

ESTUDO BATIMÉTRICO DE 3 AÇUDES DO SEMIÁRIDO CEARENSE E COMPARAÇÃO COM UM MODELO MORFOMÉTRICO

Tamires Ferreira de Souza¹; Francisca Elennilda Ferreira Correia²; Mariana Guedes Bezerra³; Antonio Ruberdson Pinheiro⁴; Jonathan Alves Rebouças⁵

1 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, mylah24@live.com

2 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, elennildaferreira@gmail.com.

3 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, mariananicklipe@hotmail.com.

4 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, ruberdsonpinheiro96@hotmail.com.

5 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, jalvesreboucas@gmail.com.

RESUMO

Em regiões que sofrem com longos períodos de estiagem é de fundamental importância que haja uma boa utilização dos recursos hídricos. A batimetria é, ainda, o melhor método para se medir capacidade de armazenamento de um açude. Este trabalho comparou os dados de volume medidos em campo por meio de batimetria com a estimativa de um modelo teórico para três açudes do município de Quixeramobim-CE. Os resultados mostraram que para todos os casos o modelo teórico superestimou os valores de volume, com erros de até 50%. Também se percebeu que o erro era inversamente proporcional a razão volume por área de espelho d'água.

PALAVRAS CHAVE: açudes, batimetria e volume.

INTRODUÇÃO

A região semiárida cearense detém uma grande quantidade de açudes que são utilizados como reservatórios para armazenagem de água no período de estiagem. Como a região sofre com secas prolongadas, é necessário que haja uma gestão adequada desses recursos hídricos.

O estudo batimétrico de um açude é sua descrição topográfica. Através desse estudo é possível ter uma medida exata da relação entre área do espelho d'água, volume e profundidade.

Embora a batimetria seja o método mais indicado para avaliação do volume de um reservatório a partir de suas medidas de profundidade, esse método é, por vezes, de difícil logística. Portanto, se faz necessário métodos alternativos para a estimativa do volume armazenado em açudes (ALBERTIN *et al.*, 2010; JAFROODI; ZHANG, 2011; MCMAHON; ADELOYE; ZHOU, 2006; MOHAGHEGH, 2011; NILSSON, 2009; PHIEN, 1993).

Este trabalho tem como objetivo verificar a eficiência do modelo teórico utilizado por BURTE (2008) para a estimativa de volume de três açudes quando confrontado com dados batimétricos reais.

MATERIAL E MÉTODOS

A batimetria nos reservatórios ocorreu com a ajuda da COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ (COGERH) que forneceu todo o material necessário para a conclusão do trabalho. Todas as batimetrias tiveram duração máxima de 2 dias. Os três açudes que tiveram seus perfis batimétricos traçados estão localizados na bacia do riacho da Forquilha. Essa bacia fica localizada totalmente no município de Quixeramobim-CE.

O modelo de ecobatímetro utilizado para a batimetria trabalha em dupla frequência com uma precisão de 10 cm nas medições de profundidade ("Color LCD GPS/WAAS PLOTTER", 2003). O ecobatímetro possui um GPS acoplado que pode trabalhar utilizando a tecnologia WaaS (WLAN as Service). A acurácia na precisão do GPS/WaaS está na faixa de 3 m à 10 m.

O barco utilizado para o trajeto também pertence a COGERH, ele foi utilizado para a coleta de pontos ao longo dos açudes. Foi acoplado a esse barco um motor de 8 CV para o seu deslocamento sem a necessidade de remo e mais de um tripulante na embarcação.

A coleta de pontos ocorria da seguinte forma: a embarcação seguia com um único tripulante a bordo. Esse tripulante era responsável por manobrar o barco em "zig-zag" para que fosse possível capturar o máximo de pontos no açude. Dentro do barco ficavam um notebook, o ecobatímetro e uma bateria de carro. O mesmo operador do barco também operava o ecobatímetro e o computador. A coleta automática de pontos facilitava o processo.

As campanhas de batimetria tiveram início no dia 16/04 e término do dia 25/05 de 2012.

As medidas batimétricas foram comparadas com o modelo teórico utilizado por BURTE (2008) em estudos anteriores na região. A descrição do modelo teórico pode ser encontrada em BURTE (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ecobatímetro foi programado para capturar profundidades a cada 1,5 metros em uma malha muito densa de pontos. As informações sobre as batimetrias estão detalhadas na **Tabela 1**:

Tabela 1- Dados das batimetrias realizadas nos açudes em estudo no ano de 2012.

Açude	Início	Término	Pontos Coletados	Pontos/Área (ha) ⁻¹	Profundidade Máx. coletada (m)
Lagoa Cercada	02/05	02/05	3118	123,38	5,41
Riacho Verde	03/05	04/05	11786	133,90	12,41
Cambito	22/05	23/05	7354	378,69	7,41

As profundidades máximas encontradas durante a batimetria não correspondem aos valores de profundidade máxima dos açudes, mas às profundidades encontradas no dia da batimetria. Todos os açudes durante as batimetrias encontravam-se abaixo do seu nível de sangria. A densidade de pontos (pontos/área) corresponde ao total de pontos coletados em relação à área máxima da bacia hidráulica do açude.

Para estimar a área da bacia hidráulica e montar a curva COTA x ÁREA x VOLUME foi utilizada uma imagem LANDSAT 5 datada do dia 24/07/2004, quando os açudes se encontravam muito próximos de seu ponto de sangria, ou mesmo sangrando.

Na **Tabela 2** estão o volume, a área e a profundidade obtida após a compilação dos dados.

Tabela 2 – Volume máximo, área de espelho d’água máxima e a profundidade máxima encontradas para cada açude.

Açude	Volume (máx.) [m ³]	Área (máx.) [m ²]	Profundidade (máx.) [m]
Riacho Verde	5,63E+06	8,80E+05	16,03
Lagoa Cercada	6,55E+05	2,53E+05	6,67
Cambito	6,26E+05	1,94E+05	9,15

Observa-se que nos três açudes o volume encontrado por BURTE (2008) superestimou o volume real encontrado através da batimetria refinada (**Tabela 3**). Também houveram pequenas diferenças entre os espelhos máximos d’água encontrados (**Tabela 3**). Essa diferença já era esperada uma vez que BURTE (2008) utilizou imagens do satélite SPOT 5 que tem resolução espacial de 5 m e no presente trabalho foi utilizado, para o contorno do espelho d’água máximo do reservatório, imagens do satélite LANDSAT 5, de resolução espacial igual a 30 m. Contudo, acredita-se que a grande diferença encontrada entre os espelhos d’água do açude Lagoa Cercada não é devido a diferença nas resoluções das imagens utilizadas. Acredita-se que BURTE (2008) em seu trabalho considerou dois pequenos reservatórios construídos na afluição do açude como fazendo parte do mesmo. Também se pôde notar que quanto menor a relação Volume-Área (para o volume e a área encontrados nesse trabalho), maior era a diferença encontrada entre os volumes estimados por BURTE (2008) e os volumes encontrados nesse trabalho, **Tabela 3**.

Tabela 3 – Área e Volume encontrados neste trabalho e estimados por BURTE (2008). Vb, Vj e Aj são, respectivamente, o volume máximo encontrado por BURTE (2008), o volume encontrado nesse trabalho e a área máxima encontrada nesse trabalho.

Açude	Área (m ²) (BURTE, 2008)	Volume (m ³) (BURTE, 2008)	$\left(\frac{Vb-Vj}{Vb}\right) \times 100(\%)$	$\frac{Vj}{Aj}$ (m)
Riacho Verde	8,0. 10 ⁵	6,70.10 ⁶	16	6,39
Lagoa Cercada	3,1. 10 ⁵	1,30.10 ⁶	50	2,57
Cambito	1,8. 10 ⁵	9,70.10 ⁵	36	3,21

CONCLUSÃO

Com base nos resultados fica evidente que o modelo utilizado por BURTE (2008) não mostra resultados satisfatórios para a estimativa do volume dos três açudes. Todavia, a dependência entre as relações de volume e área podem e erro do modelo podem trazer uma pista sobre um possível fator de correção dependente dessa razão. Contudo, devido a pequena quantidade de açudes trabalhos, fica impossível aferir uma real dependência entre o erro e os dois parâmetros geométricos. Sugere-se, para trabalhos futuros, que sejam confrontados mais dados batimétricos reais com o modelo utilizado por BURTE (2008) para que seja possível aferir uma relação significativa entre o erro e a relação volume/área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, L. L. *et al.* Cálculo do Volume e Análise da Deposição de Sedimentos do Reservatório de Três Irmãos. *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 15, p. 57–67, 2010. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/novo/detalha.php?id=602&t=Cálculo+do+Volume+e+Análise+da+Deposição+de+Sedimentos+do+Reservatório+de+Três+Irmãos>>.

BURTE, J. *LES PETITS AQUIFERES ALLUVIAUX DANS LES ZONES CRISTALLINES SEMI-ARIDES: FONCTIONNEMENT ET STRATEGIES DE GESTION. Etude de CAS DANS LE NORDESTE BRÉSILIE*. 2008. 173 f. GEN – Universidade federal do Ceará/Université Montpellier 2, 2008. Disponível em: <<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00399714/en/>>.

Color LCD GPS/WAAS PLOTTER. Disponível em: <http://www.furuno.com/en/business_product/pdf/marine/gp1650wdf.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2012.

JAFROODI, N.; ZHANG, D. New method for reservoir characterization and optimization using CRM–EnOpt approach. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, v. 77, n. 2, p. 155–171, maio 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920410511000581>>.

MCMAHON, T. A.; ADELOYE, A. J.; ZHOU, S.-L. Understanding performance measures of reservoirs. *Journal of Hydrology*, v. 324, n. 1–4, p. 359–382, 15 jun. 2006. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002216940500497X>>.

MOHAGHEGH, S. D. Reservoir simulation and modeling based on artificial intelligence and data mining (AI&DM). *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, v. 3, n. 6, p. 697–705, dez. 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875510011001090>>.

NILSSON, C. Reservoirs. In: WATERS, E.-C. G. E. L. B. T.-E. OF I. (Org.). . Oxford: Academic Press, 2009. p. 625–633. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123706263000399>>.

PHIEN, H. N. Reservoir storage capacity with gamma inflows. *Journal of Hydrology*, v. 146, n. 0, p. 383–389, 1 jun. 1993. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002216949390285H>>.