

Complejo hidroeléctrico del río Madera

Hidrología y sedimentos

Jorge Molina

DEBATE “Viva o rio Madeira Vivo”

Porto Velho, Mayo 2006

Foto: Nacientes del río Beni

El río Madera

- El mayor afluente del Amazonas. $Q=31000 \text{ m}^3/\text{s}$
- Uno de los ríos más grandes del mundo
- $Q=18,000 \text{ m}^3/\text{s}$ en Porto Velho



Foto: Estudios de impacto ambiental, río Madeira, 2004

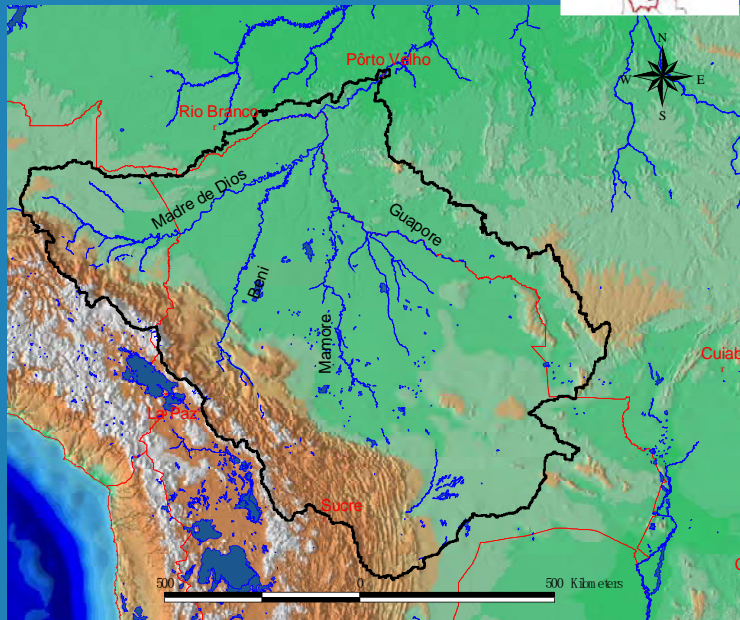
La cuenca

Casi 1 millón de km² en Porto Velho



Altísima diversidad geográfica, biológica y climática

El río más andino de la cuenca amazónica



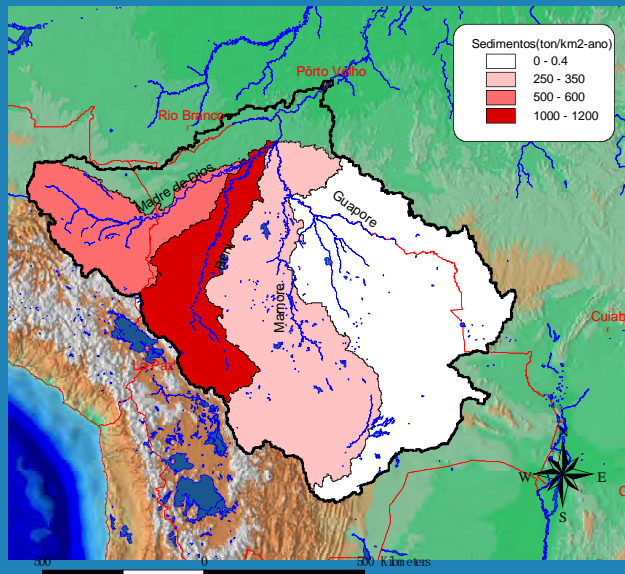
Producción de sedimentos

La principal fuente de sedimentos de la Amazonia



Fuente: Estudios de impacto ambiental, río Madeira, 2004

Producción de sedimentos



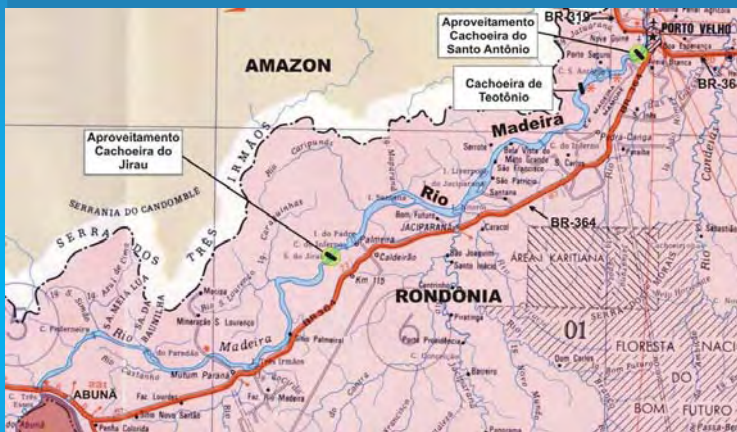
El proyecto

4 represas para generación de energía eléctrica

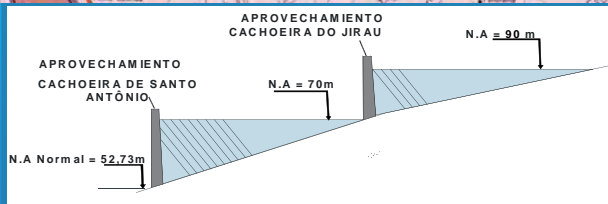
Jirau y Santo Antonio tienen estudios de viabilidad



Jirau y Santo Antonio

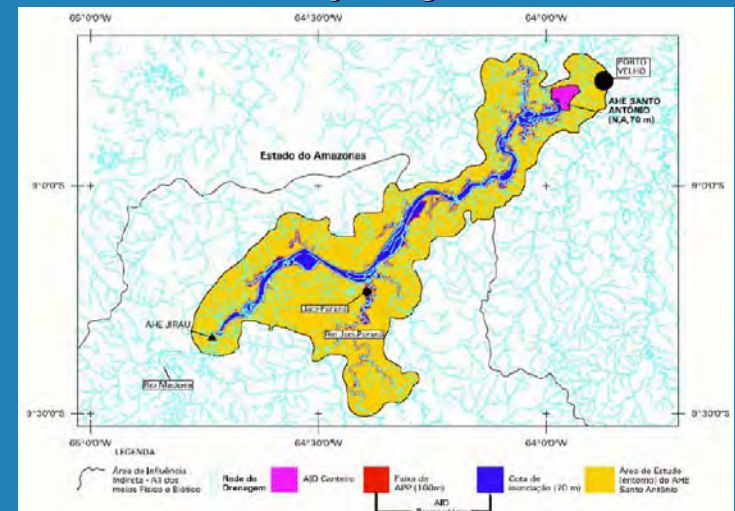


Ubicación



Fuente: Inventario hidroeléctrico del río Madera, 2002

Los reservorios son relativamente pequeños y largos



Fuente: Estudios de impacto ambiental, río Madeira, 2004

Los proyectistas afirman que se reducen los impactos

Características generales de las usinas hidroelectricas

	Santo Antonio	Jirau
Nivel del agua (m)	70	90
Potencia Instalada (MW)	3150	3300
Superficie normal del reservorio (km ²)	271	258
Altura de Agua de Referencia (m)	13.90	15.10
Vida útil del embalse (años)	>100	50
Costo, sin esclusas ni línea de transmisión (millones U\$)	3171	3360
Costo de la energía generada (U\$/MWh), cota constante 90	23.02	22.76
Cota variable		25.5
Población directamente afectada	2046	953

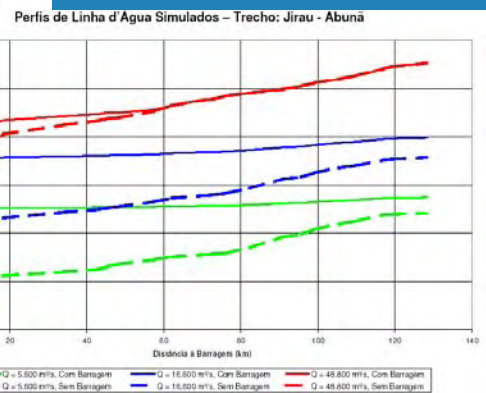
Criterios de los proyectistas

- Limitar los niveles de agua máximos de los embalses a niveles poco superiores a los de las crecidas
- Inclusión de esclusas
- Desarrollar soluciones de ingeniería y equipos de manera a producir el menor impacto ambiental posible
- Ante la posibilidad de que no se construyan los proyectos binacionales, se optó por no inundar el territorio boliviano

El último criterio obligó a considerar la operación con niveles variables a lo largo del año para el embalse de Jirau



Niveles de agua: cambios



Fuente: Complexo hidrelétrico do rio Madeira, estudos de viabilidade, 2004

Velocidad del flujo: cambios

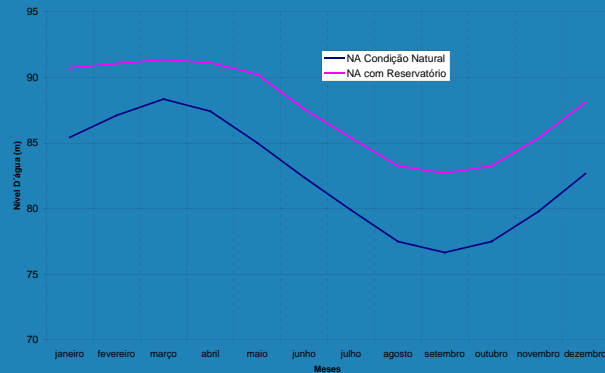
Se espera que varias especies de peces no se podrán adaptar
Habrá una disminución del oxígeno disuelto



Fuente: Complexo hidrelétrico do rio Madeira, estudos de viabilidade, 2004

Los ríos afluentes (Mutum-Paraná, Jaci-Paraná, otros) son mucho mas pequeños y se verán mas afectados

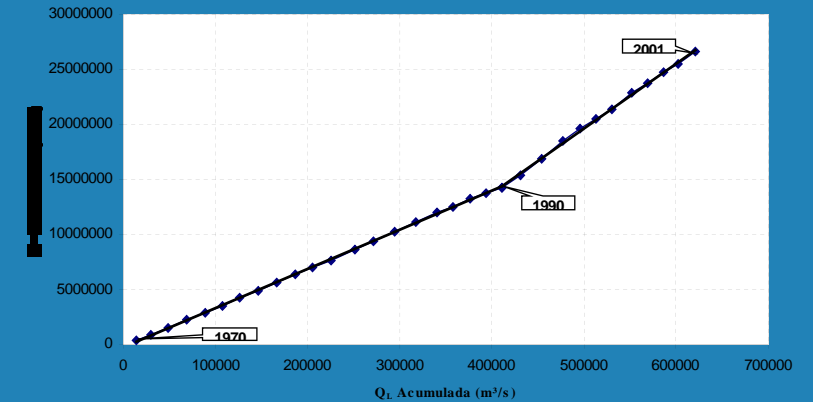
Rio Madeira en la confluencia con el río Mutum – Paraná (sección S-33) Cotagramas medios mensuales en condiciones naturales y con embalse



Fuente: Complexo hidrelétrico do rio Madeira, estudos de viabilidade, 2004

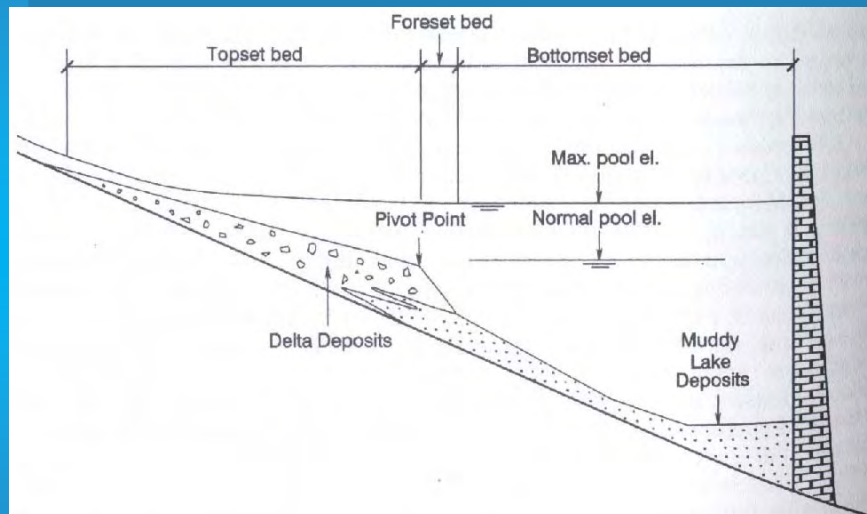
SEDIMENTOS

La cuenca produce el 50% de los sedimentos de la cuenca amazónica: 750 millones de toneladas por año en Jirau, 6 a 12% arenas
Los estudios de viabilidad identificaron una tendencia de crecimiento desde 1990, de casi 2% anual



Fuente: Complexo hidrelétrico do rio Madeira, estudos de viabilidade, 2004

Deposición de sedimentos en embalses



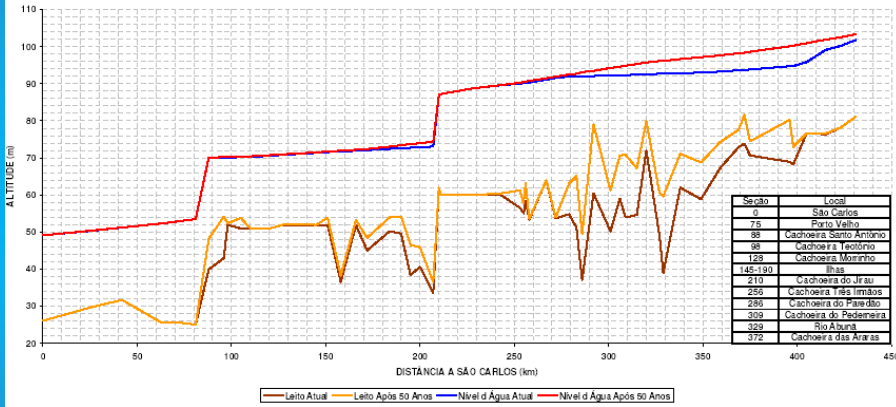
Fuente: Morris & Fan, 1998

Por su forma alargada y volumen relativamente pequeño, los embalses retendrían poco sedimento, según metodos el de Brune

Variable	Unid	Alternativa			
		1	2	3	4
Nivel del agua del embalse	m	87.00	90.00	87.00	90.00
Tasa anual de aumento del sedimento-R	%	0	0	2	2
Capacidad - Volumen del Embalse	hm ³	1378.91	2015.26	1378.91	2015.26
Eficiencia de Retención Er en t = 0	%	8.48	19.15	8.48	19.15
Tiempo para Er = 1%	anos	12	17	10	14
Tiempo para Er = 0%	anos	39	45	28	31
Volumen de Sedimentos en el Embalse	hm ³	406.67	1039.03	402.70	1039.06
Volumen Disponible en el Embalse	hm ³	976.24	976.23	976.16	976.20
Cota de Altura del Sedimento al Pie de presa (50 años)	m	67.48	76.09	67.48	76.09
Cota de Altura del Sedimento al Pie de presa (100 años)	m	67.48	76.09	67.48	76.09

Modelación con HEC6

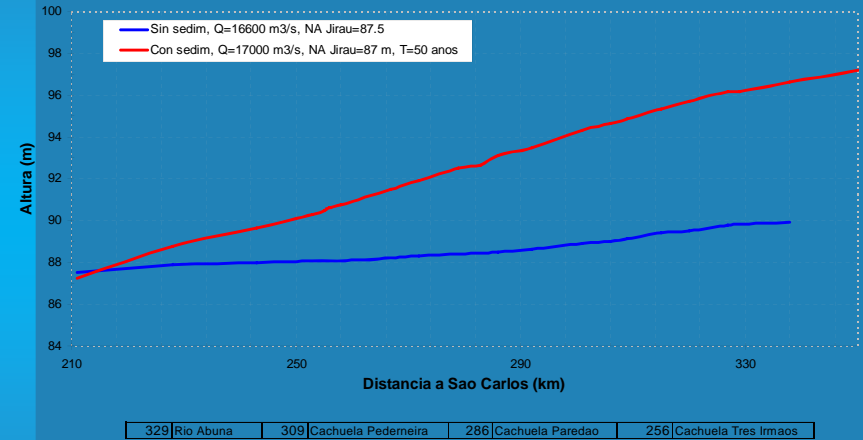
Condição Crítica – Simulação Durante 50 Anos – Caso 2-87 – Após a Construção dos Dois Aproveitamentos (Jirau na El. 87,00 m)
 Perfil de Linha d'Água Correspondente à Vazão Média do Mês de Dezembro (17.000 m³/s)



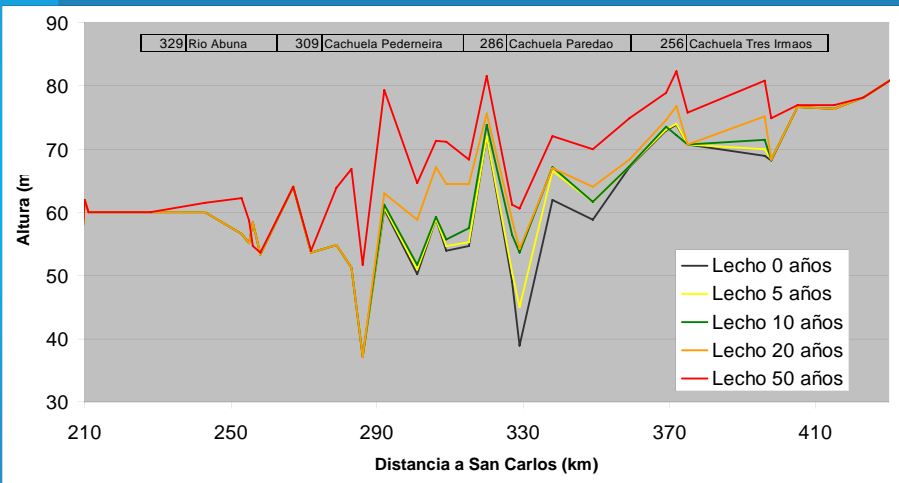
Gran sedimentación a montante del embalse de Jirau y en el trecho binacional

No se prevé erosión a jusante de Santo Antonio

La sedimentación provoca una gran subida de niveles en Jirau y en el trecho binacional a montante de Abuná

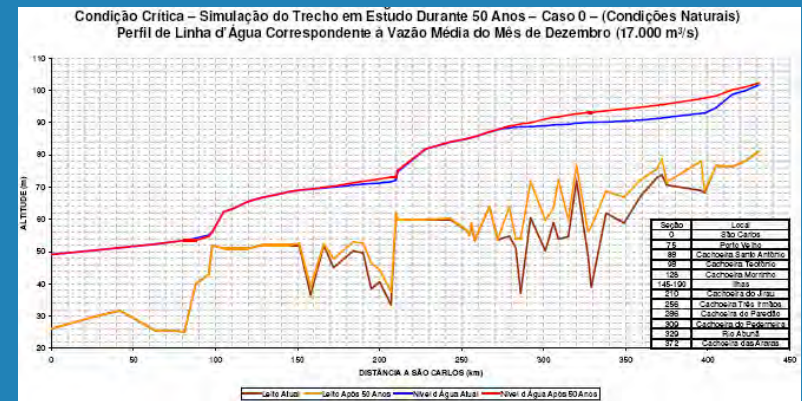


El proceso de sedimentación se inicia en Abuná
 Consecuencia: La elevación del nivel del agua (e inundación) se inicia en el trecho aguas arriba (a montante) de Abuná



Fuente: Estudios de impacto ambiental, río Madeira, 2004

Parte de la sedimentación es atribuida a un proceso natural que ocurre en el trecho Ribeirão-Jirau



Pero no hay mediciones que sustentan eso

Se precisa de un programa de monitoreo de varios años

Los resultados de los estudios de viabilidad y EIA muestran fuertes diferencias

Conclusiones

- En los estudios de viabilidad e impacto ambiental prevalece el preconcepto de que el área afectada, está restringida al tramo del río Madera entre Abuná y Porto Velho. Tampoco fueron consideradas las esclusas de navegación
- Los procesos de sedimentación y erosión deben ser considerados en los estudios de ingeniería y de impacto ambiental, porque pueden afectar la viabilidad económica y ambiental del proyecto.
- Debido a los procesos de sedimentación, el tramo del río Madera afectado por el embalse de Jirau será considerablemente más largo (largo) que lo previsto inicialmente en los estudios de factibilidad y de inventario. El trecho afectado incluirá el sector binacional aguas arriba de Abuná.
- El proceso de sedimentación será especialmente activo en el tramo superior del embalse de Jirau, donde cabe esperar que los niveles del lecho y del agua suban varios metros con respecto a la situación actual. Una de las consecuencias es que la superficie del embalse de Jirau será más grande que la calculada en los estudios de viabilidad.

Conclusiones/recomendaciones

- La elevación del lecho y del nivel del agua afectará a los afluentes del río Madera en el tramo entre las cachuelas de Ribeirão y Jirau. Debe prestarse especial atención al río Abuná, que es el afluente de mayor caudal. Este río binacional no fue considerado en los estudios de viabilidad.
- La operación del embalse de Jirau con nivel variable incrementa el costo de la energía producida. Como esa operación fue para no inundar territorio boliviano, la pregunta es ¿cuál será la alternativa que propondrán los impulsores del proyecto para contrarrestar la elevación del nivel de agua producida por la sedimentación?
- Debe estudiarse mejor el trecho aguas abajo de Santo Antonio, para confirmar que no es afectado por la erosión.
- Se debe profundizar el estudio de modelación hidrosedimentológica, que aún siendo preliminar y cualitativo, amplía considerablemente el área de estudio y proporciona datos que deben ser tomados en la evaluación de impactos y en las etapas posteriores.