el metano es producto de las presas es “baloney” (absurdo). Note que el suelo debajo de la foresta tropical es generalmente considerado ser un sumidero (no una fuente) de metano.

## Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as Sources of 'Greenhouse' Gases

by

PHILIP M. FEARNSIDE, MS, PhD (Michigan)  
 Research Professor, Department of Ecology,  
 National Institute for Research in Amazonia (INPA),  
 Caixa Postal 478,  
 69011-970 Manaus, Amazonas,  
 Brazil

### INTRODUCTION

Hydroelectric dams are commonly believed to have no serious impact on the 'greenhouse effect', in contrast to fossil-fuel use. However, the principal reason for this frequent assumption is ignorance regarding the emissions of hydroelectric dams. Reservoirs in Brazilian Amazonia (Legal Amazon) contribute to 'greenhouse' gas emissions from the region, although contributions from currently existing reservoirs are small relative to other anthropogenic sources such as deforestation for cattle pasture. The four existing 'large' (> 10 megawatt [MW]) dams in the region are: Balbina in the State of Amazonas (filled in 1987),

Little basis exists for calculating emissions from reservoirs. However, existing information can be organized in such a way as to draw the best possible conclusions given the limitations of our knowledge. The present paper



FIG. 1. Brazil's Legal Amazon region (shaded in inset map) with the four existing large dams.

- 21.) Eso estaba en reacción a mi trabajo que calculaba las emisiones de gas del efecto invernadero para las cuatro presas grandes existentes en la Amazonía brasileña, indicadas en el mapa: Curuá-Una, Tucuruí, Balbina y Samuel.

“It is necessary to avoid ... the lures of the thermo-power and nuclear-power lobbies that are trying to blame higher emissions on power dams.”

Luiz Pinguelli Rosa, Marco Aurelio dos Santos,  
Bohdan Matvienko, Ednaldo Oliveira dos Santos &  
Elizabeth Sikar (*Climatic Change*, 2004)

22.) Aquí el entonces el jefe de ELETROBRÁS implica que estoy influenciado por “los señuelos de los cabilderos de las industrias termoeléctrica y de energía nuclear que están intentando culpar las hidroeléctricas por emisiones más altas”.

**Muita polêmica tem sido estabelecida recentemente a partir de estudos realizados em reservatórios amazônicos, especialmente a partir de estudos teóricos e baseados em extrapolações desprovidas de critérios científicos estabelecidos.**

*dos Santos et al. 2008. Oecol. Bras., 12 (1): 116-129*

- 23.) El mismo grupo afirma recientemente que las estimaciones de las emisiones son “estudios teóricos basados en extrapolaciones desprovistas de criterios científicos establecidos”

**Estes estudos têm forte viés contra qualquer tipo de aproveitamento hidrelétrico na Amazônia e colocam em dúvida a viabilidade destes empreendimentos no que se refere às emissões de gases de efeito estufa e foram realizados para as hidrelétricas de Tucuruí, Samuel e Balbina (Fearnside 1995, Fearnside 1996, Kemenes *et al.* 2007).**

*dos Santos et al. 2008. Oecol. Bras., 12 (1): 116-129.*

- 24.) El grupo afirma que los resultados son debido al “prejuicio contra cualquier clase de presas hidroeléctricas en la Amazonía” y amplía el ataque no sólo a mis trabajos sino también al trabajo de Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg y John Melack.

## Hydroelectric emissions

Emissions (million t CO<sub>2</sub> C equiv./yr)

	Tucuruí	Samuel
<b>National Inventory (MCT, 2004, p. 152)</b>	0.56 (1998-1999)	0.12 (1998-1999)
<b>Fearnside, 2002, 2005</b>	8,55 ± 1,55 (1990)	1,5 (1990); 0,29 (2000)
<b>[Discrepancy:</b>	<b>1437%</b>	<b>1130% (1990)]</b>

25.) El ataque viene del mismo grupo que produjo las estimaciones en el Inventario Nacional del Brasil de emisiones de gas del efecto invernadero. Estas estimaciones son más bajas que las mías en más de un factor de diez. Esto es porque el Inventario Nacional considera solamente las burbujas y la difusión a través de la superficie de los reservorios, no las emisiones mucho más grandes de los árboles muertos en los reservorios y del metano liberado por las turbinas y los vertederos.

**ciência**  
 FOLHA DE S. PAULO  
 TERÇA-FEIRA, 17 DE MARÇO DE 2010 • A.16

Publicação da Associação Brasileira de Editoração Científica (ABRAC) em parceria com a Associação Brasileira de Periódicos Científicos (ABRACPER) e a Associação Brasileira de Periódicos Científicos de Língua Portuguesa (ABRACPER-LP).

**► QUAIS OS EFEITOS?**  
 Os cientistas não conseguiram evitar a redução do principal campo de gelo do país: a montanha Zugspitze; a falta de neve afeta o turismo

Saiba mais sobre hidrelétricas e efeito estufa >>> [www.abrac.org.br/periodicos/ciencia](http://www.abrac.org.br/periodicos/ciencia)

## Estudo apóia tese de hidrelétrica 'limpa'

Análise em usinas no cerrado indica que termelétricas emitem até cem vezes mais gases causadores do efeito estufa

**Dado contrasta com estudos sobre centrais da Amazônia, onde está o maior potencial para expandir a geração de hidroeletricidade no Brasil**

**RAFAEL GARCIA**  
 SACI/CPD/INPE/UFPA

A maioria das usinas hidroelétricas brasileiras é limpa, mas a expansão do sistema nacional pode reduzir a emissão nacional de gás de efeito estufa em 100 milhões de toneladas por ano, segundo um estudo publicado na revista científica "Energy".

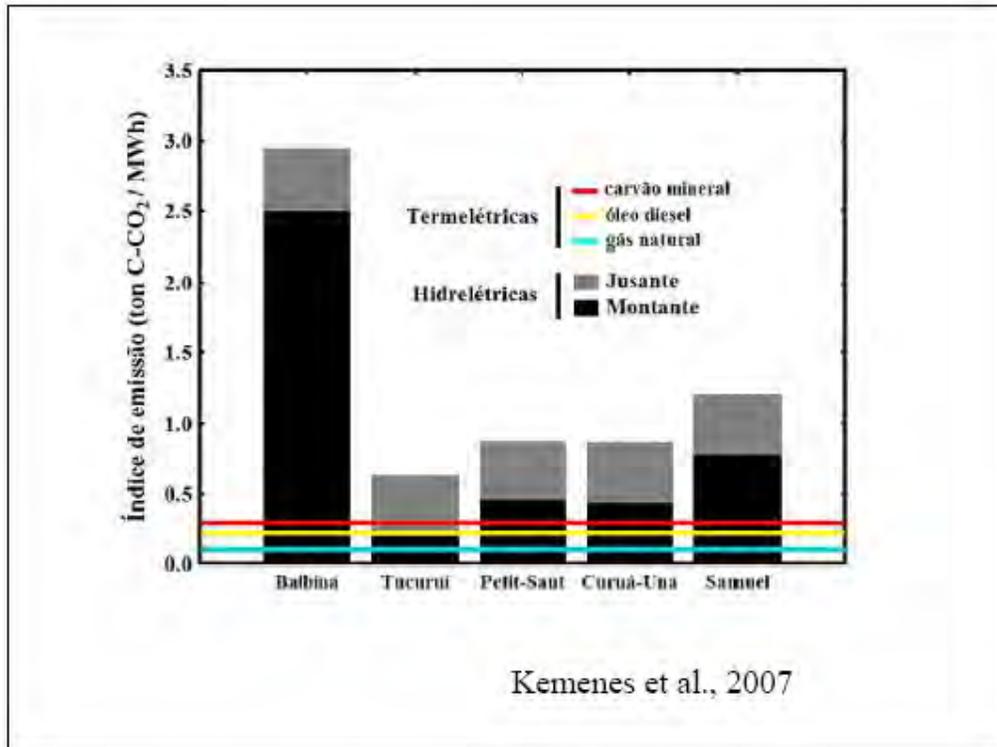
Em Manaus e Tucuruí, no Pará, existem duas grandes usinas termelétricas de mesma potência. Segundo ele, a emissão de gases estufa aproximada na água de uma represa sobe exponencialmente a medida que o líquido passa pelas turbinas.

"A água que passa pelas turbinas perde pressão e a capacidade de absorver gás", diz. "Com isso, o gás se libera e vai para a atmosfera. O gás é liberado de forma muito mais rápida quando abrem uma grande de Caxoeira." Segundo Fioravanti, as usinas das regiões de cerrado emitem mais 100 vezes mais gases de efeito estufa.

**CLIMA**  
**EUA E CHINA QUEREM MUDAR TEXTO DO IPCC**  
 A pressão para que o novo relatório do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima) seja alterado já começou. Os EUA e a China já disseram assim que o documento aprovado em 2007 está muito forte. De lá para cá, a maioria das mudanças propostas foram feitas para tornar o texto mais fraco. O texto do relatório aprovado em 2007 previa que...



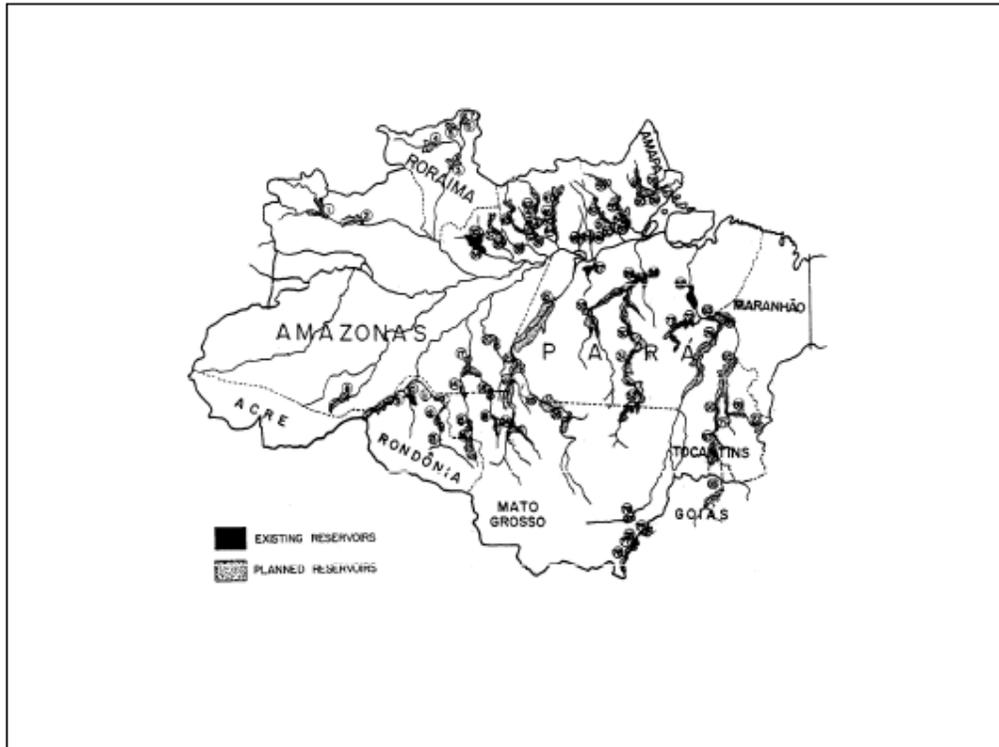
- 26.) Un grupo financiado por la compañía eléctrica de FURNAS en 2007 encontró que las presas eran "limpias" y que la presa de Manso es 100 veces mejor que combustible fósil en términos de emisiones. Cuando pedí a FURNAS el informe con los datos para apoyar esta conclusión, rechazaron divulgarlo, afirmando que era un secreto de la compañía. Más tarde en el mismo año el grupo presentó un trabajo en la reunión de la Sociedad Internacional de la Limnología, en Montreal, en cual la información crítica fue revelada que explica encontrar energía hidroeléctrica "limpia": midieron el flujo de metano en el río debajo de la presa comenzando 500 m río abajo. Es decir que la mayor parte de la liberación de metano quedó desapercibido porque es lanzada luego que el agua emerge de las turbinas. La única manera práctica de evitar la omisión de esta fuente es de basar la emisión en la diferencia de concentraciones en el agua arriba y abajo de la presa.



27.) Kemenes, Forsberg y Melack midieron el metano en Balbina y calculaban emisiones en otras presas, demostrando que todo son peores que los combustibles fósiles.



28.) Las presas hidroeléctricas tienen impactos múltiples, incluyendo éstos en la producción de pescado, la biodiversidad, los asentamientos humanos, la contaminación del mercurio, y las emisiones de gas del efecto invernadero. En la toma de decisiones sobre presas, éstos impactos deben ser comparados con los beneficios. En el Brasil, gran parte de la electricidad no está para el fin que las personas son inducidas a creer. La electricidad para el uso doméstico en las casas de la gente es siempre retratada como el objetivo, pero en realidad, mucho de la electricidad va para beneficiar el aluminio y otras materias intensivas de energía, destinadas a la exportación. El empleo generado es mínimo. Esta pregunta, que es la más fundamental, es también menos discutida.



29.) Los planes del Brasil para la expansión hidroeléctrica en la Amazonía son inmensos cuando están vistos sin el respeto por el año previsto de la construcción para cada presa. Los planes suman 10 millones de hectáreas, o 2% de la región de Amazonía Legal. Es, por lo tanto, urgente reformar el sistema de toma de decisión para determinar y comparar los impactos y las ventajas verdaderas de las presas antes de que las decisiones sean tomadas en la práctica. La historia de decisiones sobre las presas hasta ahora, inclusive las presas del río Madera, muestra que aún estamos muy lejos de este objetivo.