

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **USO DE DADOS SWOT PARA DETERMINAÇÃO DE NÍVEL E ÁREA DE SUPERFÍCIE INUNDADA DA REPRESA DO BROA, ITIRAPINA-SP**

*Ingrid Vitória Bispo Zanetti<sup>1</sup> ; Vandoir Bourscheidt<sup>2</sup>; Anaí Floriano Vasconcelos<sup>3</sup>*

**Abstract:** This study was motivated by the need to validate the accuracy and reliability of hydrological parameters obtained from the SWOT (Surface Water and Ocean Topography) satellite, the first orbital instrument capable of simultaneously measuring inland inundated area and water surface elevation. This capability enables the estimation of volume variation in water bodies. The primary objective of this study was to assess SWOT's effectiveness in estimating water surface elevation and inundated area in small-scale reservoirs, with a focus on the Broa Reservoir, located predominantly in Itirapina (SP), Brazil. Data from the SWOT Level 2 Lake Single-Pass Vector Prior product were used alongside water level records from fluvimetric station 62760043 (ANA/SNIRH) and multispectral images from PlanetScope. Reference water surface areas were derived by reclassifying the near-infrared band, which were then compared with SWOT vector data in a GIS environment (QGIS 3.34.11). Water level/area agreement was evaluated using linear regression, Pearson correlation, bias analysis, standard deviation, and the coefficient of variation. Results indicated high accuracy for the elevation variable ( $r = 0.834$ ; standard deviation = 7.2 cm) but lower consistency in area estimates ( $r = 0.199$ ; mean relative error = 4.92%). The relationship between elevation and area was weak, making reliable volume variation estimation unfeasible. This study reinforces SWOT's potential for altimetric monitoring while highlighting the need for improvements in surface area estimation in small-scale reservoirs.

**Resumo:** Este estudo foi motivado pela necessidade de validar a precisão e a confiabilidade das estimativas de parâmetros hidrológicos obtidas a partir do satélite SWOT (Surface Water and Ocean Topography), o primeiro instrumento orbital capaz de medir simultaneamente a área e a elevação da superfície das águas interiores. Essa capacidade permite a estimativa da variação de volume em corpos hídricos. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do SWOT na estimativa do nível e da área inundada em reservatórios de pequeno porte, com foco na Represa do Broa, localizada no município de Itirapina (SP), Brasil. Foram utilizados dados do produto SWOT Level 2 Lake Single-Pass Vector Prior, juntamente com registros de nível da estação fluviométrica 62760043 (ANA/SNIRH) e imagens multiespectrais do satélite PlanetScope. As áreas inundadas de referência foram derivadas por meio da reclassificação da banda do infravermelho próximo, posteriormente comparadas com os dados vetoriais do SWOT em ambiente SIG. A concordância dos níveis/áreas foi avaliada utilizando regressão linear, correlação de Pearson, análise de viés, desvio padrão e coeficiente de variação. Os resultados indicaram alta precisão para a variável elevação ( $r = 0,834$ ; desvio padrão = 7,2 cm), mas menor consistência nas estimativas de área ( $r = 0,199$ ; erro relativo médio = 4,92%). A relação entre elevação e área foi fraca, tornando inviável a estimativa confiável da variação de volume. Este estudo reforça o potencial do SWOT para o monitoramento altimétrico

1) Bacharelado em Gestão e Análise Ambiental, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), email: ingridbispo@estudante.ufscar.br

2) Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos (DCAm/UFSCar), email: vandoir@ufscar.br

3) Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos (DCAm/UFSCar), email: anai.vasconcelos@ufscar.br

e destaca a necessidade de aprimoramentos para permitir a estimativa da área superficial em reservatórios de pequeno porte.

**Palavras-Chave** – Gestão de recursos hídricos; Satélite SWOT; Sensoriamento remoto.

## 1. INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas tem acentuado a frequência e a severidade de eventos hidrológicos extremos, como secas prolongadas e inundações intensas. Tal cenário torna os padrões de disponibilidade hídrica progressivamente mais instáveis e imprevisíveis. Mesmo em nações com abundante oferta de água, como o Brasil, esses fenômenos têm comprometido significativamente a segurança dos recursos hídricos, afetando o abastecimento urbano, a geração hidrelétrica e os ecossistemas aquáticos (MELLO et al., 2021). Segundo Andrade et al. (2020), projeções futuras apontam que, mesmo em bacias historicamente caracterizadas pela regularidade hidrológica, o aumento das temperaturas e a redução das precipitações podem resultar em uma diminuição expressiva da vazão e da disponibilidade de água ao longo do tempo. Diante desse panorama, a gestão dos recursos hídricos enfrenta novos desafios, demandando ferramentas que permitam o monitoramento abrangente e em tempo oportuno da dinâmica dos corpos d'água em diversas condições hidrológicas.

Nesse contexto, a gestão eficaz dos recursos hídricos demanda dados precisos, contínuos e com resolução espacial e temporal adequadas (FEKETE, 2021). No entanto, muitas regiões carecem de séries históricas consistentes de nível, vazão ou volume, o que dificulta o planejamento e a resposta a eventos extremos, por exemplo. Tecnologias de sensoriamento remoto, como o satélite Surface Water and Ocean Topography (SWOT), lançado em 2022 pela National Aeronautics and Space Administration (NASA/USA) e pelo Centre national d'études spatiales (CNES/França), surgem como alternativas promissoras. O SWOT é o primeiro sensor orbital capaz de medir simultaneamente o nível da superfície da água e a área inundada, o que permite estimar a variação de volume e proporcionar uma compreensão mais abrangente da dinâmica hídrica (BIANCAMARIA et al., 2016; NASA, 2022).

Considerando que o monitoramento de reservatórios exige informações sobre nível, área e volume armazenado — variáveis essenciais para o controle de cheias, abastecimento e gestão ambiental —, a capacidade do SWOT em integrar esses parâmetros representa um avanço significativo, especialmente em áreas com lacunas de monitoramento convencional. Desde o seu lançamento, a validação das estimativas orbitais do SWOT vem sendo realizada por meio de comparação com medições de campo obtidas em estações hidrométricas locais, assegurando a robustez dos resultados.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo contribuir com a validação do instrumento ao avaliar a acurácia e a consistência das estimativas de nível da água e área da superfície fornecidas pelo satélite SWOT na Represa do Broa, em Itirapina (SP). Com isso, busca-se contribuir para o fortalecimento do uso de tecnologias orbitais na gestão hídrica, promovendo diagnósticos mais robustos e abrangentes, a fim de subsidiar decisões estratégicas especialmente em contextos com déficit informacional.

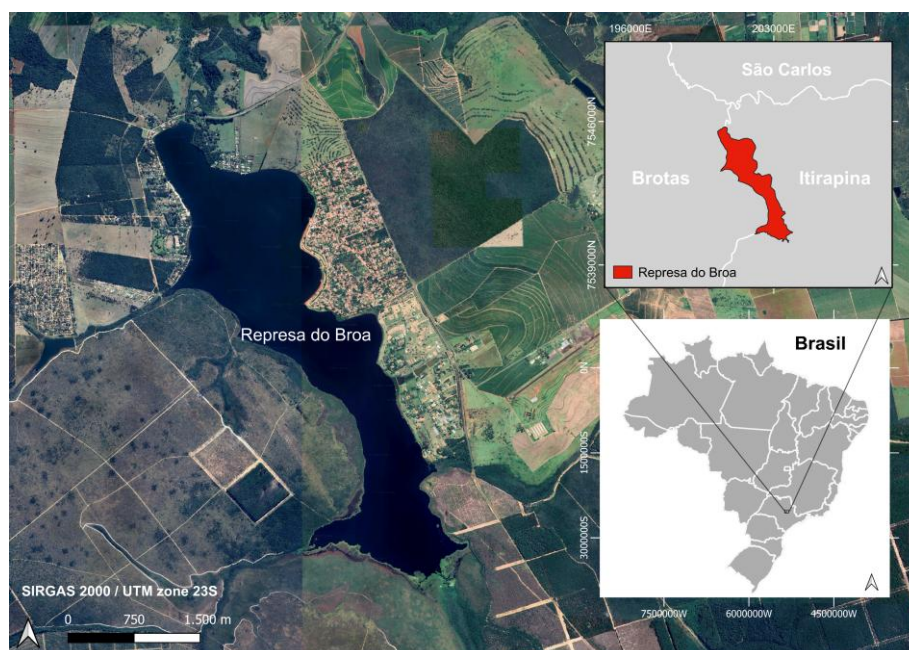
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da Área do Estudo

A Represa do Lobo, também conhecida como Represa do Broa, localiza-se entre os municípios de Brotas e Itirapina (Figura 1), aproximadamente na latitude 22,22°S e longitude 47,86°W (WGS 84). Está inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Itaqueri, pertencente à bacia do rio Jacaré-Guaçu, o qual é afluente da margem direita do rio Tietê (ARGENTON, 2004). A represa é alimentada pelo Rio Itaqueri e por seus afluentes: Ribeirão do Lobo, Córrego Perdizes e Córrego do Geraldo (CAMPREGHER e MARTINS, 2017). A área superficial média da represa é de aproximadamente 5,5 km<sup>2</sup>.

O reservatório foi construído em 1936 com o objetivo inicial de geração de energia elétrica (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 1995). Atualmente, seu uso predominante é voltado à recreação, atividades de lazer e turismo regional, embora o potencial energético ainda seja explorado de forma pontual. O entorno do reservatório está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí-Botucatu-Tejupá, conferindo à região uma importância ambiental significativa. Entretanto, o crescimento urbano e a intensificação do turismo têm gerado pressões antrópicas crescentes, o que inclui a ocupação irregular do solo, a degradação de matas ciliares e impactos adversos na qualidade da água (CAMPREGHER e MARTINS, 2017).

Figura 1 – Localização da Represa do Broa, Itirapina (SP).



Fonte: Elaborado pela autora Ingrid Zanetti, via Google Satellite (2025).

### 2.2 Dados utilizados

O produto principal utilizado neste estudo foi o SWOT Level 2 Lake Single-Pass Vector Prior (SWOT\_L2\_HR\_LakeSP\_prior\_2.0), que se refere ao conjunto de dados vetoriais de corpos hídricos, disponibilizado em formato *shapefile*. Este produto fornece informações geoespaciais vetoriais e

atributos físicos associados a cada corpo hídrico detectado. Dentre os parâmetros extraídos, destacam-se: (i) **wse** (elevação da superfície da água), que indica a altura da superfície da água em metros em relação ao modelo geoidal, com correções para atrasos de mídia e efeitos de maré; e (ii) **area\_total**, que corresponde à área superficial do corpo d'água identificada em quilômetros quadrados.

As órbitas do SWOT possuem uma resolução temporal aproximada de 21 dias, com passagens nas direções ascendente e descendente. No caso da Represa do Broa, os dados foram extraídos das passagens identificadas pelos códigos 436 e 505, que cruzam a área de estudo. Os arquivos foram reprojatados para o sistema de referência espacial SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S (EPSG:31983), adequado para trabalhos cartográficos de alta precisão no território brasileiro. Essa projeção foi escolhida por preservar ângulos e distâncias em escalas locais, sendo ideal para análises métricas como cálculos de área, distância e sobreposição espacial em regiões de latitude média como o estado de São Paulo.

Para a validação da variável área, foram utilizadas imagens da constelação PlanetScope, operada pela empresa Planet Labs. Este sistema orbital é composto por pequenos satélites que capturam imagens multiespectrais com resolução espacial de 3 metros, com cobertura quase diária e oito bandas espectrais, incluindo o infravermelho próximo (PLANET, 2025). A alta resolução espacial e temporal torna o PlanetScope particularmente útil para a delimitação precisa de superfícies d'água em reservatórios de pequeno porte.

No que se refere à validação da variável elevação da superfície da água (wse), foram utilizados dados de nível da estação fluviométrica localizada na própria Represa do Broa (62760043). Essa estação integra a rede nacional de monitoramento operada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), sendo acessível por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). A série histórica de dados de nível hidrométrico foi consultada em datas compatíveis com as passagens do satélite SWOT, possibilitando a comparação direta entre as medições orbitais e os registros in situ. Esses dados são obtidos por meio de sensores de hidro-telemetria automatizados, que oferecem leituras contínuas com alta frequência temporal (ANA, 2025).

## 2.3 Procedimentos Metodológicos

O processamento e a análise dos dados tiveram como objetivo avaliar a acurácia das variáveis hidrológicas estimadas pelo satélite SWOT, com foco nas informações de área inundada e elevação da superfície da água para a Represa do Broa. Para isso, foram conduzidas etapas de processamento espacial, extração de atributos, validação cruzada e análise estatística, conforme descrito a seguir.

Inicialmente, os arquivos vetoriais do produto SWOT\_L2\_HR\_LakeSP\_prior\_2.0 foram obtidos através do portal Earthdata da NASA. Após a seleção das passagens correspondentes aos *Pass ID* 436 e 505, que cruzam a área da Represa do Broa, os dados foram carregados no software QGIS 3.34.11 e reprojatados para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S (EPSG:31983). A partir da tabela de atributos, foram extraídos os valores de “wse” e “area\_total” relativos à feição correspondente à represa. Esses valores foram organizados em uma planilha eletrônica para posterior análise comparativa.

No caso da validação da área, as imagens PlanetScope, adquiridas para datas coincidentes com as passagens do SWOT, foram recortadas para o limite da área de estudo e reprojatadas para o mesmo



sistema de referência. Em seguida, foi realizada uma reclassificação binária na banda do infravermelho próximo, por meio da calculadora *raster* do QGIS 3.34.11. Essa etapa permitiu separar, com base nos valores digitais da imagem, os pixels correspondentes a água dos demais. O *raster* resultante foi então convertido em vetor, e a área do corpo d'água foi calculada diretamente na tabela de atributos vetoriais usando a calculadora de campo. Os valores extraídos foram incluídos na mesma planilha e utilizados como referência para comparação com as áreas estimadas pelo SWOT. Para a validação da variável elevação da superfície da água, os valores registrados pela estação fluviométrica, localizada na própria represa, foram utilizados como referência. Os dados hidrométricos, obtidos em datas compatíveis com as passagens do SWOT, foram alinhados temporalmente e organizados na planilha comparativa.

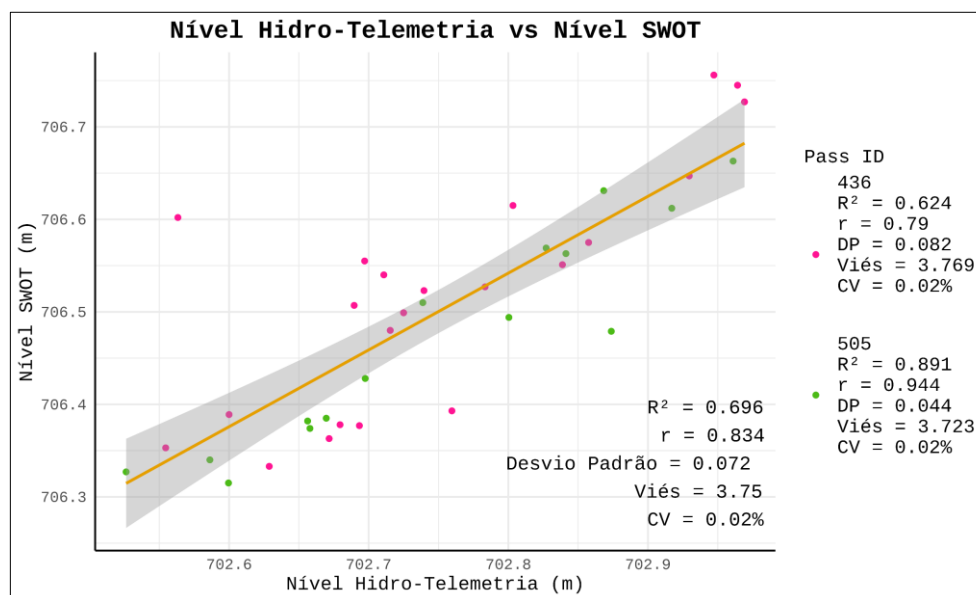
As análises estatísticas foram realizadas em linguagem R, sendo executadas na plataforma Google Colab. Foi aplicada a regressão linear simples para avaliar a relação entre os dados orbitais e os de referência, incluindo o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), utilizado para mensurar a força e direção da associação entre as variáveis. Além disso, foram determinadas métricas de dispersão e acurácia, como o desvio padrão, o viés (diferença média entre os métodos) e o coeficiente de variação (CV), que possibilitaram avaliar a precisão, a consistência e o grau de concordância entre as fontes de dados. Além da análise quantitativa, foi realizada inspeção visual dos polígonos SWOT e dos polígonos extraídos das imagens PlanetScope, por sobreposição em ambiente SIG. Essa etapa qualitativa permitiu verificar se a delimitação espacial dos corpos d'água coincide de forma satisfatória com a superfície inundada visível, fornecendo um critério adicional de validação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da elevação da superfície da água estimada pelo SWOT, em comparação com os dados hidrométricos da estação fluviométrica localizada na represa, apresentou resultados relevantes. Como mostra a Figura 2, os valores de nível fornecidos pelo satélite apresentaram forte correlação linear com os dados de referência ( $r = 0,834$ ;  $R^2 = 0,696$ ), indicando um desempenho consistente na estimativa altimétrica da superfície do reservatório. O desvio padrão foi de 0,072 m, o viés foi de 3,75 m e o coeficiente de variação (CV) extremamente baixo, de apenas 0,02%. Esse viés positivo observado provavelmente decorre da diferença entre os sistemas de referência vertical adotados. Assim, embora exista um deslocamento sistemático entre os valores absolutos, a consistência interna e a estabilidade relativa dos dados SWOT reforçam sua confiabilidade para o monitoramento do nível da água em reservatórios de pequeno porte, mesmo sob condições de baixa variabilidade altimétrica.

Ao desagregar os resultados por passagem orbital, observa-se que os dados da órbita 505 apresentaram desempenho superior na estimativa do nível, com coeficiente de correlação  $r = 0,944$  e  $R^2 = 0,891$ . O desvio padrão foi de apenas 0,044 m, o viés médio foi de 3,723 m e o CV manteve-se em 0,02%. Já para a órbita 436, os resultados foram ligeiramente inferiores, com  $r = 0,790$ ,  $R^2 = 0,624$ , desvio padrão de 0,082 m, viés de 3,769 m e CV igualmente baixo (0,02%). Esses resultados indicam que ambas as órbitas produziram estimativas consistentes e estáveis do nível da superfície da água, com erro relativo muito baixo. No entanto, a órbita 505 apresentou precisão maior, com menor dispersão e maior capacidade de explicação da variabilidade observada nos dados in situ.

Figura 2 – Gráfico de dispersão entre os níveis da superfície da água estimados pelo SWOT e os dados da estação fluviométrica 62760043 (ANA/SNIRH).

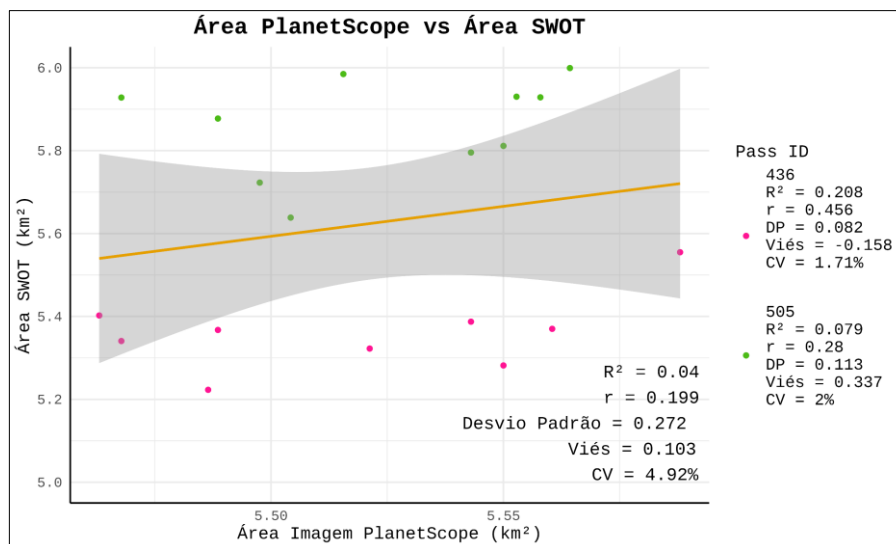


Fonte: Elaborado pela autora Ingrid Zanetti com uso do software R (R CORE TEAM, 2025).

Em relação à variável área da superfície inundada, a comparação entre os valores obtidos pelo SWOT e os polígonos extraídos de imagens PlanetScope indicou menor concordância ( $r = 0,199$  e  $R^2 = 0,04$ ). Como mostra a Figura 3, o desvio padrão foi de  $0,272 \text{ km}^2$ , o viés médio de  $0,103 \text{ km}^2$  e o CV de  $4,92\%$ . Esses valores indicam uma correlação fraca e baixa capacidade explicativa da regressão linear, sugerindo que as estimativas de área fornecidas pelo SWOT não seguem um padrão sistemático bem alinhado com os dados de referência.

A análise dos resultados por passagem orbital revelou que, contrariamente ao primeiro caso, o *Pass ID* 436 apresentou melhor desempenho na estimativa da área inundada. Os valores estatísticos indicaram uma correlação moderada ( $r = 0,456$ ) e  $R^2 = 0,208$ , o que significa que cerca de 21% da variação nos valores estimados pelo SWOT é explicada pelos dados de referência obtidos nas imagens PlanetScope. O desvio padrão ( $0,082 \text{ km}^2$ ), o viés médio ( $-0,158 \text{ km}^2$ ) e CV ( $1,71\%$ ), indicaram um nível razoável de consistência relativa. Já para o *Pass ID* 505, os resultados foram menos satisfatórios: a correlação foi fraca ( $r = 0,280$ ), com  $R^2 = 0,079$ , desvio padrão de  $0,113 \text{ km}^2$ , viés de  $0,337 \text{ km}^2$  e CV de  $2,00\%$ . Esses valores apontam para uma maior dispersão entre os dados de área nessa órbita, com menor capacidade explicativa do modelo linear ajustado.

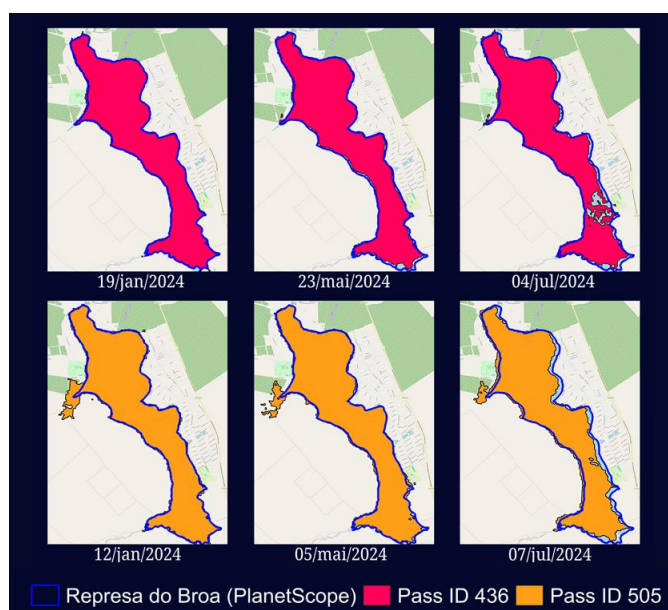
Figura 3 – Gráfico de dispersão entre áreas estimadas pelo SWOT e áreas extraídas das imagens PlanetScope.



Fonte: Elaborado pela autora Ingrid Zanetti com uso do software R (R CORE TEAM, 2025).

Além das métricas quantitativas, a análise visual dos polígonos vetoriais gerados pelo SWOT reforça a diferença de desempenho entre as órbitas. Observou-se que, na maioria das passagens do *Pass ID* 505, há a inclusão recorrente de uma região inundada no quadrante noroeste da represa — uma área que, segundo as imagens ópticas, encontra-se seca nas mesmas datas (Figura 4). Esse padrão indica um erro sistemático de superestimação da mancha d'água.

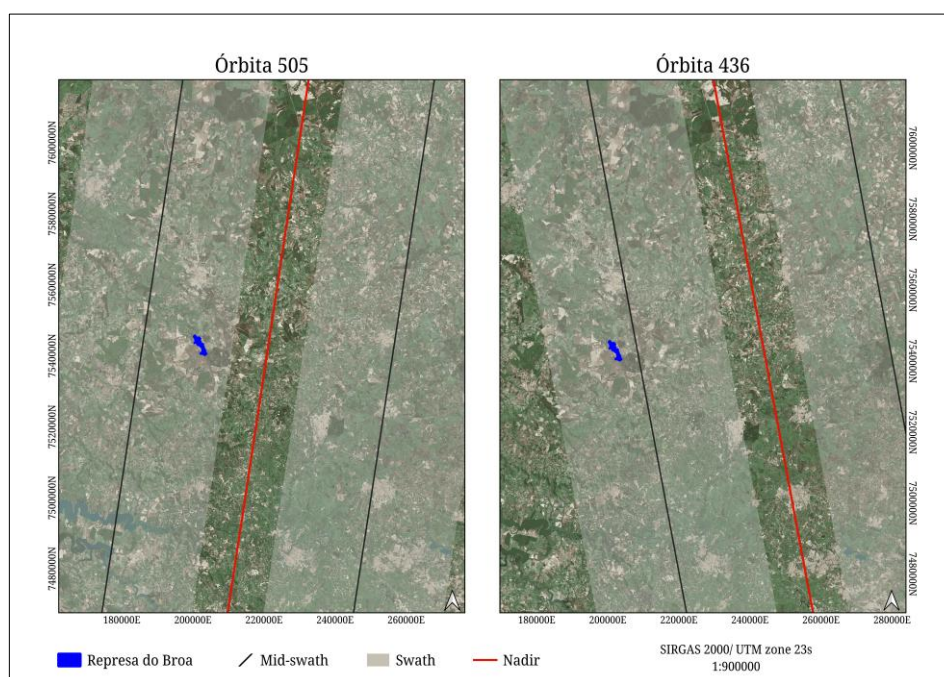
Figura 4 – Comparação visual entre os polígonos de área inundada gerados pelo SWOT e os polígonos obtidos com base em imagens PlanetScope.



Fonte: Elaborado pela autora Ingrid Zanetti, adaptado do QGIS 3.34.11 (2025).

A diferença de desempenho na estimativa de área entre as órbitas 436 e 505 pode estar relacionada com a posição da represa na faixa de observação (*swath*) do SWOT — a área contínua captada pelo sensor em cada passagem. Como mostra a Figura 5, na órbita 436, a represa está próxima ao *mid-swath*, região central onde o radar incide quase perpendicularmente, o que reduz distorções e melhora a precisão. Já na 505, a represa se encontra mais próxima na borda da faixa, mais sujeita a erros angulares e falhas de contorno. Segundo Fernandez (2017), a delimitação de corpos hídricos é mais precisa no meio dessa faixa, o que explica o melhor resultado da órbita 436 e reforça a importância da geometria orbital na interpretação dos dados.

Figura 5 – Posição da Represa do Broa em relação à faixa de observação (*swath*) nas órbitas.

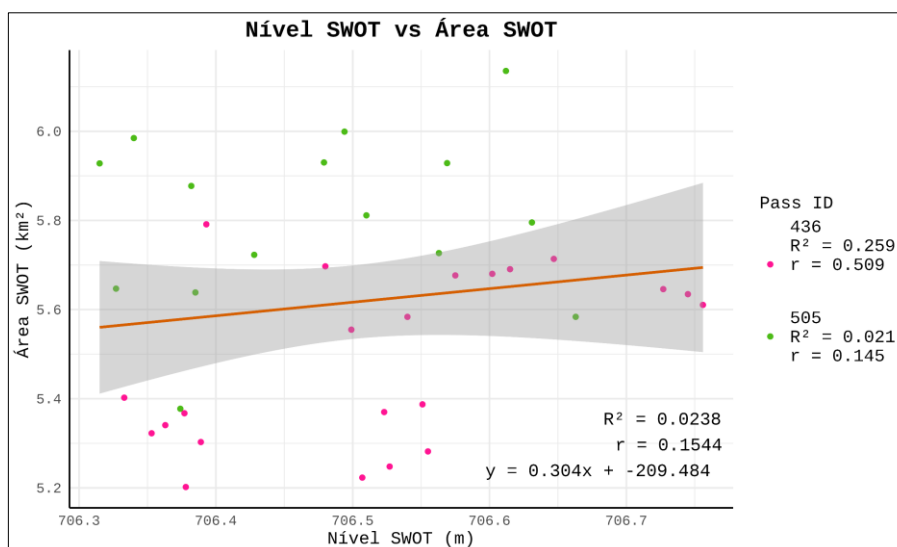


Fonte: Elaborado pela autora Ingrid Zanetti (2025).

Por fim, foi investigada a relação entre as variáveis nível e área estimados pelo próprio SWOT, com o objetivo de verificar a possibilidade de calcular a variação de volume a partir da curva cota  $\times$  área. Como mostra a Figura 6, a análise de regressão indicou correlação muito fraca ( $r = 0,1544$  e  $R^2 = 0,0238$ ) para este caso. O modelo linear ajustado apresentou baixo poder explicativo e alta dispersão residual, o que inviabiliza o uso de uma equação direta para a estimativa volumétrica. Na análise separada por órbita, a órbita 436 apresentou  $r = 0,509$  e  $R^2 = 0,259$ , enquanto a órbita 505 teve  $r = 0,145$  e  $R^2 = 0,021$ , confirmando a ausência de um padrão consistente para esta última.



Figura 6 – Gráfico cota × área estimados pelo SWOT.



Fonte: Elaborado pela autora Ingrid Zanetti com uso do software R (R CORE TEAM, 2025).

Segundo o documento técnico SWOT Mission Performance and Error Budget (FERNANDEZ, 2017), a precisão altimétrica aceitável é de até 10 cm. No presente estudo, essa precisão foi de 5,4 cm, indicando alta estabilidade nas estimativas de nível da água. Para a variável área, o erro relativo máximo admitido pela missão é de 15%. Aqui, o erro relativo médio, representado pelo coeficiente de variação (CV) entre SWOT e PlanetScope, foi de 4,92%. Ambos os indicadores ficaram abaixo dos limites estipulados, o que confirma que, mesmo em cenários de baixa variabilidade topográfica e área reduzida, o SWOT fornece dados compatíveis com padrões técnicos internacionais, reforçando seu potencial para aplicações no monitoramento hidrológico.

#### 4. Considerações finais

Os resultados demonstraram que as estimativas de nível da superfície da água apresentaram forte correlação com os dados de campo, alcançando coeficientes superiores a 0,9, com desvio padrão de apenas 5,4 cm — valor inferior ao limite de 10 cm estabelecido pela missão SWOT. Isso confirma a alta precisão da altimetria orbital, mesmo em um reservatório de pequeno porte. Por outro lado, a variável área apresentou maior dispersão, com correlação fraca ( $r = 0,199$ ) e erro relativo médio de 4,92%. Apesar de estar dentro do limite de 15% definido pela missão, a variabilidade espacial e os erros sistemáticos de contorno indicam a necessidade de cautela em seu uso direto em aplicações operacionais.

A relação entre nível e área, estimada exclusivamente com base nos dados do SWOT, mostrou-se fraca e estatisticamente insuficiente para a construção de uma curva cota × área confiável. Isso inviabiliza, neste caso, a estimativa da variação de volume por integração matemática. No entanto, é plausível supor que, em reservatórios com maior amplitude altimétrica e variação significativa da área superficial, a relação entre essas variáveis seja mais bem definida, tornando possível o uso do SWOT como ferramenta para cálculo de volume de forma mais precisa.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento desta pesquisa por meio do Programa de Iniciação Científica (Processo nº 2024/09253-3). Agradecemos também ao Dr. Renato M. Frasson, do Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA, pela colaboração e apoio na interpretação dos dados do satélite SWOT, cuja contribuição foi essencial para a realização deste estudo. Além disso, somos gratos à Planet (<https://www.planet.com/>) por fornecer acesso às imagens do PlanetScope.

## REFERÊNCIAS

### a) Capítulo de livro

FEKETE, B.; BIRKETT, C.; ANDREU, A. et al., (2021). “*Observations, Monitoring and Data Management*”. In: HANDBOOK OF WATER RESOURCES MANAGEMENT: DISCOURSES, CONCEPTS AND EXAMPLES. Cham: Springer, 2021. p. 385-442.

TUNDISI, J.G & MATSUMURA-TUNSIDI, T. (1995). “*The Lobo-Broa ecosystem research*”. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences and Brazilian Limnological Society, 1995. p.219-243.

### b) Artigo em revista

ANDRADE, C. W. L. et al. (2020). “*Climate change impact assessment on water resources under RCP scenarios: A case study in Mundaú River Basin, Northeastern Brazil*”. *International Journal of Climatology*, v. 40, n. 3, p. 1–17.

BIANCAMARIA, Sylvain; LETTENMAIER, Dennis; PAVELSKY, Tamlin. (2016). “*The SWOT Mission and Its Capabilities for Land Hydrology*”. *Surveys in Geophysics*, v. 37, n. 2, p. 307-337.

CAMPREGHER, R.; MARTINS, R. C. (2017). “*O “Modelo Broa” e a produção de conhecimento científico sobre o meio ambiente*”. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 40, p. 329-344.

MELLO, C. R. et al. (2021). “*Climate Change Impacts on Water Resources of the Largest Hydropower Plant Reservoir in Southeast Brazil*”. *Water*, 13, 1560.

### c) Documentos eletrônicos

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH*. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br>. Acesso em: 19 jun. 2025.

FERNANDEZ, Daniel Esteban. *SWOT Mission Performance and Error Budget*. Pasadena: NASA Jet Propulsion Laboratory, abr. 2017. (JPL D-79084).

NASA. *Surface Water and Ocean Topography (SWOT) Press Kit*. (2022). NASA Jet Propulsion Laboratory. Disponível em: <https://swot.jpl.nasa.gov/resources/press-kit/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

PLANET. *PlanetScope imagery product specifications*. (2025). Disponível em: <https://docs.planet.com/data/imagery/planetscope/>. Acesso em: 19 jun. 2025.

### d) Dissertações

ARGENTON, Érica Cristina. *Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas - SP*. (2004). 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.