



O uso de geofísica como ferramenta auxiliar na localização de sítios para construção de barragens em rios.

FREIRE¹, Pedro; ARAÚJO¹, Vitto; IANNIRUBERTO², Marco; ARAÚJO¹, Eduardo

¹ GEOSONAR, Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 71900-000, Brasília/DF, Brasil

² Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 71900-000, Brasília/DF, Brasil

Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

O presente artigo mostra resultados obtidos através do levantamento geofísico aquático no Rio Teles Pires, no município de Colíder – MT utilizando métodos de sísmica rasa e sonografia como aplicação em levantamentos geotécnicos. A partir da análise e interpretação dos registros obtidos foi possível discriminar fácies arquiteturas e condições hidrossedimentológicas que regulam o curso da sedimentação fluvial. Estes parâmetros podem definir zonas favoráveis à construção de barragens em rios e otimizar recursos durante etapa de sondagens para investigação do substrato/aluvião. O levantamento geofísico obteve resultado satisfatório e configura ferramenta de grande relevância na aplicação de engenharia de barragens.

Introdução

O Programa de Aceleração do crescimento (PAC) demanda produção de energia elétrica, a qual receberá investimento para geração, transmissão e distribuição. A base da matriz energética brasileira conta com uma forte componente de origem hidráulica, onde as grandes centrais hidrelétricas (>30MW) contribuem para 70% e as pequenas centrais (<=30MW) para 3.4% (EPE, 2009). Considerando que apenas 30% do potencial hidrelétrico nacional já foi explorado, e que a previsão de crescimento da demanda é de 4.2% ao ano até 2030 poderá levar a um crescimento do aproveitamento para até 70% do potencial (MME, 2010), seria desejável que se desenvolvam também métodos de redução dos impactos ambientais na implantação de PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas): o uso da geofísica aquática para investigação dos recursos hídricos (rios), tanto na etapa de estudo de viabilidade, quanto na engenharia de obras de barragem pode contribuir ao fim de minimizar os impactos ambientais e o custo de execução das obras.

Vários estudos reportam o uso de métodos geofísicos no estudo da sedimentologia como suporte a atividades de engenharia. Dudley (1999) ilustra a aplicação de radar de penetração de solo (Ground Penetrating Radar, GPR) e sonar de varredura lateral para definir as unidades sedimentares presentes no leito de um rio. De Souza et al (2004) mostram a aplicabilidade de métodos sísmicos de alta resolução para a caracterização geológica ao longo do traçado de dutovias.

Em particular, o uso de um sonar de varredura lateral (Side-Scan Sonar, SSS) em conjunto com um perfilador de subfundo (Sub-Bottom Profiler, SBP) permitem analisar a morfologia do fundo do rio de uma margem a outra, assim como sugerir uma interpretação acerca da forma de deposição sedimentar e a individualização dos *fácies* arquiteturas e afloramentos rochosos que constituem o leito do corpo hídrico.

O SSS faz uma sonografia do fundo do rio, na qual é possível identificar estruturas como afloramentos rochosos ou bancos de areia, localizar eventual vegetação e outros objetos submersos. O SBP traz um perfil sísmico, com penetração que depende das características das camadas sedimentares ou sedimentos inconsolidados, bem como da potência e da frequência do equipamento utilizado. Com este conjunto de equipamentos é possível identificar diversas estruturas deposicionais nos sedimentos do quaternário, estimar as espessuras e volume dos pacotes de sedimentos, além de apresentar a morfologia do contato entre a rocha da base e os sedimentos inconsolidados.

O trabalho traz um estudo de casos em região próxima ao município de Colíder – MT (Fig. 1) onde foi aplicada a geofísica aquática no auxílio da engenharia para implantação de pequenas centrais hidrelétricas. A área de estudo compreende o baixo curso do Rio Teles Pires, no qual foi realizado um levantamento com o SSS e SBP, o que permitiu determinar a presença de sítios deposicionais e definir regiões favoráveis a instalação de barragens e casas de máquina.

Metodologia/ Problema Investigado

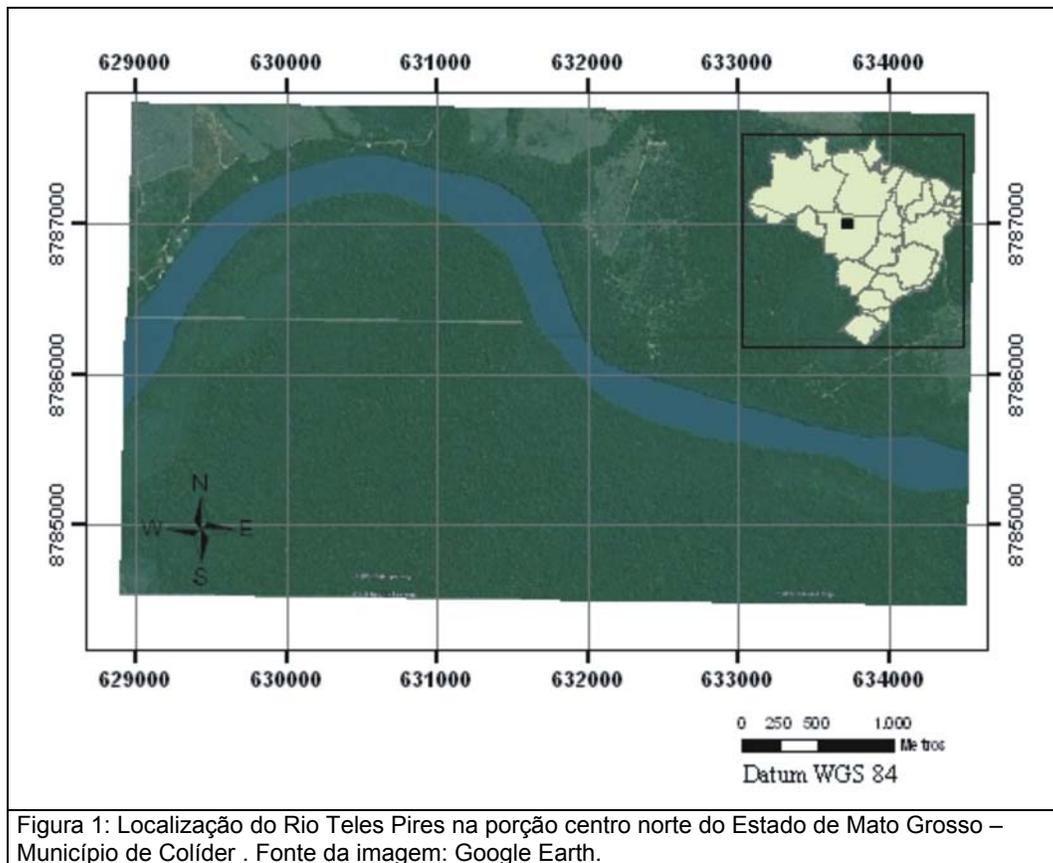
A aquisição dos dados de geofísica aquática foi realizada mediante dois equipamentos com o objetivo de descrever a morfologia do fundo do Rio Teles Pires - MT, de forma a auxiliar na execução de obras para construção de uma pequena central hidrelétrica (PCH), assim como melhor definir a campanha de sondagem através da caracterização do contato entre o sedimento inconsolidado e a rocha da base.

O método utilizado para o levantamento é baseado no uso de um sistema de sísmica rasa (perfilador de subfundo) de alta resolução em conjunto com um imageador acústico (sonar de varredura lateral), com interface em um sistema de

posicionamento DGPS e o software de navegação e aquisição de dados.

O perfilador de subfundo utilizado foi o Edgetech 3100P com o transdutor SB-216S que emite um pulso “chirp” modulado em frequência na banda 2-16kHz, e permitiu alcançar penetração de até 10 m em camadas de areia, com uma resolução de cerca de 10 cm. Aos perfis sísmicos foi aplicada uma correção de ganho (TVG, do inglês Time Varied Gain) ao fim de equalizar pela diferente profundidade dos refletores.

O Sonar de varredura lateral utilizado foi o Edgetech 4100 portátil com sensor TD272 de dupla frequência (100 – 500 kHz), com resolução de 0.5 - 1.2° e seleção de varredura lateral entre 25 m e 500 m. As imagens do levantamento foram adquiridas em alta frequência (500 kHz) com varredura total de 100 metros de largura.



O posicionamento do barco, assim como dos sensores foi realizado mediante o sistema satelitar DGPS Trimble DMS232, com correções diferenciais via satélite Amsat, que permitiu a amarração do sistema de coordenadas para todos os sensores instalados a bordo, com precisão horizontal estimada de cerca de 10 cm.

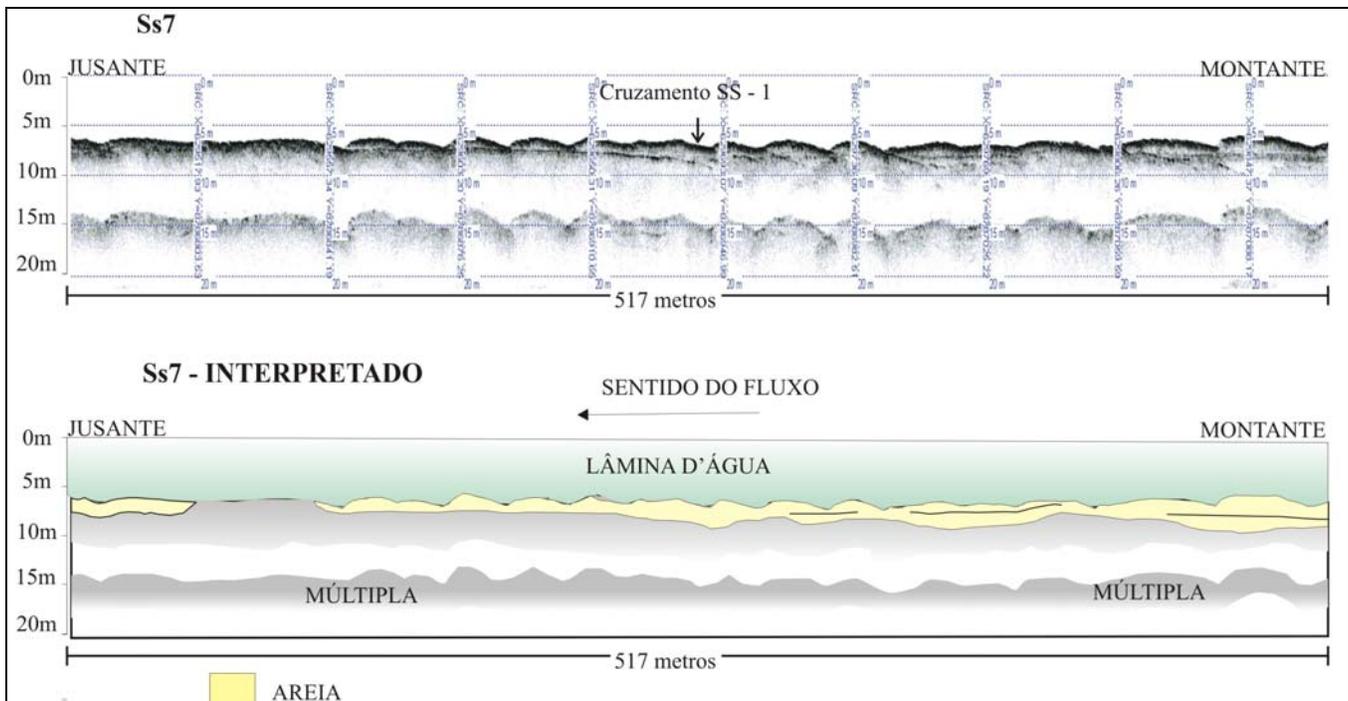
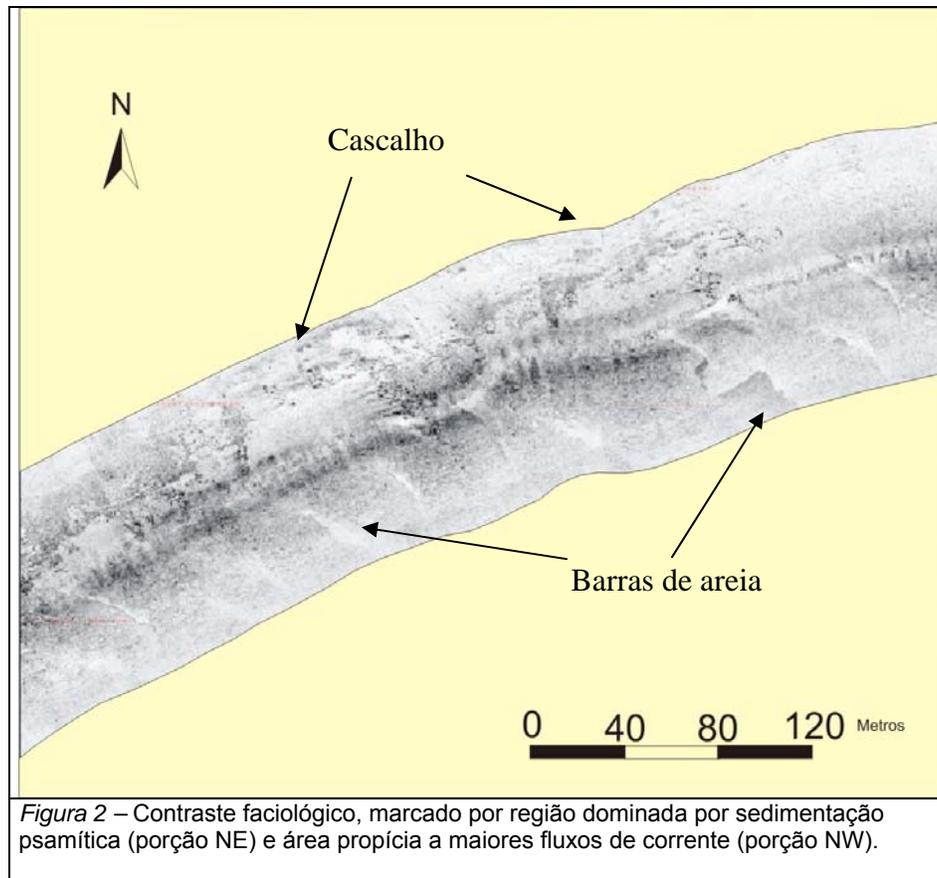
O levantamento do Rio Tele Pires - MT foi conduzido por duas linhas de navegação paralelas ao canal navegável do rio, e cinco seções transversais realizadas para controle dos dados batimétricos e para avaliação da continuidade lateral das estruturas sedimentares. Ao todo, foi possível realizar a cobertura total de uma área de 150 metros de largura por 400 metros de comprimento. Nesta área, foram adquiridos cerca de 3 km de linhas sísmicas.

Resultados

A interpretação geofísica da morfologia superficial e da estratigrafia rasa das áreas levantadas foi realizada para todos os perfis e registros acústicos dos dois sensores considerando as características das imagens, a amplitude e o conteúdo espectral do sinal, bem como a geometria projetor-receptor. Isso permitiu analisar os fácies acústicos e a estratigrafia das camadas rasas localizadas no fundo e em subsuperfície, individualizando os refletores e diferenciando as propriedades litológicas superficiais.

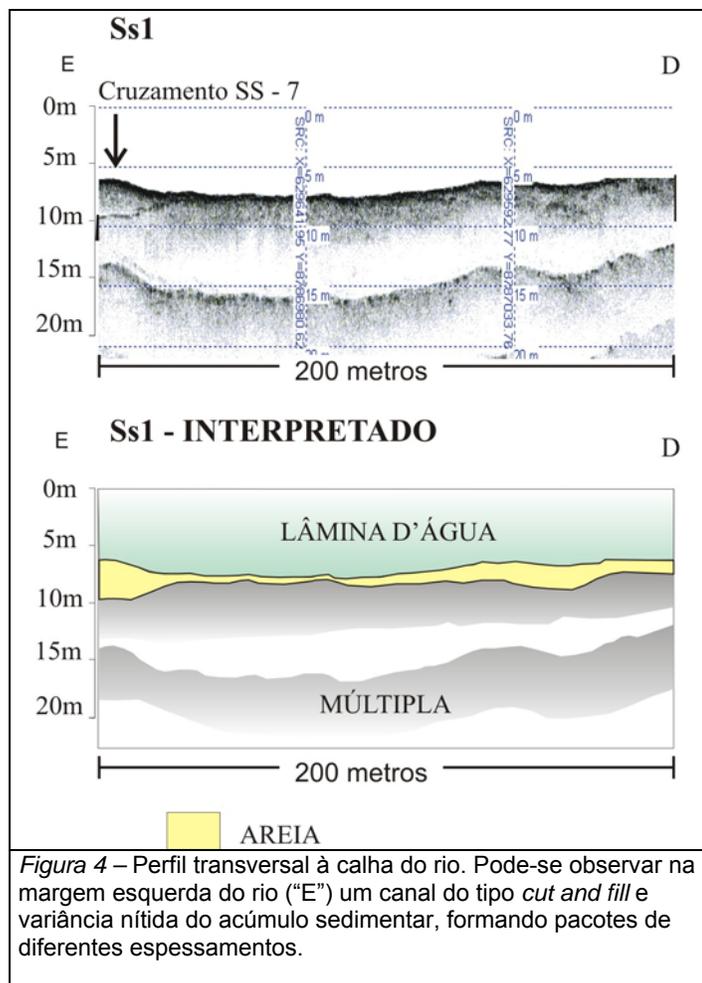
A figura 2 mostra o registro obtido utilizando a alta frequência (500kHz) do SSS, relativa a uma área de possível implantação da barragem. Na figura é possível observar a dominância de feições características de fundo arenoso, evidenciadas pelas características seqüência de marcas transversais correspondentes às cristas das barras arenosas na região central do canal. Já na porção SW do registro é possível evidenciar uma feição marcada por sedimentação mais grosseira dominada por cascalho.

Os resultados da sonografia foram complementados mediante a análise dos perfis sísmicos obtidos com o SBP. A figura 3 mostra o perfil sísmico e, no painel inferior, a relativa interpretação, acerca da linha de levantamento longitudinal Ss7, realizada no sentido de jusante para montante. Nos primeiros 100 m do registro é possível observar que o fundo se apresenta como um refletor forte e contínuo, com reflexões internas caóticas, o que pode sugerir a presença de material grosso e incoerente, como cascalho mal selecionado, ou rocha fraturada.



Na porção sucessiva, o registro mostra feições típicas das barras de areia, com comprimento de onda decimétrico e altura de cerca de 1 metro. Nesta camada sedimentar são visíveis reflexões internas, representadas por um refletor horizontal descontínuo, provavelmente caracterizado por uma camada de sedimento de granulometria diferente. Abaixo deste refletor observa-se a presença do embasamento acústico.

A análise do perfil Ss1, ortogonal ao canal, navegado no sentido SE–NW (da margem esquerda para a margem direita), mostra a espessura e a variação transversal da cobertura sedimentar; o ponto de cruzamento com o perfil Ss1 mostra a coerência dos dados obtidos.



Discussão e Conclusões

Na realização de estudos de engenharia de PCHs torna-se necessário determinar as características morfológicas e estratigráficas das seções do rio aptas para construção da barragem. Os métodos de sondagem acústica permitem realizar este estudo de forma rápida e eficiente, individualizando áreas que comportem uma menor necessidade de dragagem, minimizando tanto os custos de instalação quanto o possível impacto ambiental decorrente da remobilização do sedimento.

O uso da geofísica como ferramenta se mostrou satisfatório, tendo em vista que os resultados obtidos nas linhas sísmicas permitiram determinar com boa acurácia as espessuras dos sedimentos depositados no fundo do rio, através dos registros sonográficos de alta resolução. Os registros são claramente marcados por regiões dominadas por fluxos de correntes direcionais e áreas propícias à sedimentação de material mais arenoso próximo ao talvegue. O ponto de cruzamento das linhas sísmicas é apresentado nas figuras 3 e 4, onde é possível identificar a mesma profundidade da espessura da camada de areia, o que pode representar a confiabilidade dos dados, tendo em vista que o embasamento acústico apresenta a mesma profundidade nos dois perfis.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto de Geociências e ao Prof. Welitom Rodrigues Borges, ao Laboratório de Geofísica Aplicada da UnB, por ter disponibilizado os equipamentos e favorecido a logística operacional de campo.

O levantamento foi realizado com equipamentos adquiridos no âmbito do projeto “Levantamentos Hidrográficos e Cartografia Eletrônica para Segurança da Navegação em Hidrovias”, financiado pela FINEP, fundo CT-Aquaviário.

Referências

Brasil. Ministério de Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. 2007. Plano Nacional de Energia 2030.

Pesquisa Energética . _ Brasília : MME : EPE, 2007.EPE (Brazil). 2009. Balanço Energético Nacional. Rio de Janeiro.

Dudley, R.W. 1999. Riverbed Sediment Mapping in the Edwards Dam Impoundment on the Kennebec River, Maine by use of Geophysical Techniques. U.S. Geological Survey Open-File Report

de Souza, L. A. P., Gandolfo, O. C. B., Cordeiro, R. P. & Tessler, M. G.. 2006. A investigação geofísica em projetos de dutovias. II Simpósio Brasileiro da SBGf – Natal.