



## Batimetria das Represas do Complexo Dal Bó em Caxias Do Sul – RS

*Rossano Belladona<sup>1\*</sup>; Marcio Vicente Duarte Adami<sup>2</sup>; Tiago De Vargas<sup>3</sup>; Rodrigo D'agostini<sup>4</sup>; Marta Antenisca Zago<sup>5</sup>; Edio Elói Frizzo<sup>6</sup>.*

<sup>1</sup> Engenheiro ambiental. SAMAE-Caxias do Sul. [rbelladona@samaecaxias.com.br](mailto:rbelladona@samaecaxias.com.br).

<sup>2</sup> Técnico em hidrologia. SAMAE-Caxias do Sul. [mvadami@samaecaxias.com.br](mailto:mvadami@samaecaxias.com.br)

<sup>3</sup> Geólogo. SAMAE-Caxias do Sul. [tvargas@samaecaxias.com.br](mailto:tvargas@samaecaxias.com.br)

<sup>4</sup> Técnico agrícola. SAMAE-Caxias do Sul. [rdagostini@samaecaxias.com.br](mailto:rdagostini@samaecaxias.com.br)

<sup>5</sup> Arquiteta. SAMAE-Caxias do Sul. [mzago@samaecaxias.com.br](mailto:mzago@samaecaxias.com.br)

<sup>6</sup> Diretor-Presidente do SAMAE-Caxias do Sul. [efrizzo@samaecaxias.com.br](mailto:efrizzo@samaecaxias.com.br)

**Resumo** – No período entre junho e julho de 2012 o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Caxias do Sul-RS realizou a batimetria das três represas do Complexo Dal Bó: Represas São Paulo, São Pedro e São Miguel a fim de conhecer seus volumes e permitir um melhor gerenciamento do uso de suas águas. Estas represas são responsáveis pelo abastecimento de 5% da população do Município e proporcionam uma vazão de 90 L.s<sup>-1</sup>. Este estudo foi dividido em cinco etapas sendo constituído de uma avaliação cartográfica; um planejamento de escritório; o levantamento de dados de campo; a edição dos dados coletados; e a geração das cartas topobatimétricas. Para a aquisição das profundidades foi utilizado o ecobatímetro HydroBox da SyQwest com transdutor de 210 Khz, o deslocamento horizontal foi registrado com o DGPS ProXR da Trimble sem pós-processamento. Os dados foram integrados pelo HYDROpro<sup>TM</sup> Navigation e editados no HYDROpro<sup>TM</sup> NavEdit e as curvas topobatimétricas foram geradas através do software Sistema topoGRAPH 98SE. Os volumes armazenados são: 205.811,91 m<sup>3</sup> para a Represa São Paulo, 411.405,28 m<sup>3</sup> para a Represa São Pedro e 1.286.676,33 m<sup>3</sup> para a Represa São Miguel.

**Palavras-Chave** – Batimetria, gerenciamento, represa.

## Bathymetric Survey of the Dal Bó Reservoirs in Caxias Do Sul – RS

**Abstract** – Between June and July 2012 the Autonomous Service of Municipal Water and Wastewater (SAMAE) of Caxias do Sul-RS held bathymetric survey on the three reservoirs of the Dal Bó Complex: São Paulo, São Pedro and São Miguel Reservoirs in order to identify its net volume and likewise allowing a better management of its water use. These reservoirs supply 5% of the city population with drinkable water in a rate of 90 L.s<sup>-1</sup>. This study was divided into five primary stages: cartographic evaluation, office planning, field operation, data editing and bathymetric maps creation. For depths acquisition it was used the HydroBox from SyQwest with a 210 Khz echo sounder, for horizontal displacement the Trimble ProXR DGPS without post-processing was used. The data were integrated by the HYDROpro<sup>TM</sup> Navigation and edited in the HYDROpro<sup>TM</sup> NavEdit and the bathymetric curves were generated using the Sistema topoGRAPH 98SE. The net volumes for the reservoirs are: 205.811,91 m<sup>3</sup> for São Paulo, 411.405,28 m<sup>3</sup> for São Pedro e 1.286.676,33 m<sup>3</sup> for São Miguel.

**Keywords** – Bathymetric survey, management, reservoir.



## INTRODUÇÃO

O conhecimento do volume de represas para o abastecimento público é um dos principais fatores para o gerenciamento de sua disponibilidade. Represas com muitos anos de operação dispõem, em regra geral, de poucas informações quanto ao seu volume que, por sua vez, são geradas quando da sua construção. Com o passar do tempo a deposição de sedimentos de fundo proporciona a perda do volume desses reservatórios.

Uma das formas para se conhecer o volume de uma represa é através de um levantamento topobatimétrico ou batimetria. Este levantamento envolve diferentes fases: a avaliação prévia da cartografia disponível para a área, a preparação do equipamento e a elaboração do projeto, a coleta dos dados em campo, a edição dos dados coletados e, por fim, a obtenção da carta topobatimétrica.

Este trabalho demonstra as fases do levantamento topobatimétrico que foi realizado nas três represas do Complexo Dal Bó em Caxias do Sul, RS em 2012. O objetivo deste estudo foi gerar a carta topobatimétrica dessas represas a fim de conhecer seus reais volumes para melhorar seu gerenciamento.

## ÁREA DE ESTUDO

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Caxias do Sul-RS abastece a população do Município, em quase sua totalidade, com água superficial proveniente do represamento de arroios. Um desses arroios é o Dal Bó, que nasce na área urbana e desemboca no Arroio Tega, também na área urbana do Município, a Figura 1 identifica a sua localização.

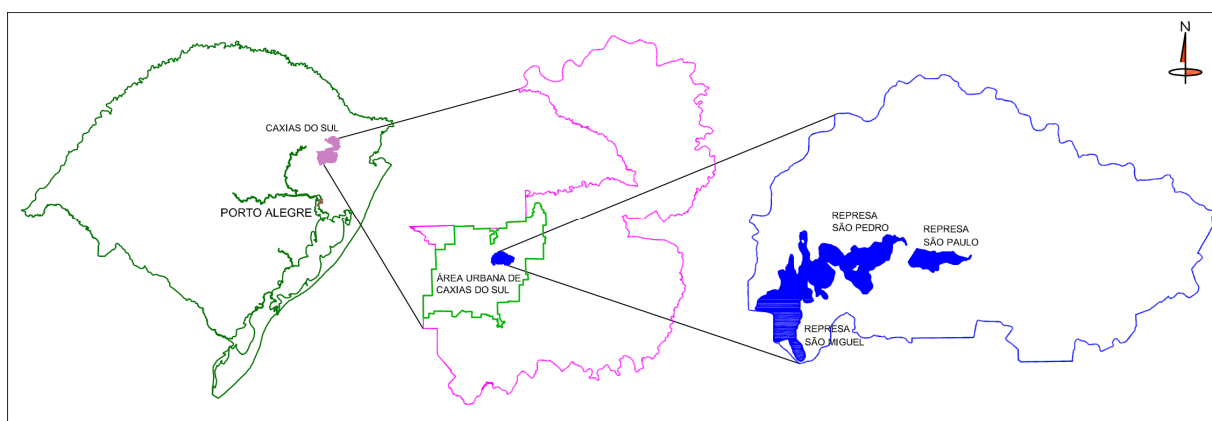


Figura 1 – Localização da Bacia de Captação do Arroio Dal Bó, Caxias do Sul-RS.

O Arroio Dal Dó possui três represamentos consecutivos conhecidos como as represas São Paulo, São Pedro e São Miguel, essas formam o Complexo Dal Bó que atualmente abastece 5% da população, cerca de 22.400 habitantes, com uma vazão de adução de  $90 \text{ L.s}^{-1}$ . Estas represas foram construídas em alvenaria com blocos de basalto entre o início e meados do século XX e desde então não era conhecida a sua real capacidade de armazenamento.

As represas do Complexo totalizam 45,91 hectares de área alagada, sendo 5,54 ha da Represa São Paulo, 14,48 ha da Represa São Pedro e 25,89 ha da Represa São Miguel.



## METODOLOGIA DE PESQUISA

O desenvolvimento deste estudo compreendeu uma avaliação cartográfica; um planejamento de escritório; o levantamento de dados de campo; a edição dos dados coletados; e a geração da carta topobatimétrica.

### Avaliação Cartográfica

Para dar início ao planejamento de escritório, foi realizada uma avaliação cartográfica que consistiu em um levantamento preliminar de imagens aéreas e de satélite disponíveis para a área de estudo no Município de Caxias do Sul.

As imagens utilizadas foram as aerofotografias tiradas em vôo realizado em 1998 sobre o Município em uma escala de 1:8000, estas foram registradas sob a forma de pares estereoscópicos (Figura 2) e que foram restituídas e georreferenciadas com Datum SAD69. No mesmo ano deste estudo, 2012, a Prefeitura Municipal de Caxias do Sul adquiriu imagens ortorretificadas do Satélite GeoEye com resolução de 50 cm, estando georreferenciadas com Datum SIRGAS 2000 (Figura 3) sendo estas também utilizadas neste estudo.



Figura 2 – Imagem aerofotogramétrica de vôo realizado em 1998. Figura 3 – Imagem do satélite GeoEye de 2012.

A partir destas imagens foi possível estabelecer uma base para dar início ao planejamento realizado no escritório.

### Planejamento de Escritório

Para estabelecer o projeto de campo foi necessário restituir o contorno de cada uma das represas, para tanto utilizou-se as aerofotografias, a imagem de satélite e apoio de campo com a utilização do DGPS Trimble ProXR com pós-processamento.

Os transectos de navegação foram realizados no HYDROpro<sup>TM</sup> Navigation versão 2.32. O HYDROpro<sup>TM</sup> é um software de navegação em tempo real que permite a aquisição de



dados em pesquisas hidrográficas, em atividades portuárias, construções marítimas e pesquisas geofísicas. Para o trabalho realizado no Complexo Dal Bó foram utilizados transectos com espaçamento de 20 em 20 metros seguido por um transecto longitudinal. Estas linhas foram utilizadas como guia para a navegação do barco. A Figura 4 demonstra a construção das linhas que foram utilizadas na Represa São Paulo. De maneira geral, represas com geometria complexa necessitam de uma quantidade maior de transectos para que a navegação consiga defini-las adequadamente (Hittle e Ruby, 2007). Para definir a navegação da Represa São Miguel foi necessário um conjunto de transectos, conforme identificado na Figura 5.

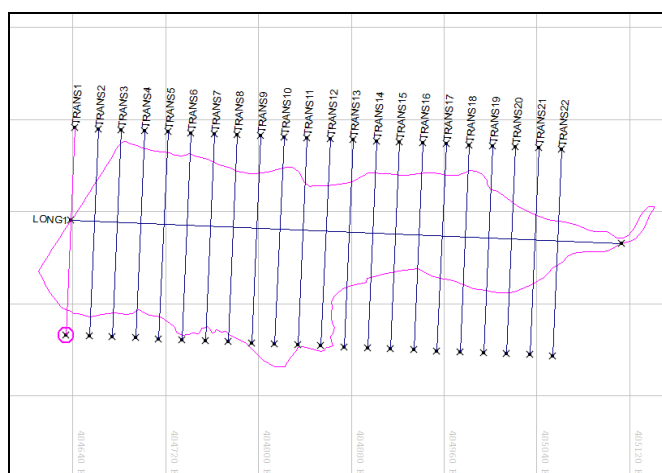


Figura 4: Transectos da Represa São Paulo.

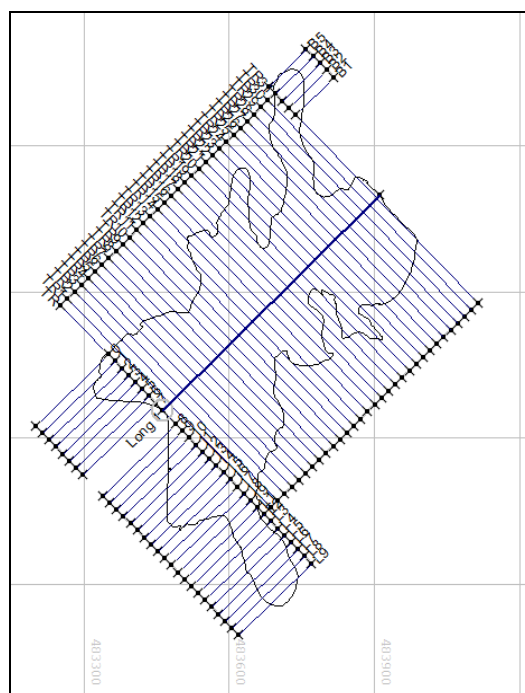


Figura 5 – Transectos da Represa São Miguel

## Levantamento de Dados de Campo

A batimetria foi realizada com um conjunto de equipamentos profissionais que consistiu em: um barco capaz de acomodar três tripulantes e todos os equipamentos, um console (microcomputador portátil), o ecobatímetro HydroBox da SyQwest para a aquisição das profundidades através de um transdutor de 210 Khz de frequência ressonante com largura de feixe de 8 graus compartilhado com o software HydroBox versão 2.45; o DGPS ProXR da Trimble para a aquisição do deslocamento horizontal e o software integrador HYDROpro™ Navigation versão 2.32 da Trimble.

Para a montagem do conjunto foi utilizado o console como centralizador dos dados e, ao mesmo tempo, como orientador da navegação. O DGPS, que neste levantamento não foi pós processado, foi conectado ao console juntamente com o HYDROpro™ Navigation e o HydroBox, a Figura 6 ilustra o conjunto montado. O DGPS ProXR da Trimble é um equipamento que não permite a correção dos pontos coletados em tempo real, portanto o pós-processamento deslocaria o ponto coletado no fundo já que a correção seria somente sobre o deslocamento da embarcação e não sobre o transdutor.

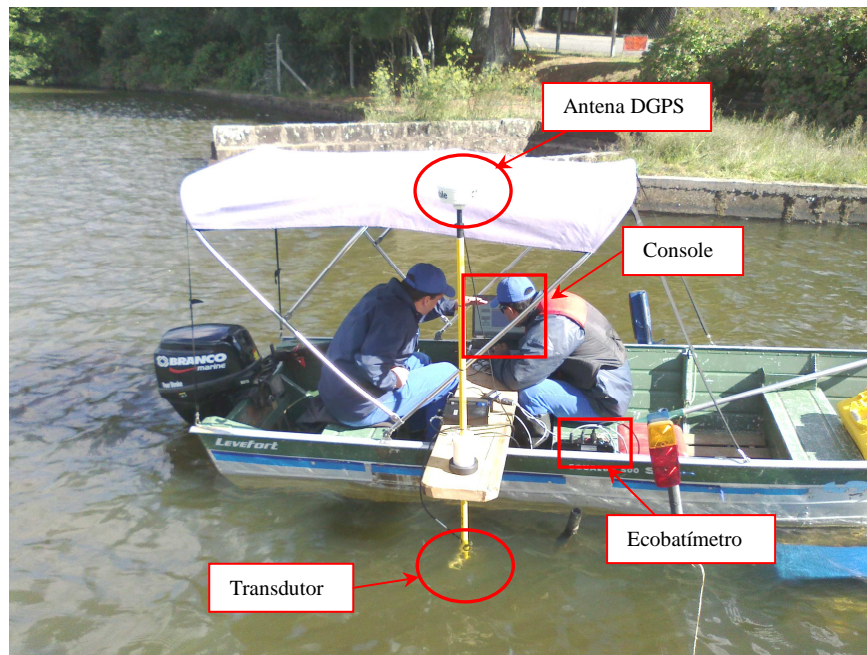


Figura 6 – Montagem do conjunto de batimetria.

### Edição dos Dados Coletados

Os dados de deslocamento e de profundidade integrados pelo software de navegação, o HYDROpro™ Navigation, foram editados no software HYDROpro™ NavEdit versão 2.32. Inicialmente é realizado o ajuste de maré que, no caso de represas, são considerados valores no nível em que foi realizado o levantamento, entre o seu início e o seu final, em comparação com o nível com a represa totalmente cheia, ou nível d'água igual a zero. Posteriormente, foi necessário realizar a eliminação dos dados espúrios “*spikes*” (Mar Tethys, 2012) do levantamento, sem que houvesse qualquer descaracterização dos dados obtidos em campo. Após a edição, os dados foram exportados para um arquivo no formato ASCII para sua modelagem e geração do modelo digital do leito.

### Geração da Carta Topobatimétrica.

Para a geração da carta topobatimétrica foi necessário realizar a união dos dados provenientes do HYDROpro™ NavEdit que já estavam no formato ASCII e os pontos que correspondem ao contorno das represas que foi originado da base cartográfica. Este último foi exportado de um arquivo em CAD para um formato ASCII com a utilização do software dxf2xyz versão 2.0.

Para este trabalho foi realizada uma batimetria manual com trena junto aos barramentos com espaçamento de 10 em 10 metros que também foi incorporado a planilha ASCII. A inserção deste levantamento manual foi para evitar que dados de profundidades distorcidos fossem coletados pelo transdutor em função da proximidade com o maciço rochoso da barragem.



O conjunto de dados no formato ASCII foi modelado com a utilização do software Sistema topoGRAPH 98SE a fim de gerar as curvas topobatimétricas.. Por fim, os dados foram exportados para o Software AutoCAD 2008 para a sua edição cartográfica e a impressão da carta topobatimétrica das três represas do Complexo Dal Bó que são apresentadas nas Figuras 7, 8 e 9, sendo que as quadrículas da grade UTM estão espaçadas de 100 em 100 metros. O cálculo dos volumes foi obtido a partir da modelagem realizada no Software Surfer versão 9.2.

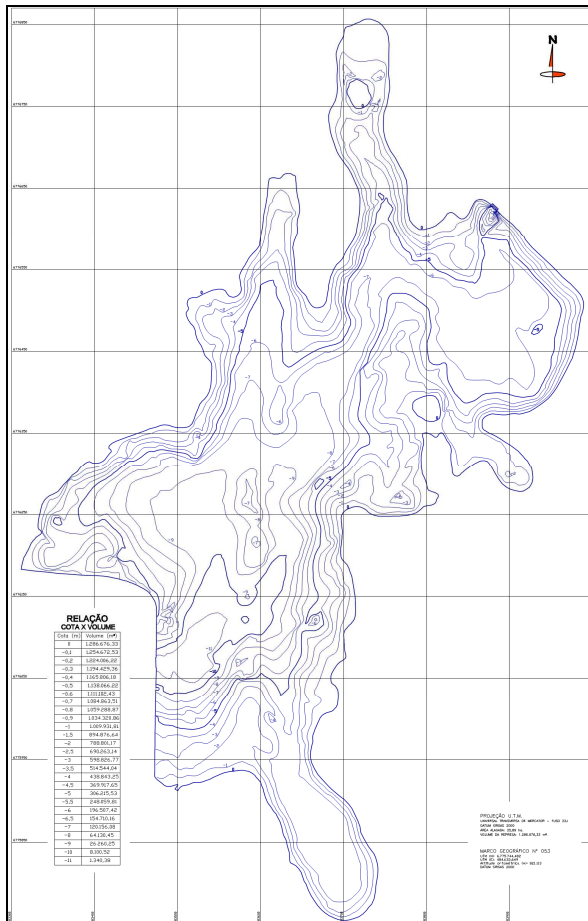


Figura 7– Curvas topobatimétricas da Represa São Miguel.

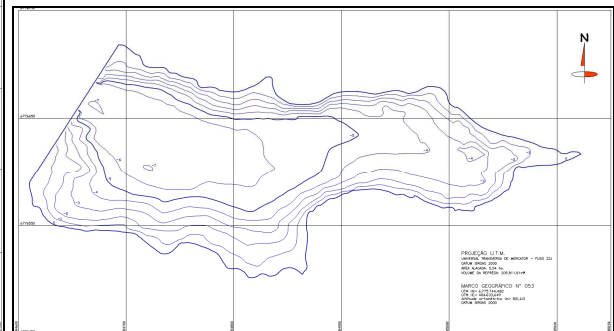


Figura 8– Curvas topobatimétricas da Represa São Paulo.

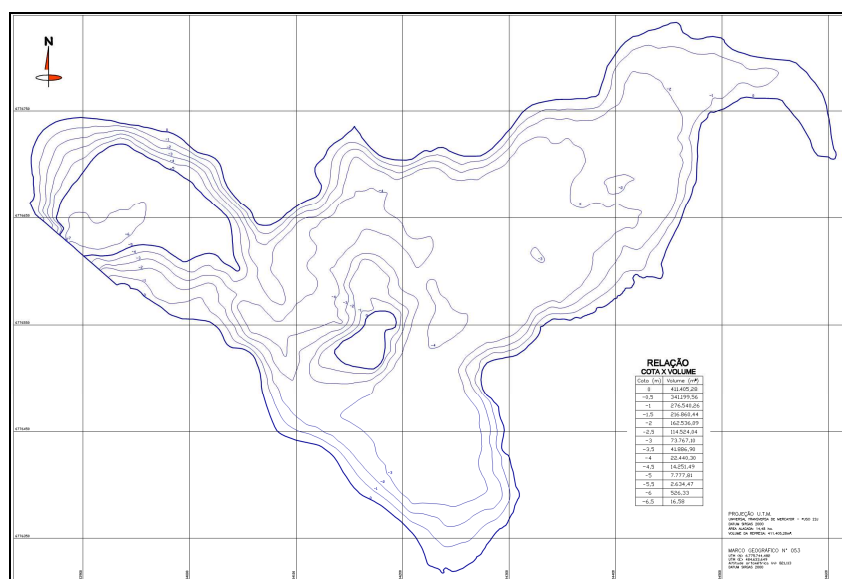


Figura 9– Curvas topobatimétricas da Represa São Pedro.

## RESULTADOS

A montagem do conjunto para a obtenção da carta topobatimétrica mostrou que a embarcação utilizada dificultou o trabalho já que, por se tratar de um pequeno barco, prejudicou a movimentação dos técnicos em seu interior e se demonstrou susceptível ao desalinhamento devido à ação do vento. Entretanto, para represas rasas, como é o caso destas do Complexo Dal Bó, a utilização de embarcações maiores pode ser inviável devido ao calado dos barcos e, muitas vezes, a dificuldade de dispô-las sobre a água.

A carta topobatimétrica facilitou o gerenciamento das represas, pois permite conhecer seu volume e, principalmente, o volume reduzido nos períodos de estiagem para fins de uma ação para o acionamento de um possível racionamento de água naqueles bairros abastecidos pelo Complexo.

O levantamento topobatimétrico das represas do Complexo Dal Bó servirá de modelo para que o SAMAE possa conduzir pesquisas e estabelecer métodos de investigação melhores para serem utilizados em suas outras represas distribuídas pelo Município de Caxias do Sul.

O produto final desta pesquisa quantificou que as três represas do Complexo Dal Bó totalizam 1.903.893,52 m<sup>3</sup> de água armazenada, sendo 205.811,91 m<sup>3</sup> para a Represa São Paulo, 411.405,28 m<sup>3</sup> para a Represa São Pedro e 1.286.676,33 m<sup>3</sup> para a Represa São Miguel, estando localizada nesta última a torre de captação.

## REFERÊNCIAS

HITTLE, C. D., RUBY, A. T. *Bathymetric Surveys of Lake Arthur and Raccoon Lake*, Pennsylvania. Pensilvânia, EUA: USGS, 2007.

MAR TETHYS. *Relatório Técnico Referente aos Estudos de Batimetria e Sonografia no Canal de Acesso e Áreas de Berços do Sítio Previsto para a Instalação do Terminal Marítimo Mar Azul*. São Francisco do Sul, SC: Relatório Técnico, 2012.