

## **AVALIAÇÃO DAS AÇÕES MITIGADORAS PARA USO DO RIO SANTO ANASTÁCIO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**

### **Décio Dias Cesco<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil (UEM). Especialista em Engenharia Sanitária (UNESP). Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais (UNESP). MBA em Gestão de Negócios (FIA). Gerente do Departamento de Operação da Superintendência Baixo Paranapanema da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP de Presidente Prudente.

### **Olavo Bonifácio da Silva<sup>(2)</sup>**

Técnico em Sistemas de Saneamento e Agrimensura (CPS). Mestre em Ciências na área de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (UNESP). Assessor Técnico da Divisão de Manutenção da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP de Presidente Prudente.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Coronel José Soares Marcondes, 3495 – Jardim Bongiovani – Presidente Prudente – São Paulo - CEP: 19.050-230 - Brasil - Tel: +55 (18) 3904 8010 - e-mail: deciocesco@sabesp.com.br.

### **RESUMO**

O presente trabalho tem como finalidade, apresentar o levantamento efetuado de informações sobre o reservatório do Rio Santo Anastácio que poderão trazer risco ao uso da água superficial que a SABESP utiliza para o abastecimento do município de Presidente Prudente. A referida Bacia abrange parte dos municípios de Presidente Prudente, Regente Feijó, Anhumas, Pirapozinho e Álvares Machado no oeste Paulista. As informações levantadas através de levantamentos de campo e monitoramentos realizados pela SABESP submetem a um melhor controle sobre os efeitos da ação antrópica na bacia, sendo fundamental para a garantia da quantidade e qualidade da água, para a população do município de Presidente Prudente/SP, que utiliza as águas da represa para o abastecimento público.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento público, macrófitas, assoreamento.

### **INTRODUÇÃO**

A disponibilidade hídrica dos mananciais vem sendo afetada pela ocupação humana, seja pelo lançamento de águas servidas que afetam a qualidade da água e lançamento de nutrientes para a eutrofização das suas águas, ou seja pelo assoreamento dos reservatórios de água quando a ocupação remove a vegetação no caso de empreendimentos imobiliários e as chuvas acabam levando o solo para os cursos d'água.

A área de estudo está localizada no alto curso da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, situada na região sudoeste de Presidente Prudente e inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22). A figura 1 mostra a localização do alto curso do rio Santo Anastácio.

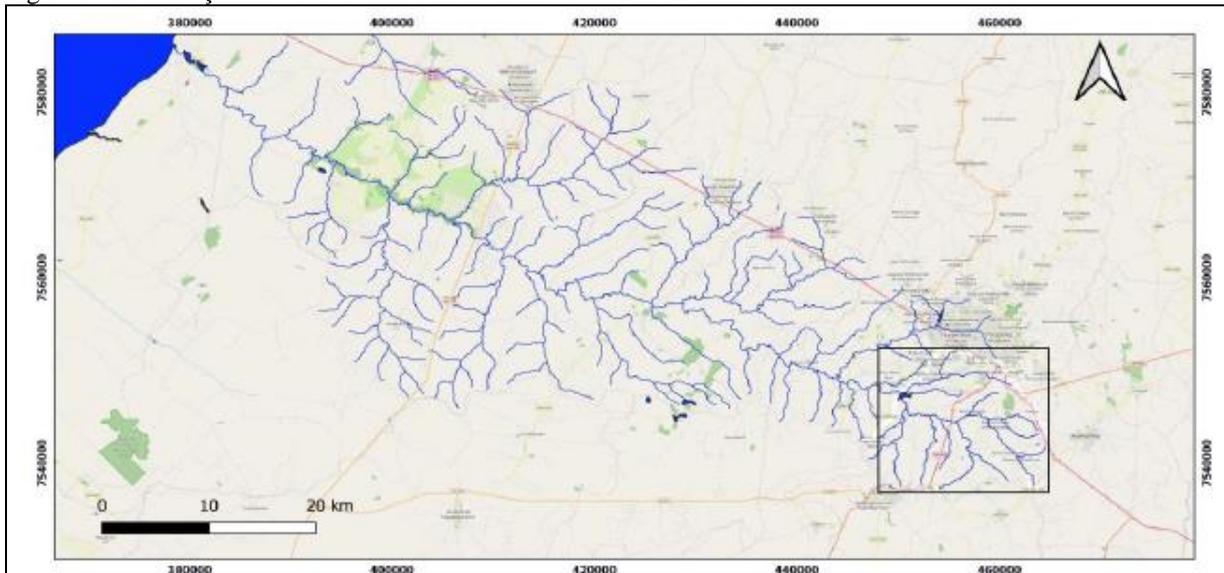
O alto curso do rio Santo Anastácio possui uma área de drenagem de 197,70 km<sup>2</sup> e localiza-se entre as coordenadas 22° 07' 37" S e 22° 16' 52" S e as coordenadas 51° 19' 46" W e 51° 31' 27" W, respectivamente (MATOS, 2014, p. 39 apud Silva, 2021).

No Brasil existe um amplo arcabouço legal que disciplina e orienta quanto ao uso e ocupação do solo, bem como disciplina os limites legais para seu uso, sendo a legislação ambiental bem elaborada e avançada.

O município de Presidente Prudente é o único município dentre os demais que estão dentro da bacia hidrográfica em estudo que possui uma legislação direcionada à proteção dos seus recursos hídricos. Com a lei municipal que disciplina o zoneamento urbano sobre o uso e ocupação do solo, adotam-se critérios rígidos para as áreas urbanas e definem as diretrizes para esse controle. Neste contexto há definição da área que deve ser mantida no entorno do espelho d'água do reservatório do Balneário da Amizade, um dos mananciais usados em caso de emergência para o abastecimento público e foi criada a Área de Proteção e Recuperação de Manancial (APRM) do rio Santo Anastácio. Ressaltamos a importância da legislação municipal, levando-se em consideração que o Córrego do Cedro nasce dentro do perímetro urbano e possui forte pressão imobiliária, o que pode interferir diretamente na qualidade das águas do reservatório do rio Santo Anastácio.

O município de Presidente Prudente possui 03 mananciais superficiais para o abastecimento público sendo o rio do Peixe responsável por 70% e o rio Santo Anastácio por 30% do abastecimento, ficando o balneário da Amizade como uma reserva estratégica (emergencial).

Figura 1 – Localização do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio



Fonte: Elaborado por Olavo Bonifácio, 2021

Cinco municípios possuem parte de seu território inseridos na bacia hidrográfica do alto curso do rio Santo Anastácio, sendo eles: Anhumas, Regente Feijó, Pirapozinho, Álvares Machado e Presidente Prudente. Na tabela 1, é apresentada a área dos municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do alto curso do rio Santo Anastácio, e sua localização está representada na figura 2.

Tabela 1 – Área dos municípios inseridos na bacia hidrográfica do alto curso do rio Santo Anastácio

| <b>MUNICÍPIOS</b>          | <b>ÁREA KM<sup>2</sup> NA BACIA HIDROGRÁFICA</b> | <b>% DE CONTRIBUIÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA</b> |
|----------------------------|--|--|
| <b>ÁLVARES MACHADO</b>     | 12,92  | 6,54   |
| <b>ANHUMAS</b>             | 35,39  | 17,9   |
| <b>PIRAPOZINHO</b>         | 57,09  | 28,88  |
| <b>PRESIDENTE PRUDENTE</b> | 65,29  | 33,02  |
| <b>REGENTE FEIJÓ</b>       | 27,01  | 13,66  |
| <b>TOTAL</b>               | 197,7  | 100  |

Fonte: Elaborado por Silva Apud Nunes (2018)

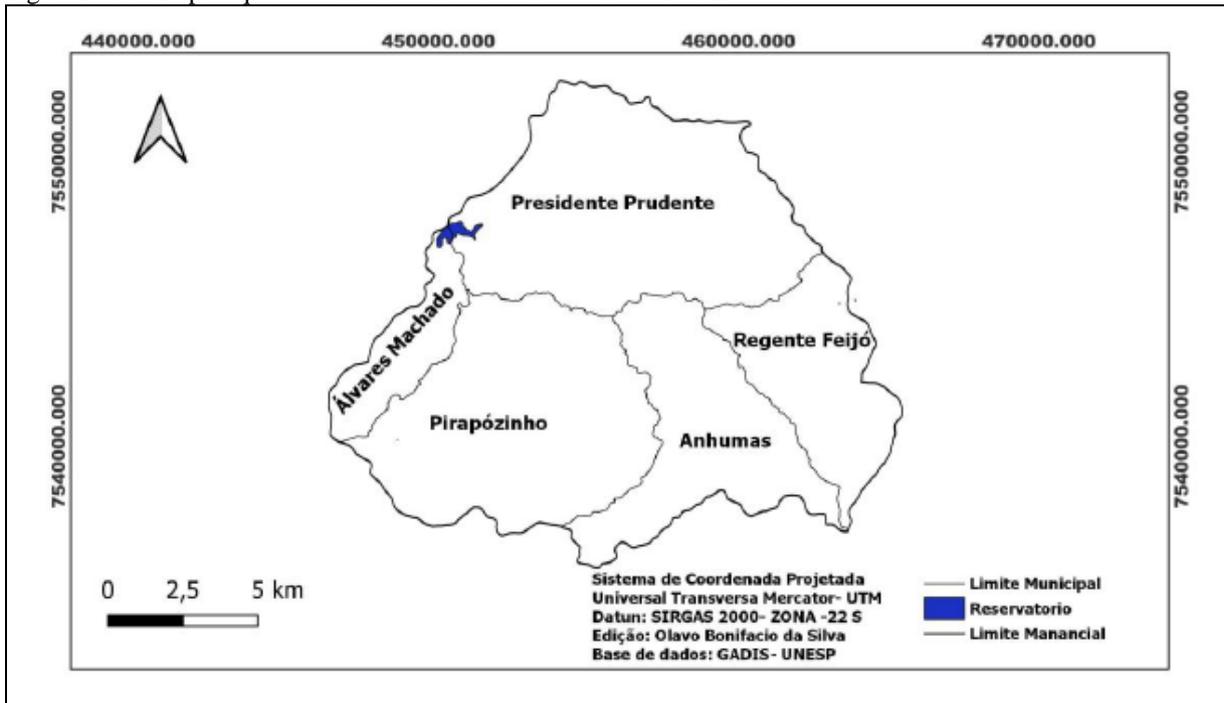
O município de Presidente Prudente mesmo com a lei municipal, as áreas de APP sendo preservadas, vem sofrendo com a ocupação que está afetando o reservatório do Rio Santo Anastácio usado pela SABESP para o abastecimento público, onde havia uma preocupação maior inicial pelo afluente do Córrego do Cedro e Cedrinho que cortam a área urbana. Nestes a pressão dos empreendimentos imobiliários mesmo obedecendo as áreas de proteção ambiental pelas condições da topografia em períodos de chuvas mais intensas acabam provocando erosões com a perda da estabilidade do solo com as obras de infraestrutura e terraplenagem.

Mais recentemente pelo afluente do rio Santo Anastácio que mesmo cortando áreas rurais tem apresentado ocupação de empreendimentos de chácaras sem o tratamento dos esgotos adequadamente, manejo de animais com falta de proteção do solo, locais de turismo e indústrias.

A SABESP mantém monitoramento da qualidade das águas em atendimento à legislação cujos resultados estão dentro dos limites exigidos.

A preocupação tem sido com a redução do volume útil de água do reservatório pelo assoreamento e a quantidade de macrófitas que estão se formando ao longo do curso do rio.

Figura 2 – Municípios que estão inseridos no alto curso do rio Santo Anastácio



Fonte: Elaborado por Silva, 2021

A figura 3 mostra a presença das macrófitas na superfície do reservatório que são movimentadas de acordo com o sentido dos ventos ou por pequenas embarcações. Quando os ventos sopram no sentido do vertedouro as macrófitas se acumulam no entorno formando grandes ilhas desse material. A figura 4 mostra as macrófitas abaixo do vertedouro que no período das chuvas são arrastadas ficando depositadas a jusante no leito do rio.

Figura 3 – Macrófitas na superfície do reservatório do rio Santo Anastácio



Fonte: Autor, 2024

Figura 4 – Macrófitas abaixo do vertedouro a jusante do reservatório



Fonte: Autor, 2024

## OBJETIVOS

Avaliar o volume de reservação atual, comparando os volumes após a ampliação do reservatório em 1988 e ao levantamento realizado em 2021 e 2024.

Avaliar a quantidade de macrófitas que estão se formando no reservatório através da comparação de imagens de satélite pela ferramenta do Google Earth.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Para o levantamento dos volumes do reservatório em 2021 foi utilizado equipamento eco batimétrico, sendo usado um equipamento GPS de estação receptora GNSS, receptor modelo RTK COMNAV T300, e um barco. Em 2024 para coletar os dados foi utilizado o ADCP Rowe numa frequência de 1200mHz, acoplado ao catamarã.

Para avaliação da quantidade de macrófitas foram efetuadas análise de imagens no Google Earth.

## RESULTADOS OBTIDOS

Analisada a evolução do assoreamento visível no reservatório do rio Santo Anastácio, através da observação temporal das imagens de satélites obtidas da plataforma Google Earth, foi possível identificar o início da formação de banco de areia que ocorreu no encontro do córrego do Cedro com o reservatório a partir do ano de 2016.

Para mostrar essa formação do assoreamento as 2 imagens na figura 5 e figura 6 demonstram as alterações da área do reservatório e sua evolução. Na figura 5 temos a área da superfície do reservatório que se manteve sem alteração significativa de forma visível nas imagens no período de sua construção em 1988 até o ano de 2015.

Na figura 6, com base nas imagens dos anos de 2016 a 2021 o processo de formação do banco de areia às margens passou a ser visível conforme demarcado pelos contornos coloridos no centro da imagem que indicam ano a ano a evolução do assoreamento.

A diminuição da área da superfície do reservatório foi observada no período de 2016 a 2021 ficando mantida após o ano de 2022 até o momento.

Figura 5 – Situação do reservatório em 2015



Fonte: Elaborado pelo Autor apud Google Earth

O assoreamento observado na foz do córrego do Cedro criou um barramento no canal do córrego Cedrinho, formando uma área de lagoa que não se comunica com o reservatório principal, não contribuindo com seu volume para o abastecimento público.

Figura 6 – Evolução do assoreamento no reservatório



Fonte: Elaborado pelo Autor apud Google Earth

Na tabela 2, desde o início da formação do banco de areia no reservatório, houve incremento no volume de material depositado no período de maio de 2016 a abril 2021. É importante destacar que os cálculos de área e perímetro foram realizados via Google Earth, após a vetorização do polígono. Isso pode implicar em erros tanto de vetorização, na qual podem ocorrer problemas quanto à presença de plantas aquáticas que possam interferir na delimitação correta do perímetro, quanto do programa.

Entretanto, apesar dos erros inerentes nas medições realizadas, é perceptível a evolução do problema dentro do reservatório.

Tabela 2 - Dados da evolução do assoreamento no reservatório (2016-2021)

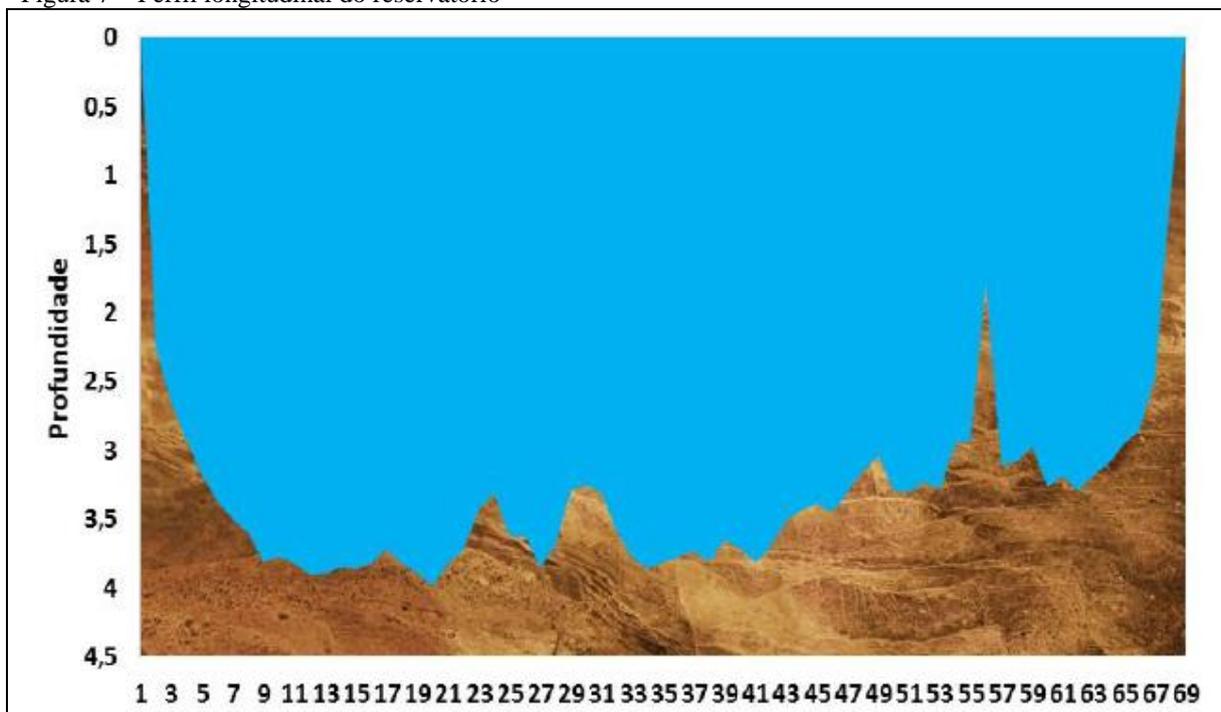
| ANO  | LEG.  | PERÍMETRO | ÁREA (M <sup>2</sup> ) | % EVOLUÇÃO |
|------|---|-----------|------------------------|------------|
| 2016 |  | 829,55    | 23.683,24              |            |
| 2017 |  | 818,29    | 27.275,26              | 13,16      |
| 2018 |  | 888,73    | 32.374,39              | 15,75      |
| 2019 |  | 1055,93   | 36.578,92              | 11,49      |
| 2020 |  | 1033,47   | 35.622,51              | - 2,68     |
| 2021 |  | 968,05    | 33.603,87              | - 5,66     |

Fonte: Elaborado pelo autor apud Google Earth

Assim, ao considerarmos o volume perdido pelo assoreamento provocado pela bacia hidrográfica do córrego do Cedro, este representa uma área de 33.603.87 m<sup>2</sup>.

O levantamento topo batimétrico do reservatório realizado no mês de junho de 2021, com a extração dos dados de profundidade utilizando para tanto um sistema GPS com estação receptora e um barco a remo. Para a geração do perfil longitudinal foram levantados 68 pontos de medição, com equidistância de vinte metros numa extensão de 1.359,27 metros. O perfil longitudinal apresentado na figura 7 apresenta seu traçado em destaque dentro do levantamento batimétrico, permitindo a visualização do relevo submerso da área analisada.

Figura 7 – Perfil longitudinal do reservatório



Fonte: Elaborado pelo Autor apud SABESP (2021)

Com os valores de profundidade do reservatório, foi obtido os dados do reservatório conforme tabela 3

Tabela 3 – Dados do reservatório a partir da batimetria

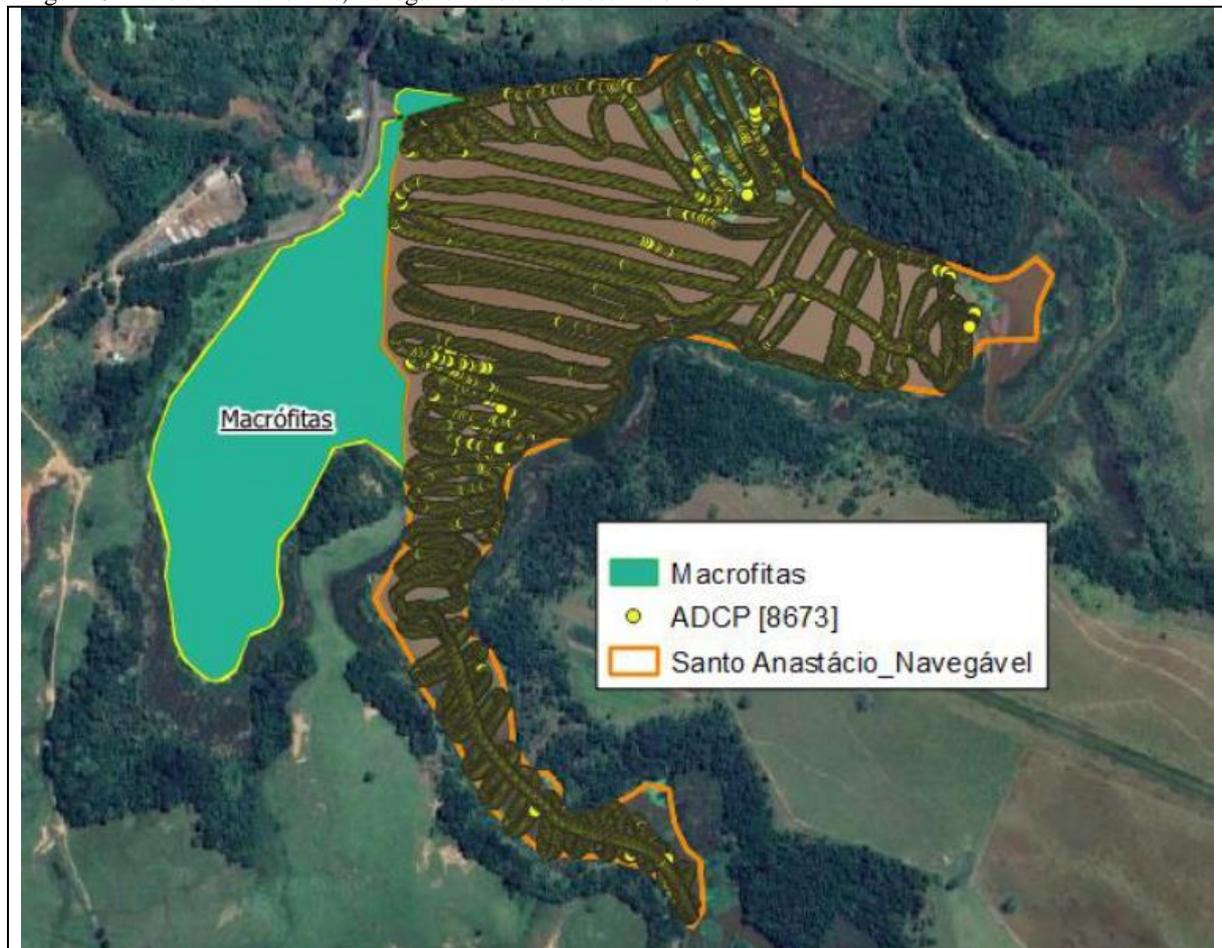
|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>PROFUNDIDADE MÍNIMA MÉDIA E MÁXIMA</b> | <b>1,14 M 3,12 M 3,98 M</b> |
| <b>TEMPO DE RETENÇÃO DE ÁGUA (TDH)</b>    | 26,7 dias                   |
| <b>VOLUME ATUAL</b>                       | 1.482.543,50 m <sup>3</sup> |
| <b>ÁREA ATUAL DA REPRESA</b>              | 496.262,04 m <sup>2</sup>   |
| <b>COMPRIMENTO MÁXIMO</b>                 | 475 m                       |
| <b>LARGURA MÁXIMA</b>                     | 1.040,43 m                  |

Fonte: Elaborado pelo Autor apud SABESP (2021)

O levantamento foi realizado com ADCP Rowe, numa frequência de 1200mHz, acoplado ao catamarã. A Batimetria foi realizada no dia 09 de abril de 2024, foram coletados 8.673 (Oito mil seiscentos e setenta e três) pontos numa área de 373.503,80m<sup>2</sup> (área navegável) e o volume armazenado no dia da batimetria foi 887.270,25m<sup>3</sup>. A batimetria foi realizada somente na área navegável, pois parte da barragem se encontra com muitas macrófitas, impossibilitando a navegação e a coleta de dados com o ADCP.

A área tomada por macrófitas conforme figura 8 é aproximadamente 125.055,40m<sup>2</sup>, a área navegável 373.503,80m<sup>2</sup> e a área total do reservatório é de 498.559,20m<sup>2</sup>, com uma diferença inferior a 0,5% ao levantamento de 2021 que consideramos aceitável pela condição da medição realizada.

Figura 8 – Área de macrófitas, navegável e total do reservatório



Fonte: Elaborado pelo Autor apud SABESP (2024)

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando o espaço temporal entre a ampliação do reservatório em 1988 com volume inicial de 1.720.000 m<sup>3</sup> até o primeiro estudo batimétrico em 2021, num período de trinta e três anos, com valores encontrados na batimetria de 1.482.543,50 m<sup>3</sup> tivemos uma diferença de 237.456.50 m<sup>3</sup>, que corresponde a 13,8% do volume comprometido do reservatório.

Na situação atual (2024), após mais três anos tivemos os estudos batimétricos prejudicados pela presença das macrófitas em 30% da área do reservatório e, podemos observar pelas imagens do Google Earth que não tivemos perda visível significativa da área do reservatório, porém a área coberta pelas macrófitas conduz a necessidade de uma gestão mais efetiva das ações de controle de eutrofização.

Efetuada levantamento dos 05 municípios na bacia temos apenas o distrito de Espigão do município de Regente Feijó com a Estação de Tratamento de Esgotos – ETE operada pela SABESP e as demais ETEs dos municípios tem seus esgotos tratados lançados para outras bacias não contribuindo para o reservatório em estudo. Observado a ocupação de loteamentos de chácaras rurais cujos sistemas individuais necessitam de adequações para o tratamento dos esgotos gerados, bem como presença de indústrias e ocupações com fins comerciais cujos sistemas de tratamento não conseguimos acesso a informação da qualidade dos efluentes lançados nos afluentes do rio Santo Anastácio.

A SABESP em 2022 removeu 150.000 m<sup>2</sup> de macrófitas através dos serviços de dragagem e remoção conforme figura 9. Em 2024, está removendo o material a jusante, conforme figura 10, bem como elaborando estudos para implantação de barreiras ao longo do curso do rio Santo Anastácio para impedir de chegarem no reservatório e, está elaborando estudos para a remoção do existente na superfície do reservatório.

Figura 9 – Remoção das macrófitas em 2022



Fonte: Autor

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Os resultados alcançados pelos dados obtidos nesta pesquisa nos possibilitam apontar sugestões, sobretudo no que tange a questão de manter a disponibilidade hídrica do reservatório do rio Santo Anastácio em garantir o acesso da população aos serviços essenciais do saneamento básico, no pilar abastecimento público.

Por fim, dentro de toda essa dinâmica complexa e incessante, ficou demonstrado que o reservatório continua com seu potencial e cumprindo a missão para a qual foi projetado desde sua criação, em 1988, mantendo um volume útil elevado, seguindo rumo a um futuro que, esperamos, seja repleto de boas ações, no que tange à recuperação das áreas degradadas de sua bacia hidrográfica, de modo a perpetuar para as futuras gerações suas águas em abundância e qualidade.

Como recomendação fica a necessidade de avaliação das fontes de nutrientes que estão adentrando pelos afluentes do reservatório, em especial no curso do próprio rio Santo Anastácio de onde se observa o maior volume de macrófitas chegando no reservatório e, a participação nas definições do uso dos recursos do Comitê de Bacias do Pontal do Paranapanema para que sejam aplicados em pesquisas e ações de recuperação e proteção de toda a bacia.

Figura 10 – Remoção de macrófitas a jusante do reservatório em 2024



Fonte: Autor

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DIBIESO, E. P. Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cedro – Presidente Prudente – SP. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Dissertação de Mestrado, 157 f. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96746>>. Acesso em maio de 2024.
2. DIBIESO, E. P. Planejamento ambiental e gestão de recursos hídricos: Estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do rio Santo Anastácio – São Paulo – Brasil: Tese doutorado, UNESP – Presidente Prudente, 283f. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105072>>. Acesso em maio de 2024.
3. SABESP; Companhia Saneamento Básico do Estado de São Paulo: Levantamento Batimétrico Barragem Santo Anastácio; Presidente Prudente: Relatório Departamento OARL no 17, 18fls, 2024.
4. Silva, Olavo Bonifácio Disponibilidade hídrica para abastecimento público: O caso do reservatório do rio Santo Anastácio no município de Presidente Prudente - estado de São Paulo- Brasil. Dissertação de Mestrado- UNESP - Presidente Prudente 116 f, 2022: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/42b51c3a-1154-4f54-b4f0-71369cc4e692/content>.