

## ANÁLISE DO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO E SÍSMICO DE UM DOS RESERVATÓRIOS DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE ÁGUA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (SP).

*Alexandre Batista do Carmo<sup>1</sup>; Luiz Guilherme Paolini Braga<sup>2</sup>; Denise Gallo Pizella<sup>3</sup>*

**ABSTRACT** – Urbanization has brought consequences for water infrastructure in the urban environment, highlighting the potential risks to urban supply, in view of the occupation of contribution areas. The construction of a dam for the formation of a reservoir leads to changes in the natural conditions of a watercourse, with emphasis on the capacity of transporting sediments by the river, contributing to the deposition in the reservoirs that, over time, will lose its water storage capacity. In this way, the useful life of the reservoir will flow directly from the sediment flow in the watercourse. There are some techniques that are used to quantify the water in a reservoir that is called hydrometry where, for the survey of referenced or georeferenced data of the depth or dimension of the surface of the reservoir bottom or section of a body of water, bathymetry is used. The objective of this work is to present the need to de-silt Lake III of the São José do Rio Preto Municipal Dam (SP), an accumulation reservoir with an area of 384,085 m<sup>2</sup>. This work was carried out through the survey and analysis of the data obtained through the Technical Reports, object of Contract No. EAM 19141, with bathymetric and seismic studies, provided by the Autonomous Municipal Water and Sewage Service (SeMAE), São José do Rio Preto (SP). In the survey, the water level was 468.305 meters and this value was used as a reference for leveling the bathymetric survey. The minimum elevation found for the surveyed area was 464,598 m (depth = -3,707 m) and the average for the section was 466,574 m (depth -1,731 m). The calculated volume of water for the lake was 528,821.27 m<sup>3</sup>. Based on the studies carried out in bathymetric surveys, it is possible to state that the volume of water reserved in Lake III increased by approximately 21.44%, from 435,470.41 m<sup>3</sup> in 2012, to 528,821.27 m<sup>3</sup> in 2019. Therefore, there being no need to carry out the de-silting at the moment.

**Palavras-Chave** – abastecimento público, assoreamento, sedimentos.

1) Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, alexandreacarmo.sjr@gmail.com, (17) 98802-5513.

2) Assessor Ambiental. Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE) de São José do Rio Preto, lbraga@semae.riopreto.sp.gov.br, (17) 99753-6688.

3) Professora Doutora. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Biologia e Zootecnia, (18) 3743-1152.

## 1 - INTRODUÇÃO

Segundo Tucci (2008), o país atravessa uma fase de expansão e urbanização, que traz consequências para a infraestrutura de água no ambiente urbano, dentre os quais destacam-se os potenciais riscos ao abastecimento urbano, pois a situação mais crítica está ligada à ocupação das áreas de contribuição dos reservatórios de abastecimento público.

Tundisi et al. (2008) apontam que é necessário ter ciência sobre a qualidade das águas dos rios, de que forma as bacias hidrográficas estão sendo utilizadas e quais as suas ocupações para que assim seja possível elaborar ações estratégicas que visem o planejamento e gestão de forma a contribuir para a melhoria e disponibilidade de água, levando em consideração os cenários de cada região.

Uma das situações que impacta diretamente a qualidade da água é o desmatamento, segundo Lima (2004), que contribui diretamente para a perda da zona tampão entre os sistemas aquático e terrestre. Ferraz (2001) destaca que a zona ripária é imprescindível para a proteção das nascentes e cursos d'água formadores de rios, pois o ambiente que possui vegetação abundante natural oferece condições melhores à biota, ao contrário das outras desprovidas de vegetação. Neste sentido, Rodrigues e Leitão Filho (2000) apresentam que a remoção de vegetação ocasiona condições favoráveis ao surgimento de assoreamento e processos erosivos, contribuindo para o aumento da concentração de sólidos em suspensão no corpo d'água.

De acordo com Lima et al. (2003), a construção de barragem para a formação de reservatório acarreta em alterações nas condições naturais de um curso d'água, provocando a redução na velocidade do fluxo hídrico e, também, a capacidade de transporte de sedimentos pelo rio, colaborando para sua deposição nos reservatórios que, com o passar do tempo, vão perdendo a capacidade de armazenamento de água. Desta forma, a vida útil do reservatório decorrerá diretamente do fluxo de sedimentos no curso d'água.

Albertini et al. (2010) ressaltam que os reservatórios são ambientes propícios para a sedimentação, uma vez que ocorre a redução da velocidade do fluxo de água, fazendo com que os sedimentos carregados acumulem e influenciem no volume útil do reservatório, diminuindo o volume morto e sua vida útil.

Neste sentido Cabral et al. (2009) reforçam a importância sobre o conhecimento acerca da quantidade de sedimentos transportados pelos cursos d'água, para que seja possível a sua gestão. Neste sentido, Maia (2006) reforça a necessidade do controle dos sedimentos nos reservatórios por meio de medidas preventivas e/ou corretivas.

Carvalho (2000) e Carvalho et al. (2000) identificaram que um grande número de reservatórios se encontra total ou parcialmente assoreados, com destaque para os de pequeno e

médio porte. Essa situação é resultado de uma má gestão que não se atentou para o potencial de erosão nas bacias e nem para os processos de sedimentação de modo a evitar a perda de vida útil dos reservatórios.

Existem algumas técnicas que são empregadas para quantificar a água de um reservatório, que é denominada hidrometria. No caso de realizar o levantamento de dados referenciados ou georreferenciados da profundidade ou cota da superfície do fundo do reservatório ou seção de um corpo d'água, emprega-se a batimetria. Para que seja calculado o volume de um reservatório, é necessário realizar o levantamento de seções, quantas forem necessárias onde, por meio da modelagem em 3D, é calculado o volume em questão (ESTIGONI e MATOS, 2009).

Objetiva-se com este trabalho apresentar a necessidade ou não de se efetivar o desassoreamento do lago III da Represa Municipal de São José do Rio Preto (SP), reservatório de acumulação com área de 384.085 m<sup>2</sup>, sendo este formado pelo represamento do rio Preto, por meio da análise de estudos realizados e comparações de dados entre os mesmos

## **2 - METODOLOGIA**

Este trabalho possui caráter quali-quantitativo e foi realizado por meio do levantamento e análise dos dados obtidos mediante o Relatório Técnico, objeto do Contrato nº EAM 19141, com estudos batimétrico e sísmico, fornecido pelo Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE), autarquia de São José do Rio Preto (SP).

Os estudos batimétrico e sísmico foram realizados entre os dias 29 e 30 de julho de 2019, pela Empresa SALT Engenharia e Meio Ambiente Ltda de São Paulo (SP), contratada para o levantamento batimétrico, perfilagem sísmica, coleta e análise granulométrica de amostras de sedimento superficial do lago III da represa municipal de São José do Rio Preto.

As coletas de sedimentos ocorreram em 15 pontos distintos do lago III, no dia 30 de julho de 2019. O método utilizado para granulometria foi baseado em Suguio (1973), valendo-se de pipetagem e peneiramento, para posterior análise granulométrica

A aquisição dos dados batimétricos e sísmicos contemplou uma área de 0,33 km<sup>2</sup> totalizando 28,5 km lineares. Ao final do processo foram elaborados vários mapas apresentando os resultados obtidos durante os estudos.

É importante ressaltar que para a análise comparativa dos dados antes da tomada de decisão sobre a necessidade ou não do desassoreamento foi utilizada as informações do levantamento batimétrico executado por equipe técnica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (FEIS-UNESP), realizado entre 20 de dezembro de 2011 e 3 de fevereiro de 2012.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro levantamento batimétrico, que foi realizado no período de 20 a 23 de dezembro de 2011 e 01 a 03 de fevereiro de 2012, a batimetria foi realizada com um ecobatímetro Navisound NS205, um DGPS GMax e um computador de bordo (DALL'AGLIO et al., 2012). Com base nos dados obtidos, foi realizado o cálculo do volume do lago III, utilizando o software AutoCAD®, onde o volume estimado foi de 435.470,41 m<sup>3</sup>. No segundo levantamento observou-se que a cota do nível d'água foi de 468,305 metros, e este valor foi utilizado como referência para o nivelamento do levantamento batimétrico. A cota mínima encontrada para área sondada foi de 464,598 m (prof. = -3,707 m) e a média para o trecho, de 466,574 m (prof. -1,731 m). O volume de água calculado para o lago foi 528.821,27 m<sup>3</sup>. Na área mais a jusante observou-se as maiores profundidades da área sondada e a menor presença de cobertura vegetal.

De forma geral, a área de levantamento pode ser dividida em duas áreas: a primeira, à jusante e com maiores profundidades, possui trechos mais amplos e a menor presença de vegetação flutuante e a segunda, à montante, com profundidades menores, possui trechos mais estreitos e maior presença de vegetação flutuante e de subsuperfície.

O levantamento sísmico indicou predomínio de fundo sedimentar no lago, sendo a camada mais superficial composta de um sedimento menos compactado e depositado mais recentemente. Na figura 01 são apresentadas a distribuição de todas as 15 amostras realizadas no lago III, referente à granulometria, de acordo com o Diagrama de Shepard (1954), caracterizando os sedimentos encontrados em sua maior parte da fração fina do sedimento (silte + argila)

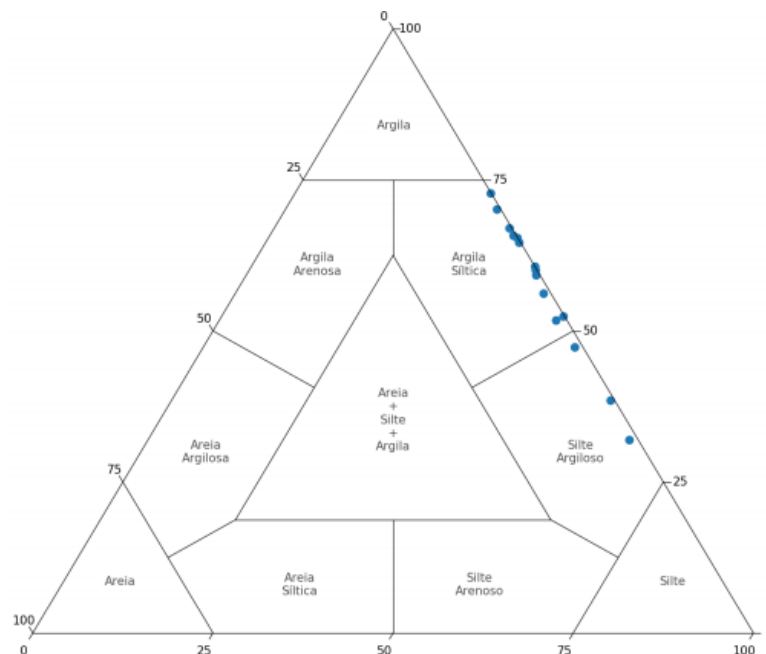


Figura 1 – Distribuição de todas as amostras de granulometria, de acordo como Diagrama de Shepard (fonte: SeMAE).

Na figura 2, estão indicadas as profundidades do refletor em relação ao fundo do lago, apresentando valor máximo de 1,3m, valor mínimo de 0,3m e em média 0,70m., enquanto que, na figura 3, é apresentado o mapa da batimetria, demonstrando a cota d'água mínima e média do lago.

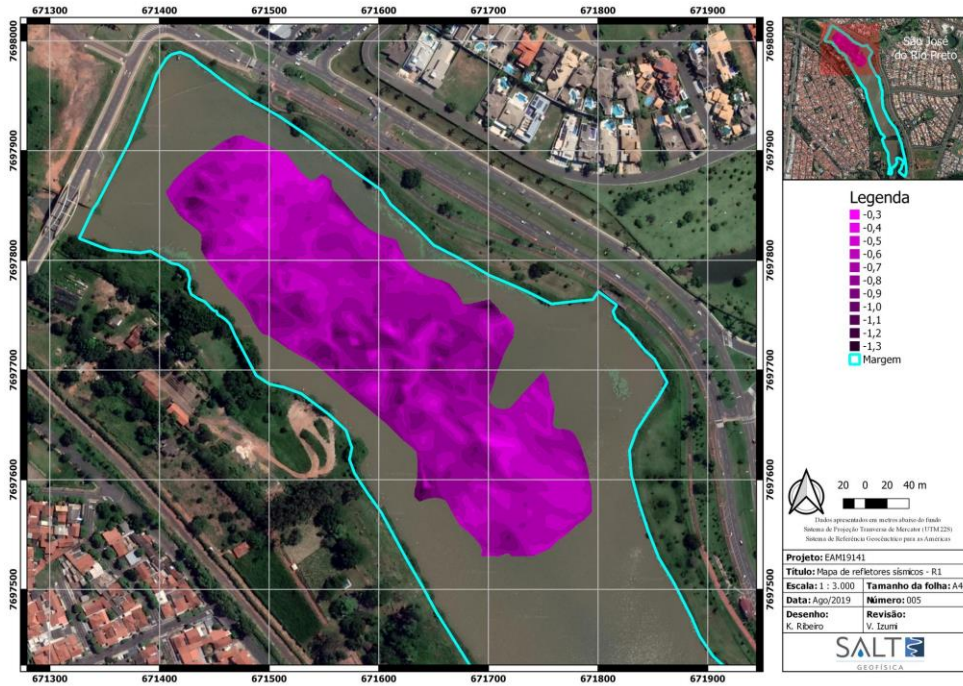


Figura 2 – Mapa sísmico interpolado, valores de profundidade em relação ao fundo do lago (fonte: SeMAE).

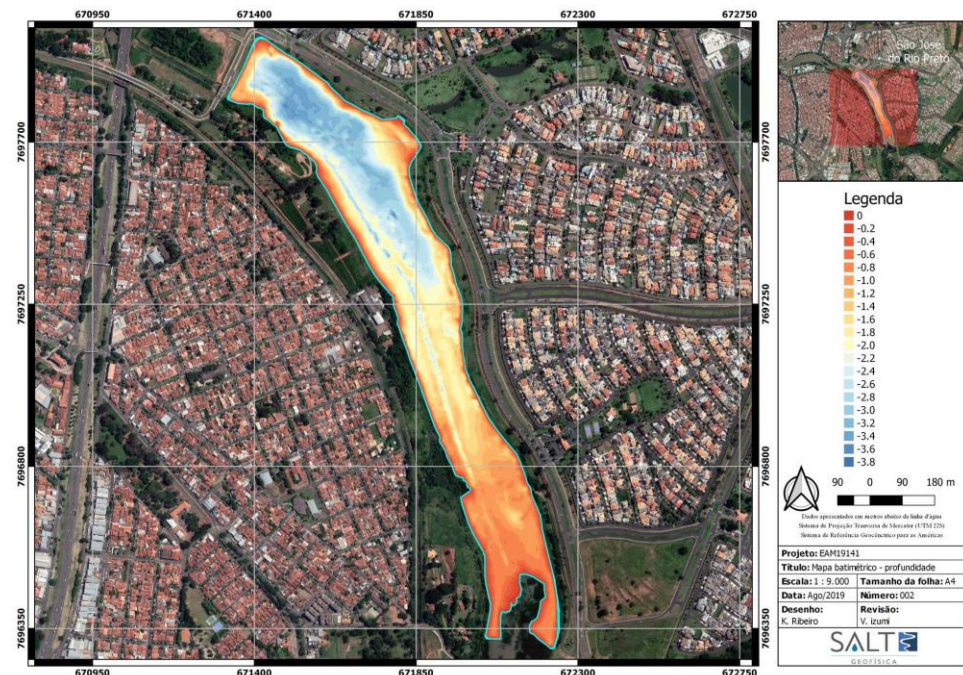


Figura 3- Mapa da batimetria, demonstrando a cota do nível do lago (fonte: SeMAE).

#### **4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos dois estudos realizados como forma de comparação numérica dos volumes obtidos nos levantamentos batimétricos, é possível afirmar que o volume de água reservado no lago III aumentou em, aproximadamente, 21,44% passando de 435.470,41 m<sup>3</sup> em 2012, para 528.821,27 m<sup>3</sup> em 2019.

A partir da identificação de incremento no volume de água reservado (entre os anos de 2012 e 2019) e da observação de alta capacidade de reservação no lago III, pode-se afirmar que não há necessidade imediata de obras de desassoreamento no referido lago.

Ainda assim, ressalta-se a importância do monitoramento dos reservatórios e a realização de novos levantamentos batimétricos em um curto intervalo de tempo, sendo no máximo de 5 (cinco) anos, visando, além da atualização dos dados de volume do reservatório, determinar a taxa de assoreamento, para que então seja definido um intervalo de tempo entre as futuras batimetrias.

#### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Agradecemos à Prefeitura de São José do Rio Preto/SP, por meio do Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE), pelo apoio e disponibilização dos dados.

#### **BIBLIOGRAFIA**

ARBERTINI, L. L., MATOS, A. J. S., MAUAD, F. F. (2010). *Cálculo do Volume e Análise da Deposição de Sedimentos do Reservatório de Três Irmãos*. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 15 n.4 Out/Dez 2010, 57-67.

CABRAL, J. B. P; FERNADES, L.A.; BECEGATO, V.A.; SILVA, S. A. (2009). *Concentração de sedimentos em suspensão: Reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG, Brasil*. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 08, número 16.

CARVALHO, N. O; FILIZONA Jr., SANTOS, P. M. C; LIMA, J. E. F. W. (2000). *Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios*. Brasília: ANEEL, 132p.

- CARVALHO, N.O. (2000). *Assoreamento de reservatórios – consequências e mitigação dos efeitos*. In: IV Encontro Nacional de engenharia de Sedimentos. Santa Maria-RS. Cdrom. 1-22p.
- DALL’AGLIO, M., OLIVEIRA, J. N.; ALBERTIN, L. L. (2012). *Levantamento batimétrico de três reservatórios do SeMAE em São José do Rio Preto*. Relatório Final, 2012. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP. 21 p.
- ESTIGONI, M. V.; MATOS, A. J. (2009). *Comparação de Diferentes Batimetrias do Reservatório da Usina Hidroelétrica do Lobo*. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, MS.
- FERRAZ, D. K. (2001). *O papel da vegetação na margem de ecossistemas aquáticos*. In: PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. (eds.). *Biologia da conservação*. Paraná: Editora Vida.
- LIMA, J. E. F. W.; SANTOS, P. M. C.; CARVALHO, N. O.; SILVA, E. M. (2003). *Fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins*. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba – PR.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. (2004). *Hidrologia de matas ciliares*. In: RODRIGUES, R. R. LEITÃO-FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp.
- MAIA, A. G. (2006). *As consequências do assoreamento na operação de reservatórios formados por barragens*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – área de concentração em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos.
- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (2000). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP.
- SEMAE. (2019). *Laudos Técnicos. Contrato nº EAM 19141. Análises em matriz sedimento: granulometria*. São José do Rio Preto (SP).
- SHEPARD, F. P. (1954). *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*. *Journal of Sedimentary Petrology*, p. 151–158
- SUGUIO, K. (1973). *Introdução à Sedimentologia*. 1ª ed. São Paulo (SP): Edgard Blucher. 318p.
- TUCCI, C.E.M. (2008). *Águas urbanas*. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 97 – 112.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; HAELING, P. H. V.; FROLLINI, E. H. (2008). *A bacia hidrográfica do Tiete-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento*. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 159 – 172.