

AVALIAÇÃO DE ASSOREAMENTO EM RESERVATÓRIO URBANO

André Almagro^a, Rodrigo de Moraes Pompeu^b, Teodorico Alves Sobrinho^c

^aUniversidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: andre.almagro@gmail.com; ^bUniversidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: rodrigodmpompeu@gmail.com; ^cUniversidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: teodorico.alves@ufms.br

Palavras-chave: Batimetria; Krigagem; Lago do Amor.

Introdução

A erosão, o transporte e a deposição de sedimentos são responsáveis pela modelação da Terra. Quando esta erosão é natural, estes processos geológicos encontram-se em condição de equilíbrio. A partir do momento em que o equilíbrio é rompido, ocorre a erosão acelerada. As perdas de solo na erosão natural são mínimas comparadas às consequentes da erosão acelerada. O homem é o principal agente responsável pela erosão acelerada. Isso ocorre devido a diversos fatores relacionados ao uso e manejo do solo, como a execução de práticas agrícolas inadequadas e realização de grandes obras em locais onde o solo é inapropriado.

A erosão hídrica é a responsável pelos maiores impactos no meio ambiente. O impacto da água sobre o solo é capaz de desagregar as partículas. Os sedimentos são, então, transportados e depositados no leito de rios e reservatórios.

De acordo com Paiva (2001), conhecer a quantidade de sedimentos transportada pelos rios é fundamental para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, uma vez que os danos causados pelos sedimentos dependem da quantidade e da natureza dos mesmos, as quais por sua vez dependem dos processos de erosão transporte e deposição.

Dentre os problemas causados pelos sedimentos transportados pelos rios, está o assoreamento. Este processo pode provocar uma série de danos aos corpos hídricos, como a diminuição da navegabilidade em rios e aumento nas dimensões de enchentes, a inviabilidade no aproveitamento dos mananciais para abastecimento e irrigação e a diminuição no tempo de vida útil dos reservatórios.

Os sedimentos transportados pelas águas tendem a se depositar nos reservatórios devido à redução de fluxo nesses locais, o que diminui gradativamente a capacidade armazenamento dos mesmos. Isso afeta sua vida útil, tornando necessárias sérias intervenções na operação do sistema ou medidas de remediação para o problema (Icold, 1989).

Carvalho (1994) ressalta que além das modificações físicas, os sedimentos depositados no fundo de um lago podem produzir alterações da fauna e flora da região. A água que escoar para a jusante da barragem provoca sérias modificações na paisagem e em todo o curso d'água.

Existem diversas técnicas empregadas em estudos sobre assoreamento de reservatórios. A batimetria é a medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios e é expressa cartograficamente por curvas batimétricas que unem pontos da mesma profundidade com equidistâncias verticais, à semelhança das curvas de nível topográfico.

A batimetria serve para posterior geração de um modelo topográfico do relevo, da superfície do terreno submerso. Diversos instrumentos podem ser empregados na medição de profundidades, dentre eles: o prumo de mão, a máquina de sondar, as estádias e os ecobatímetros (Krueger *et al.*, 2003). O princípio fundamental de funcionamento de um ecobatímetro consiste em que um feixe de ondas sonoras seja emitido verticalmente por um dispositivo instalado na embarcação. O feixe atravessa o meio líquido e atinge o fundo submerso, reflete e retorna para a superfície, onde é captado por um receptor.

Ante o disposto, o presente estudo objetiva avaliar o processo de assoreamento e estimar a vida útil de reservatório artificial urbano, o Lago do Amor, utilizando sofisticados métodos acústicos de batimetria.

Material e Métodos

O Lago do Amor é um reservatório artificial que tem como principal objetivo a contenção de enchentes e oferecimento de uma área de recreação e lazer à população da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Sua origem se deu pelo barramento do curso das águas dos córregos Bandeira e Cabaça, no ano de 1968, pela Prefeitura Municipal. Localiza-se sob as coordenadas geográficas 20°30'16"S e 54°37'03"W e está inserido na Reserva Particular do Patrimônio Natural da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Sua área inicial era de aproximadamente 13 hectares.

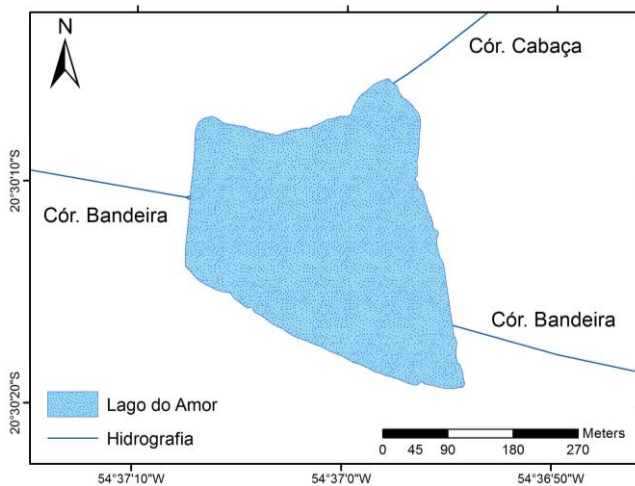


Figura 1: Localização do Lago do Amor.

Para a delimitação da área do Lago do Amor, foram utilizados dois pares de aparelhos GPS geodésico Promark II. Um dos aparelhos foi posicionado e fixado no marco geográfico do Lago do Amor. Os demais aparelhos foram posicionados em pontos referentes à borda do lago, em contato com a superfície da água, para que fosse feita a triangulação entre o aparelho móvel, o aparelho fixo e os satélites e os pares de coordenadas fossem obtidos. Todo o perímetro do Lago do Amor foi percorrido e teve pontos coletados.

O levantamento batimétrico do leito do Lago do Amor foi realizado através de método acústico, utilizando o Perfilador Acústico Doppler, modelo ADCP SonTek RiverSurveyor M9 (figura 2), que emite ondas acústicas de frequência entre 300 e 3.000 Hz e através da frequência de resposta do material do leito, determina a distância entre a fonte e o receptor. O aparelho foi acoplado a uma embarcação motorizada, que percorreu toda a área do lago, coletando pares de coordenadas e a respectiva profundidade do ponto.



Figura 2: Perfilador acústico M9.

Os dados obtidos em campo foram processados em software próprio do aparelho, denominado RiverSurveyorLive, gerando planilha com as informações coletadas em campo. A planilha obtida foi inserida no software Surfer 11 e, utilizando-se o método Kriging de gradeamento, realizou-se a interpolação dos pontos e gerando curvas de nível da área em análise. Como as planilhas fornecidas continham valores de cota Z positivos, necessitou-se multiplicar todos os valores pelo fator -1, para que os dados fossem em termos de profundidade em relação ao nível da água.

Como produto, obteve-se o modelo digital de terreno (MDT) da área levantada. Por meio de algoritmos, calculou-se a área, volume e profundidade média do reservatório.

As sondagens foram realizadas nos anos de 2008, 2011, 2013 (duas vezes) e 2014. Através de análise multitemporal e aplicação de regressão linear nos dados obtidos, obteve-se a estimativa de vida útil do Lago do Amor.

Resultados e Discussão

Com os dados processados (tabela 1), observa-se que desde a primeira medição realizada, em 2008 (figura 3), até a última, em 2014 (figura 4), 51.526 m³ foram assoreados, correspondendo a cerca de 26% do volume total.

Tabela 1: Dados batimétricos e períodos amostrados.

Data	Profundidade média (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Ago/08	2,02	96.474	201.199
Nov/11	1,95	90.120	181.216
Fev/13	1,83	87.322	164.440
Nov/13	1,77	84.638	155.145
Out/14	1,75	82.337	149.673

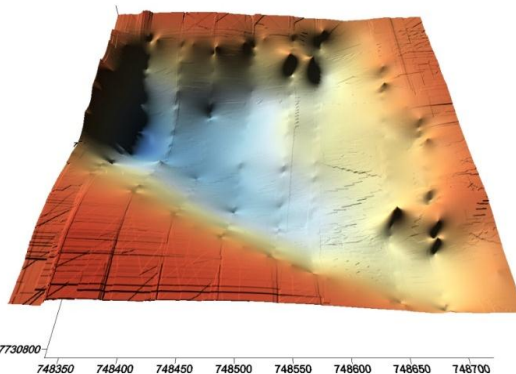


Figura 3: MDT do Lago do Amor no ano de 2008.

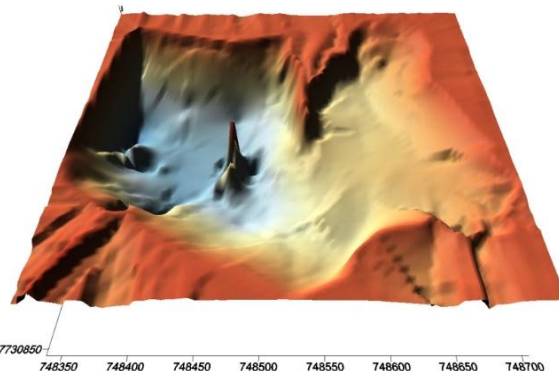


Figura 4: MDT do Lago do Amor no ano de 2014.

Em relação à área do reservatório, houve redução de aproximadamente 15% da área entre 2008 e 2014 (figura 5). Quando analisado com a área inicial, no ano de sua criação, a redução é de 37%, correspondendo a cerca de 40.000 m² perdidos.

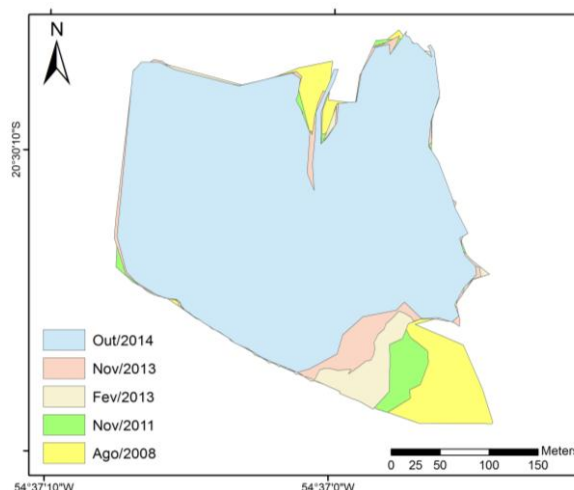


Figura 5: Análise multitemporal da área do reservatório.

A equação geral do processo de assoreamento do Lago do Amor, com base nos levantamentos batimétricos realizados e análise multitemporal (figura 6) é:

$$V = -0,7207t + 203,49 \quad (1)$$

Onde: V é volume do reservatório, em m^3 e t é o tempo desde a primeira medição, em meses.

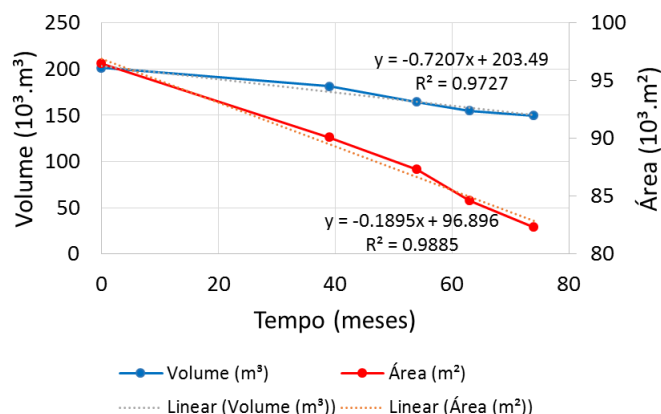


Figura 6: Análise multitemporal do volume e área do reservatório.

Considerando volume igual a zero, é possível estimar a vida útil do reservatório e o ano de desaparecimento do mesmo, considerando taxa de aumento do transporte sólido constante. Para $V = 0 m^3$, obtemos $t \approx 282$ meses. O período corresponde a 23,5 anos e indica que o Lago do Amor tem, ainda, aproximadamente 24 anos de vida útil após o primeiro levantamento e deve desaparecer, se nenhuma medida de controle e prevenção for tomada, em Fevereiro do ano de 2032.

Souza *et al.* (2013) determinou que, para a mesma área de estudo, o ano de 2040 seria o ano final no reservatório. A autora utilizou-se de duas sondagens a menos que o presente estudo. A discrepância entre os resultados, com antecipação do fim da vida útil do reservatório, indica o aumento da pressão exercida por atividades antrópicas nas bacias de contribuição do Lago do Amor e consequente aumento de material sólido carregado e taxa de assoreamento.

Considerações Finais

A taxa de assoreamento do reservatório é crescente e tende a linearidade.

Se nenhuma medida de contenção for tomada, o reservatório estará totalmente assoreado no ano de 2032.

A utilização de perfilador acústico para a determinação da batimetria apresenta-se mais rápida e precisa que métodos tradicionais.

Agradecimentos

Ao CNPq pelas bolsas fornecidas e ao HEroS Laboratório pelo apoio técnico.

Referências bibliográficas

Carvalho, N. O.; 1994. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CRPM): ELETROBRAS, 372 p.

ICOLD, International Commission on Large Dams (1989). Sedimentation control of reservoirs/Maitrise de l'alluvionnement des retenues. Committee on Sedimentation of Reservoirs. Paris.

Krueger, C. P.; Veiga, L. A. K.; Faggion, P. L.; 2003. Levantamento batimétrico no Rio Uruguai. Anais em CD-ROM do XXI CBC, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Paiva, J. B. D.; 2001. Métodos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em Rios. Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas. Porto Alegre. ABRH, 2001. cap. 12, p. 313-364.

Souza, J. S. de; Anache, J. A. A.; Val, L. A. A. do; Ide, C. N.; Alves Sobrinho, T.; 2013. A evolução do volume do reservatório artificial como indicador de assoreamento. Anais do XX SBRH. Bento Gonçalves, RS. Brasil.