

## SOBRE EL RELATORIO PRELIMINAR DE SULTAN ALAM

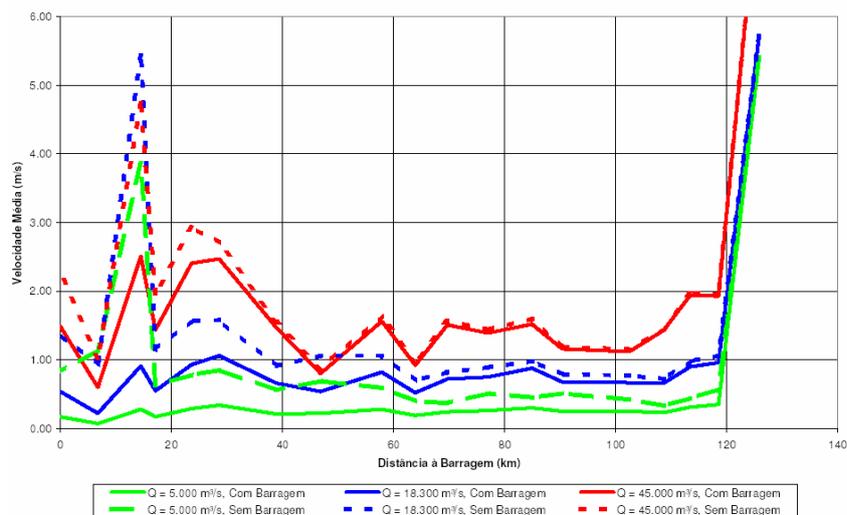
El estudio de Sultan Alam tuvo como principal objetivo evaluar si el esquema de las obras de la central hidroeléctrica de Santo Antonio es adecuado para el manejo de sedimentos y en caso de no ser así, dar sugerencias. Como un objetivo secundario, el informe intentar evaluar el efecto de los sedimentos sobre las curvas de remanso (niveles de agua) en el embalse/reservorio.

Los estudios de viabilidad habían identificado que la usina de Santo Antonio podría tener problemas de funcionamiento debido a que los sedimentos tenderían a depositarse cerca de la represa y toma de agua, hasta alcanzar la cota 59.32 m en 10 años y la cota 61.63 antes de 50 años. Esa deposición se ve favorecida por el hecho de la represa y sus obras auxiliares tienen una longitud mucho más grande que el ancho del cauce (calha en portugués) del río. Se preveía que se depositasen sobre todo arenas. Con el tiempo, esos sedimentos podrían ingresar por la toma de agua con concentraciones muy altas (Alam estima valores entre 10000 y 20000 ppm, es decir 10 a 20 gramos/litro) y serían muy dañinos para los equipos (turbinas, tuberías, etc) y el funcionamiento de la usina. Según Alam "por causa das quantidades anuais de sedimento extremamente altas, as concentrações de areia são às vezes muito altas. O desenho estrutural deve tentar reduzir ao máximo a quantidade de areia passando pelas turbinas".

Otra característica de Santo Antonio es que con respecto al estado natural (sin represa) las velocidades de flujo disminuyen solamente en la parte final del embalse, hasta una distancia aproximada de 60 km de la represa. La velocidad en el tramo más arriba cambia poco para caudales grandes. Esto se puede observar en la figura 2.7 de mi informe, que adjunto a continuación. Hay que tomar en cuenta que para el cálculo de la figura 2.7 no se tomó en cuenta la sedimentación.

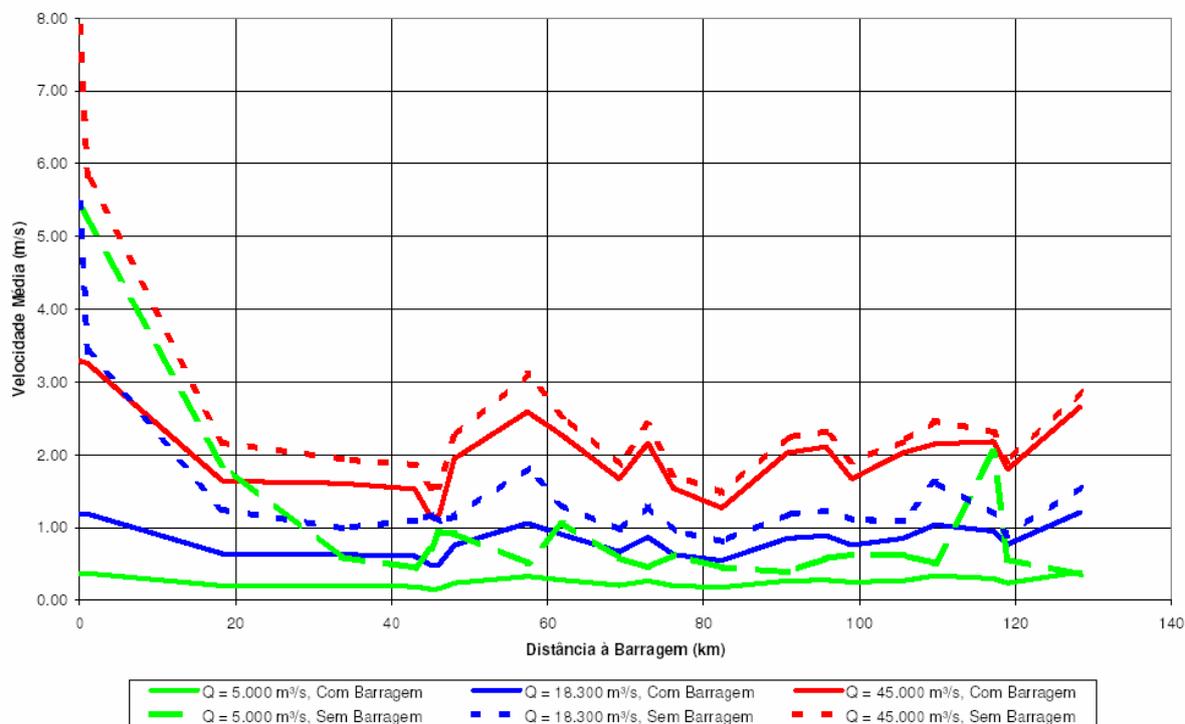
Ese no es el caso de Jirau. Aún sin considerar sedimentos (figura 2.8) la disminución de velocidad es significativa a lo largo de todo el embalse, para caudales bajos, medios y altos.

**Figura 2.7: Velocidad de flujo entre Santo Antonio y Jirau**  
Perfis de Velocidades d'Água Simulados entre AHE Santo Antônio e AHE Jirau



Fuente: Estudos de impacto ambiental, río Madeira, 2004

**Figura 2.8: Velocidad de flujo entre Jirau y Abuná**  
**Perfis de Velocidad Simulados – Trecho: Jirau - Abuná**



Fuente: Estudios de impacto ambiental, río Madeira, 2004

Tomando en cuenta lo anterior, tengo los siguientes comentarios sobre el estudio de Alam:

1. Alam usó el método de Hunter Rouse para evaluar la **capacidad de transporte** del flujo del agua para las condiciones sin y con represa. Más concretamente, intentó evaluar **qué tamaño de sedimento** podía transportar el flujo, sea en suspensión o como transporte de fondo, para diferentes caudales.
2. Evaluar la capacidad de transporte es un análisis de nivel intermedio entre el método de Brune que se usó en el estudio de viabilidad y el modelo HEC-6 usado en el EIA. A diferencia del método de Brune, ya toma en cuenta las características hidrodinámicas (velocidad, tensión de corte, etc.) del flujo. Por otro lado, simplifica el análisis porque considera un solo tamaño de sedimento al mismo tiempo. No toma en cuenta los efectos que se producen entre partículas de diferente tamaño, como el acorazamiento del cauce. Además a diferencia del HEC-6, el método no puede simular realmente el proceso de sedimentación en un embalse y evaluar los lugares de deposición, ni siquiera en una dimensión a lo largo del embalse, como el HEC-6.
3. Los datos que usó Alam provienen del estudio de viabilidad. La visita de campo solamente sirvió para tener una "visión de experto" y obtener algunas muestras que le sirvieron para comparar con los datos de Furnas-Odebrecht. Alam reconoce que sus datos son aproximados (pagina 22) y hace referencias a unas tablas del estudio de viabilidad. Al parecer, no usó datos topográficos de sección transversal del cauce, ya que no están en el informe principal.

4. La conclusión más relevante de Alam (pagina 6) es que “as curvas de remanso não devem sofrer impactos importantes uma vez que as velocidades do fluxo são altas e o transporte das areias deve ser em suspensão dentro do total do reservatório”. Esto debido a que “a cheia anual de 40.000 m<sup>3</sup>/s, por um período de um mês e meio ou dois meses (pagina 20) devem ser altas suficientemente para remover as areias acumuladas durante os períodos de baixa vazão”. Incluso con el embalse y para un caudal de 39100 m<sup>3</sup>/s, Alam encuentra que las velocidades del agua serían suficientes para transportar en suspensión arenas de hasta 1 mm de diámetro y como transporte de fondo arenas gruesas y cascajo (cascalho) de hasta 3 mm de diámetro.
5. La conclusión anterior está basada en un dato erróneo: la crecida (cheia) anual con un caudal de 40000 m<sup>3</sup>/s **no** dura un mes y medio o dos meses. La figura 7.35 del estudio de viabilidad (curva de permanencia) muestra que caudales iguales o mayores a 40 000 m<sup>3</sup>/s se producen solamente 3% del tiempo, es decir un **promedio de semana y media por año**. En tan corto espacio de tiempo, no se podría remover las arenas depositadas en el resto del año, para el caso con embalse. Además, para que esas arenas pasen por el vertedero, tendrían que ser transportadas en suspensión, lo que según el propio Alam, ocurre para tamaños de hasta 1 mm para caudales de 39100 m<sup>3</sup>/s. Si bien el promedio es semana y media, los datos de la tabla muestran que durante periodos continuos de varios años, el caudal del río no llega a 40000 m<sup>3</sup>/s, con lo que los depósitos de varios años se acumularían.
6. Otra afirmación de Alam es que “Nas condições naturais o rio Madeira pode transportar areias e cascalhos finos de grãos com tamanhos mostrados na Figura 4.17. Com o reservatório as velocidades de fluxo ao longo de todo o reservatório a fio d’água vão ser reduzidos e para vazões menores do que 18.000 m<sup>3</sup>/s a capacidade de transportar areias deve ser reduzido consideravelmente”. Sin embargo, “Com o tempo as velocidades de fluxo vão aumentar gradualmente. Ao longo do tempo uma nova seção de equilíbrio do canal deve se fixar, como também o padrão sazonal de transporte de areia através do reservatório a fio d’água” (pág 39).
7. Lo que quiere decir el párrafo anterior es que actualmente el tramo del río Madera donde está situado Santo Antonio probablemente está en estado de equilibrio, es decir la cantidad de sedimento que entra al tramo es la misma que sale y para periodos largos, el nivel del cauce del río se mantiene más o menos constante. Al construir un embalse se empiezan a depositar los sedimentos y como consecuencia va disminuyendo gradualmente la sección de flujo y aumentando gradualmente la velocidad hasta que con el tiempo se alcanza un nuevo estado de equilibrio. Esto es un proceso natural, pero que requiere una explicación adicional. El nuevo estado de equilibrio se alcanza con un nivel del cauce más alto en el embalse y más bajo río abajo de la represa. En consecuencia, las curvas de remanso (niveles del agua) son también más altas que antes de la construcción de la represa.
8. Las conclusiones de Alam no son aplicables a Jirau, porque el funcionamiento hidráulico del embalse de Jirau es diferente, como ya se vio. Las velocidades disminuyen en todo el tramo Abuná-Jirau y como consecuencia, el proceso de sedimentación se inicia en el extremo aguas arriba, como lo muestran los resultados de la simulación con el modelo HEC-6.

9. Una cuestión que no fue analizada por Alam es la interacción de los dos embalses. Su estudio asume una sola represa e ignora a la otra.
  
10. Tanto la nueva disposición y longitud de las obras, como los estudios en modelo hidráulico que propone Alam buscan mejorar el funcionamiento de la central de Santo Antonio, especialmente "Definir o arranjo estrutural ótimo que permita a passagem segura do transporte de areia pelo projeto, ou seja, que a grande parte da areia passe pelas comportas do vertedouro". Esta es la respuesta a la duda sobre los cambios ("Se está tudo tão certo como diz a Dilma, por que o Sultan propõe mudanças na configuração dos projetos em seu relatório"). Alam no fue contratado para analizar impactos ambientales del proyecto causados por los sedimentos, ni siquiera sobre los niveles de agua o el área inundada, sino para proponer algunas soluciones a problemas técnicos identificados por el Ministerio de Energía. Nunca se le pidió un análisis integral del problema ni una opinión sobre la viabilidad ambiental del proyecto.