

**BATIMETRIA QUALITATIVA COM ADCP:
LEVANTAMENTO DO CANAL DE ADUÇÃO DA UHE SALTO SANTIAGO**

Homero Buba¹, Irani dos Santos², José Vicente Miranda Regina³

Resumo – O presente trabalho mostra um levantamento batimétrico realizado na tomada de água no reservatório da usina Salto Santiago com o instrumento ADCP (*Acoustic Doppler Current Profile*), no qual a principal finalidade foi a avaliação do depósito de entulhos de restos vegetais, cuja evolução pode trazer problemas de manutenção nas grades da tomada. Esta metodologia mostrou-se bastante útil, prática, rápida e segura para a realização de levantamentos batimétricos expeditos em áreas especiais, obtendo-se dados qualitativos relevantes para o planejamento da operação de reservatórios.

Abstract – It is presented a batimetric survey in the water intake of Salto Santiago hydroelectric power station using a ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) whose main purpose was to estimate the build up of plant debris that may cause clogging of the trashracks and associated maintenance problems. This method has revealed very useful and fast for batimetric surveys in special sites, to obtain qualitative data for reservoir maintenance and planning operation.

Palavras-chave – Batimetria; ADCP

¹ COPEL Geração S/A , Rua José Izidoro Biazetto,158, CEP 81200-240, Curitiba, PR, Brasil. Fone: (041) 331-3320, e-mail: homero@copel.com

² Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza – CEHPAR, Convênio UFPR/COPEL/LACTEC, Caixa Postal 1309, CEP 80011-970, Curitiba, PR, Brasil. Fone: (041) 361-6307, Fax: (041) 266-2935 e-mail: irani@cehpar.org.br

³ Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A. – GERASUL, R. Antônio Dib Mussi, 366, CEP 88015-110, Florianópolis, SC, Brasil. Fone: (048) 221-7342, Fax: (048) 221 7098, e-mail: jvicente@gerasul.com.br

INTRODUÇÃO

Apresenta-se os resultados do levantamento batimétrico realizado na tomada de água no reservatório da usina Salto Santiago com o instrumento ADCP (*Acoustic Doppler Current Profile*), no qual a principal finalidade foi a avaliação do depósito de entulhos de restos vegetais, cuja evolução pode trazer problemas de manutenção nas grades da tomada.

A área coberta pelo levantamento batimétrico foi de 150m X 400m no canal de aproximação da tomada de água.

METODOLOGIA

Algumas Considerações sobre o Instrumento ADCP

O ADCP é usualmente instalado em barcos e mede vazões em rios e canais através de informações coletadas durante uma travessia. As profundidades são medidas por sonar (tempo de propagação), bem como a velocidade relativa do barco em relação ao fundo fixo (efeito Doppler) e a velocidade relativa das partículas em suspensão na água, ou seja, a velocidade da própria massa líquida (igualmente por efeito Doppler). A orientação é determinada por uma bússola eletrônica. Processando estas informações em tempo real, durante a travessia, o software determina entre outras coisas, a velocidade da corrente normal à seção descrita pela trajetória do barco e o espaço percorrido e, conseqüentemente a vazão, que é o produto da integração das áreas e velocidades normais.

Tipicamente o processamento considera o eco de 4 pulsos de sonar ao fundo fixo (rastreamento do fundo) e de 5 pulsos à massa líquida (velocidade relativa da corrente em relação ao barco), fazendo uma composição destas informações que é chamada de “ensemble”, e que representa a média para o segmento de trajetória considerado.

A detecção de materiais estranhos na massa líquida com o ADCP é indireta, e baseia-se no fato de materiais sólidos refletirem as ondas sonoras de modo diferenciado em relação a massa d'água com sedimento em suspensão que os circunda. O ADCP mede as intensidades do eco de retorno das diferentes camadas de seus quatro feixes acústicos e compara-as entre si. Havendo discrepâncias acima de determinado limite significa que um objeto estranho, como um cardume de peixes ou tronco foi detectado, e a informação das áreas (células) afetadas é marcada como “ruim” (“bad”) e rejeitada.

Quando a resposta “bad” ocorre em áreas próximas ao fundo, ela pode ser interpretada como presença de materiais sólidos, sendo uma evidência do depósito de restos de árvores, já detectado por mergulhadores que trabalharam em operação de limpeza das grades da tomada d'água.

Entretanto, não é possível determinar precisamente a distribuição e grau de compactação deste material, que provavelmente não é muito grande, pois em todas as travessias o fundo foi detectado sem ambigüidade nas profundidades previstas através dos desenhos de projeto. Percebe-se nos perfis de velocidades células “boas” entre o fundo e as células “ruins”: nestas profundidades o eco das quatro fontes emisoras pode ser mais homogêneo e portanto passe no critério de consistência; ou ainda haja interferência com eco de fundo. Inclusive, junto ao fundo o perfil de velocidades utilizado para o cálculo de vazões não é o medido diretamente, mas o extrapolado por lei logarítmica.

Nas células próximas ao fundo as velocidades são muito baixas e a direção dos vetores velocidade começa a variar bastante a partir da profundidade em que são detectados os primeiros indícios de objetos sólidos. Seriam outro efeito causado pelos entulhos no escoamento.

O sistema de navegação do ADCP utiliza uma bússola magnética eletrônica que fornece a direção do deslocamento e a distância percorrida é calculada em relação ao fundo. Desta forma o levantamento fornece a trajetória percorrida, a profundidade do corpo d'água em cada segmento da trajetória (batimetria), além do vetor velocidade média para cada segmento e camada de profundidade (tipicamente de 25 a 50 cm de espessura), além da vazão calculada em função das outras informações. Em testes realizados em diversas medições anteriores este sistema se mostrou bastante preciso. Os erros de posicionamento estão associados aos “bads”, que são falhas na resposta dos finais de fundo, ficando neste caso a distância medida entre verticais sendo igual a zero, portanto diferente da distância realmente percorrida. No entanto, estes erros podem ser corrigidos com segurança utilizando-se pontos de referência físicos para o início e final das travessias.

RESULTADOS

Sistemática de levantamento

As medições foram realizadas no dia 14 de julho de 2000, com a cota média do reservatório de 489,98 m, com variação insignificante durante a realização das atividades.

O levantamento batimétrico foi realizado nas proximidades do vertedor (não apresentado neste trabalho) e no canal de adução da tomada d'água da usina Salto Santiago. O levantamento foi realizado com o barco em movimento e as coordenadas das verticais que compõem as travessias foram extraídas do *software* de navegação, tendo como referencia um ponto definido como coordenada inicial (0,0), situado no centro da estrutura da tomada d'água.

No trecho próximo à tomada d'água foi definido como ponto inicial (coordenada 0,0) o pilar central do sistema, entre as tomadas 3 e 4, conforme indicado na Figura 1.



Figura 1 – Tomada d'água com indicação da coordenada inicial do levantamento

Resultados obtidos

A Figura 2 mostra em planta a trajetória do barco e a indicação das verticais com e sem presença de troncos. Nota-se que a região da tomada d'água apresenta uma grande área com presença de troncos no canal de aproximação próximo às adufas.

Na Tabela 1 são indicadas para cada medição as “ensembles” (verticais) onde há presença de troncos (Figura 2). São indicadas ainda as profundidades de ocorrência de troncos, nas colunas “indícios” e “massa”, a profundidade total média do local de depósito e finalmente a espessura média da camada de troncos de cada seção.

Os perfis de algumas seções batimétricas representativas são mostrados nas Figuras 3 e 4.

Tabela 1 – Características dos depósitos

Travessias	Ensembles	Profundidades (m)			Espessura
		Indícios	Massa	Fundo	Entulhos (m)
1A	43 - 68	Nenhum	Nenhum	9,5	-
1B	274 - 317	21,0	22,0	24,5	2,5
3	419 - 458	Nenhum	Nenhum	9,5	-
4	27 - 45	Próx. ao fundo	Nenhum	26,5	-
5	90 - 101	25,0	26,5	30,0	3,5
6	145 - 171	24,5	26,0	30,0	4,0
7	210 - 225	24,5	25,5	29,5	4,0
8	261 - 282	24,5	25,5	29,2	3,7
9A	337 - 356	24,5	25,5	28,5	3,0
9B	308 - 331	25,0	26,0	29,5	3,5
9C	358 - 369	25,0	26,3	30,0	3,7
10	383 - 410	24,0	25,0	Max. 29,7	Max. 4,7
11	512 - 555	24,5	26,0	Max. 29,7	Max. 3,7
12	600 - 617	25,0	26,0	Max. 30,0	Max. 4,0
13	638 - 690	24,2	25,5	Max. 30,0	Max. 4,5

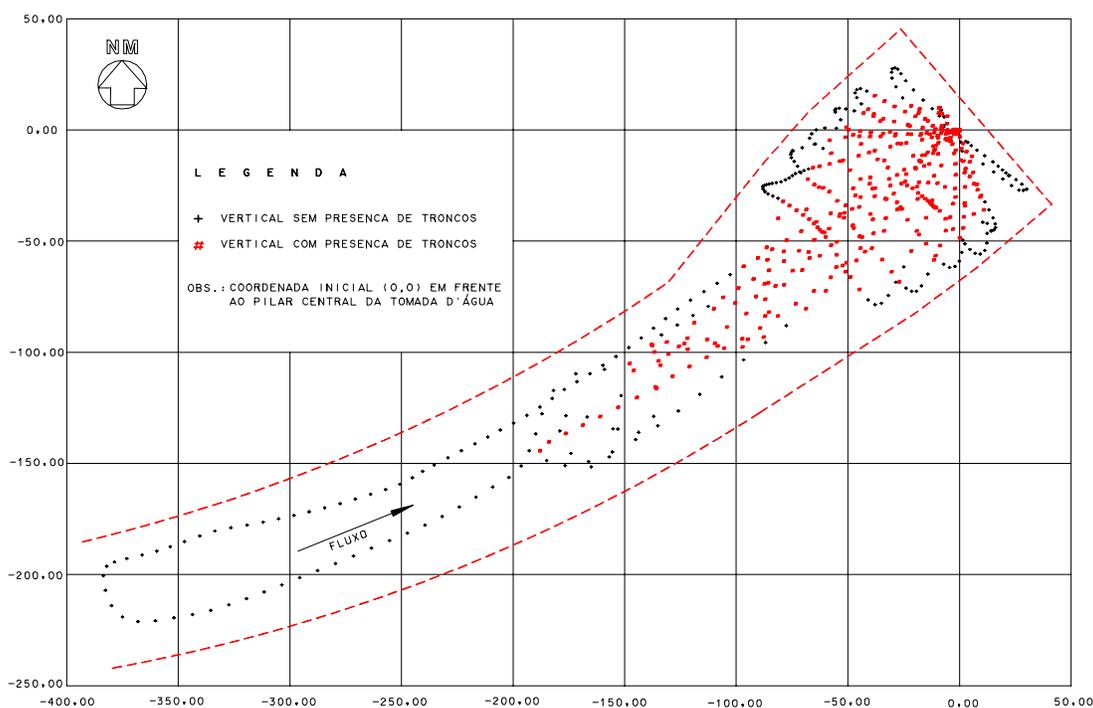


Figura 2 – Esquema aproximado do canal de adução com indicação das trajetórias e das verticais com e sem presença de troncos

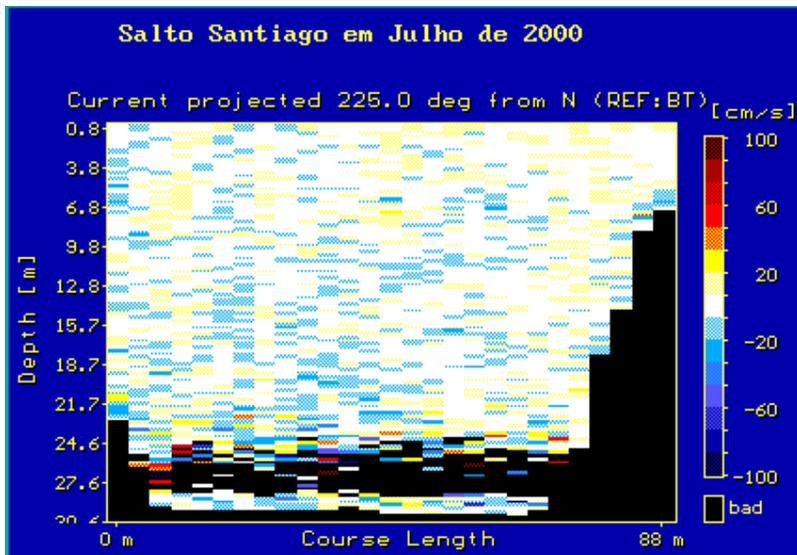


Figura 3 – Seção batimétrica transversal

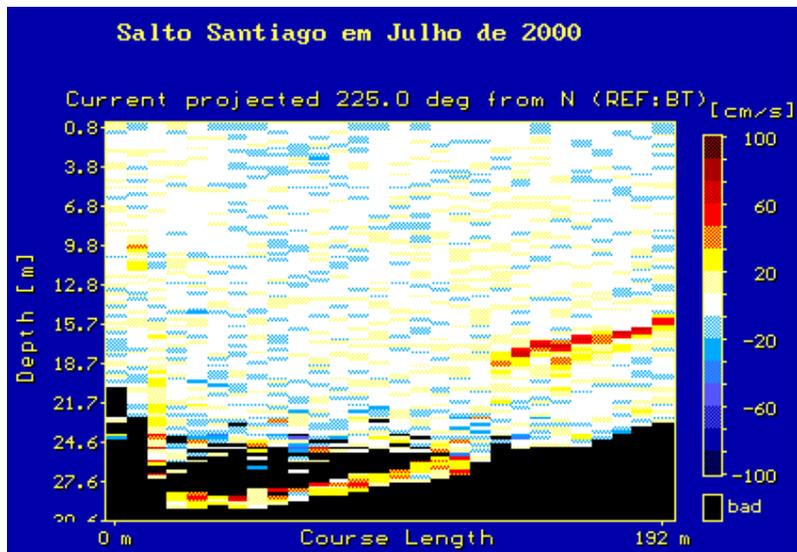


Figura 4 – Seção batimétrica longitudinal

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral este levantamento qualitativo da presença de troncos na região próxima da tomada de água no reservatório da usina Salto Santiago, permite fazer algumas considerações:

- No canal de adução, os depósitos mais espessos se localizam na região próxima às grades da tomada e na região mais larga imediatamente a montante da tomada, decrescendo em direção à embocadura do canal até aproximadamente o meio do trajeto. Desde este ponto até o reservatório praticamente não há depósitos. Esta distribuição sugere que a formação do depósito se dá de jusante para montante, sendo que na parte mais estreita do canal, desde seu início, há velocidade suficiente para transportar o material por suspensão ou arraste, e o material que aí se acumula no fundo se apóia no material já depositado a jusante.
- Em geral notou-se que as várias travessias cobriram bem a área do levantamento havendo boa repetibilidade dos resultados para uma mesma região. Por outro lado os entulhos detectados formam uma padrão coerente com as características do escoamento e com a configuração geométrica do canal.
- As informações apresentadas devem ser interpretadas com certa cautela por se tratarem de um método indireto de detecção. Assim não é possível determinar o grau de compactação dos depósitos. Sugere-se que sejam feitas algumas verificações pontuais diretas (mergulhos por exemplo) em pontos selecionados para levantar outras características do material depositado, que podem influir no planejamento das medidas corretivas e paliativas a serem adotadas.

Finalmente, esta metodologia mostrou-se bastante útil, prática, rápida e segura para a realização de levantamentos batimétricos expeditos em áreas especiais, obtendo-se dados qualitativos relevantes para o planejamento da operação de reservatórios.