

## LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS (ECOBATIMETRIA E GPR) NO ESTUDO DE UMA ÁREA ASSOREADA NO MUNICÍPIO DE BROTTAS-SP

Otávio Coaracy Brasil Gandolfo [gandolfo@ipt.br](mailto:gandolfo@ipt.br)

Luiz Antonio Pereira de Souza [laps@ipt.br](mailto:laps@ipt.br)

Gerson Salviano Almeida Filho [gersaf@ipt.br](mailto:gersaf@ipt.br)

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

This paper presents the results of a geophysical survey carried through to assist the studies of erosive processes and silting in area located at the city of Brotas-SP, Brazil. Surveys had been carried through in water-covered area (lake in silting process) using bathymetry and on land (area where there was an ancient lake that is entirely silted nowadays) by using GPR method.

### 1. INTRODUÇÃO

Levantamentos geofísicos (GPR e ecobatimetria), cujos resultados serão apresentados neste trabalho, foram realizados para fornecer subsídios aos estudos de processos erosivos na Bacia Hidrográfica do córrego da Lagoa Seca e do impacto do transporte de sedimentos depositados no lago do Clube de Campo de Brotas, localizado no município de Brotas, SP (IPT, 2006).

O local onde foram realizados os levantamentos pode ser classificado como uma área de expansão urbana com processos de degradação ambiental (processos erosivos, falta de infra-estrutura urbana, etc.) tendo como consequência, o transporte de sedimentos para um córrego que ocasionou o assoreamento do primeiro lago do Clube de Campo de Brotas e já está comprometendo o segundo lago (**Fotos 1 e 2**).



**Foto 1** - Vista aérea dos lagos do Clube de Campo de Brotas em 1985. (ARQUIVO PREFEITURA DE BROTTAS, 1985).



**Foto 2** - Vista dos lagos em abril de 2006. Observa-se que o primeiro lago encontra-se totalmente assoreado.

O município de Brotas apresenta porções de sua área urbana degradadas por processos erosivos decorrentes das características intrínsecas de seus terrenos (solos arenosos com alta suscetibilidade à erosão) e também das formas inadequadas de uso e ocupação do solo (IPT, 1994; IPT, 1995).

## 2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E GEOLOGIA

O município de Brotas localiza-se na porção central do Estado de São Paulo, destacando-se pela importância de seus recursos hídricos, os quais têm sido bastante utilizados para a prática do ecoturismo e do turismo de aventura.

A área em estudo está inserida nas unidades geológicas da Bacia do Paraná, representadas na região por rochas sedimentares pertencentes ao Grupo São Bento, especificamente, as formações Botucatu e Pirambóia e por rochas magmáticas pertencentes à Formação Serra Geral (IPT, 1981).

Ocorrem também sedimentos aluvionares quaternários, presentes nas planícies fluviais das principais drenagens da região (Rio Jacaré Pepira). Nas áreas onde predominam os arenitos das formações Botucatu e Pirambóia a erosão é muito intensa.

## 3. LEVANTAMENTOS DE CAMPO

O levantamento geofísico foi realizado no lago do Clube de Campo de Brotas e na área contígua ao lago (a montante, totalmente assoreada nos dias de hoje).

No lago foi efetuado um levantamento de ecobatimetria (**Foto 3**) cobrindo toda a sua extensão (aproximadamente 23.363 m<sup>2</sup>) e que teve por objetivo a determinação da espessura da lâmina d'água e da topografia de fundo.

Na área assoreada a montante do lago foram realizados quatro perfis utilizando o método GPR (Ground Penetrating Radar): um longitudinal (L1) e três transversais (L2, L3 e L4). A antena utilizada foi a de 100 MHz, com intervalo entre medidas igual a 20 cm (**Foto 4**). Foram também realizados ensaios CMP para determinação das velocidades de propagação da onda eletromagnética no meio.



**Foto 3** - Ecobatimetria no lago do Clube de Campo.



**Foto 4** - Levantamento GPR (antena de 100 MHz) na área assoreada.

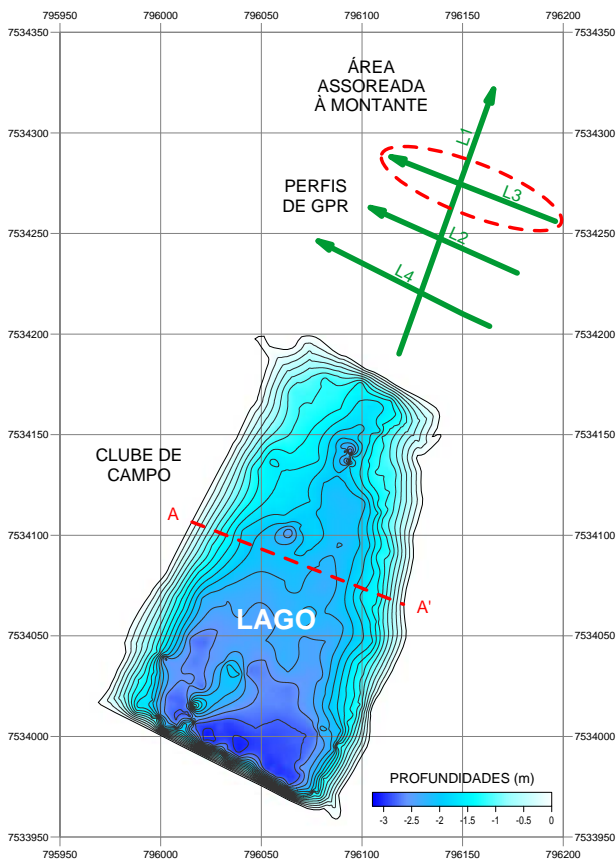
O GPR teve por objetivo mapear feições em subsuperfície correlacionáveis com o fundo do antigo lago que existia na área e que hoje se encontra assoreado por material predominantemente arenoso. O posicionamento da embarcação no lago e dos perfis GPR realizados em terra foi efetuado por DGPS. A localização dos perfis GPR é apresentada na **Figura 1**.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

### 4.1. Ecobatimetria

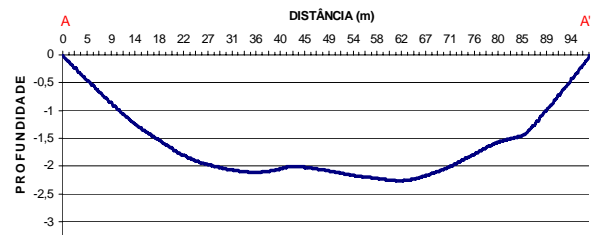
O mapa batimétrico obtido do levantamento no lago do Clube de Campo encontra-se na **Figura 1**.

As tonalidades em azul claro indicam os locais com pouca espessura de lamina d'água. Em contrapartida, tons em azul tendendo para o escuro representam pontos onde as profundidades são relativamente maiores. A margem da lagoa, delimitando a área da mesma, serviu como referência (profundidade igual a zero) para as medidas de batimetria.



**Figura 1** - Localização dos perfis GPR (realizados na área assoreada a montante) e mapa batimétrico do lago do Clube de Campo.

Na **Figura 2** encontra-se representada uma visualização em corte de uma seção transversal ao lago, obtida do perfil A-A' (pontilhado em vermelho no mapa batimétrico), mostrando a conformação de sua topografia de fundo.

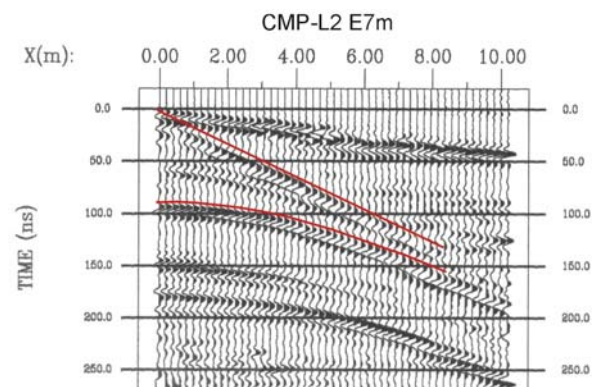


**Figura 2** - Seção transversal ao lago correspondendo ao perfil A-A' do mapa da Figura 1.

As profundidades determinadas pela ecobatimetria não ultrapassaram os três metros em nenhum ponto coberto pelo levantamento no lago do Clube de Campo. As maiores espessuras de lâmina d'água são observadas na porção S e SW.

### 4.2. GPR

O solo predominantemente arenoso da área assoreada (uma sondagem a trado no local confirmou a existência deste tipo de material em subsuperfície), mesmo que saturado, possibilitou uma eficiente propagação do sinal GPR e, conseqüentemente, um dado de boa qualidade, como pode ser observado tanto no radargrama de um ensaio CMP realizado (**Figura 3**) como nas seções GPR obtidas nos perfis. O valor determinado para a velocidade de propagação da onda ( $V=0,065$  m/ns) é compatível com a natureza do material encontrado em subsuperfície.



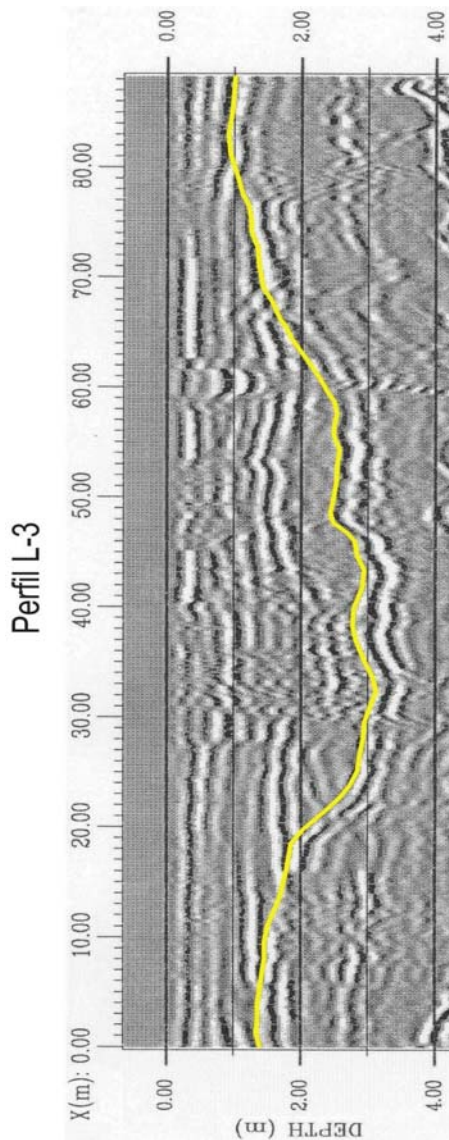
**Figura 3** - Ensaio CMP, de boa qualidade, do qual puderam ser determinadas as velocidades da onda no meio ( $V=0,065$  m/ns).

O processamento realizado procurou filtrar os ruídos e realçar, por meio de ganhos programados, alguns refletores observados nos dados.



A seção em tempo foi convertida para profundidade utilizando a velocidade determinada pelo ensaio CMP.

No trabalho será apresentada a seção GPR do perfil L-3 (**Figura 4**) cuja localização se encontra em destaque (pontilhado vermelho) no mapa da **Figura 1**.



**Figura 4** - Seção GPR do perfil L-3 realçando o refletor correlacionado com a base do antigo lago.

O refletor mais raso (entre 2 e 3m de profundidade) que apresenta boa continuidade lateral (assinalado em amarelo na seção da **Figura 4**) foi interpretado como o fundo do antigo lago, hoje preenchido por sedimentos predominantemente arenosos.

A profundidade deste refletor na seção está compatível com os dados da ecobatimetria realizada no lago (espessuras de lâmina d'água inferiores a 3 metros).

Pode ainda ser observada uma similaridade, em termos de geometria e profundidades, deste refletor com a topografia do fundo da seção transversal (perfil A-A') apresentada na **Figura 2**.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados dos levantamentos geofísicos (GPR e ecobatimetria) realizados na área de estudo, forneceram alguns subsídios para uma estimativa da capacidade de volume de água no lago do Clube de Campo de Brotas, assim como da espessura aproximada de sedimentos depositados na área assoreada, a montante, onde se localizava o antigo lago.

As informações quantificadas fornecidas pela geofísica poderão contribuir para os estudos posteriores visando o monitoramento do local à medida que forem mitigados os impactos dos processos erosivos que ocorrem na área.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de Brotas pela colaboração no fornecimento de dados e ao Clube de Campo de Brotas pelo apoio durante os levantamentos de campo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981. Mapa geológico do Estado de São Paulo - escala 1:500000. São Paulo. 2v. (Série Monografias, 6).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1994. Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. São Paulo. (Publicação 2089).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1995. Mapa de Erosão do Estado de São Paulo, SP. São Paulo. (Relatório Técnico Nº 33.402).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 2006. Avaliação dos processos erosivos na bacia hidrográfica do córrego da Lagoa Seca, município de Brotas, SP. (Parecer Técnico Nº 10.724-301).