



RECONCILIAÇÃO DE DADOS REFERENTES À OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DO RIO SÃO FRANCISCO

Autor 01¹, Autor 02², Autor 03³

Introdução

As empresas que administram as barragens de reservatórios registram dados diários a respeito da situação dos mesmos e, a partir de modelos físico-matemáticos, acompanham a quantidade de água que entra e sai do sistema. A principal ferramenta utilizada são as curvas cota-volume-área. No entanto, a maioria das curvas cota-volume-área dos reservatórios brasileiros datam da época do projeto do açude, geralmente pelos anos de 1950-1970 (COLLISCHONN, 2016), trazendo incertezas sobre sua validade nos dias atuais.

Uma maior incerteza acerca da curva cota-volume-área do reservatório pode resultar em diferenças significativas em seu balanço de entradas e saídas. Um exemplo disso é o reservatório chinês de Danjiangkou. Nesse reservatório, um erro de observação de cota de apenas 0,01 m resulta em um erro de cálculo de vazão de 3027 m³/s (DENG, 2015). Desse modo, verifica-se que a constante atualização desse método é essencial para uma melhoria de precisão no acompanhamento da situação de reservatórios.

Objetivos

O objetivo desse trabalho é analisar como técnicas de reconciliação podem ajudar a reduzir as incertezas acerca das variáveis de controle de um reservatório de múltiplos usos.

Material e Método

Os dados foram coletados no Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR), que disponibiliza as séries históricas referentes aos mesmos de acesso público e gratuito. Para este trabalho, iniciado em fevereiro de 2017, coletou-se dados referentes à situação do reservatório de agosto de 2006 até julho de 2016.

1

2

3

O modelo proposto está sujeito às seguintes equações e condições: (1) curva cota-área (ABREU, 2016); (2) minimização da função objetivo; (3) sistema matricial de balanço de massa aplicado ao método dos Multiplicadores de Lagrange.

$$Nível = -0,00002 \cdot \text{Área}^2 + 0,0647 \cdot \text{Área} + 530,78 \quad (1)$$

$$\min \sum_i \left(\frac{\text{Valor}_{medido}(i) - \text{Valor}_{Reconciliado}(i)}{\sigma} \right)^2 \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{2}{\sigma_1^2} & 0 & 0 & -1 \\ 0 & \frac{2}{\sigma_2^2} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{2}{\sigma_3^2} & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{Q}_{afluente} \\ \bar{Q}_{defluente} \\ \bar{Q}_{operação} \\ \lambda_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2Q_{afluente}}{\sigma_1^2} \\ \frac{2Q_{defluente}}{\sigma_2^2} \\ \frac{2Q_{operação}}{\sigma_3^2} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Resultados e Discussão

Como mencionado o exemplo do Reservatório de Danjiangkou, pode-se dizer que essa situação de grandes erros não é exclusividade do reservatório chinês, uma vez que qualquer reservatório está sujeito a esse problema já que os métodos empregados para acompanhamento, geralmente, são os mesmos. Como não se tem uma ideia da ordem do erro associado à medida da vazão de operação, simplificou-se que as medidas de vazões afluentes e defluentes tivessem 100% de precisão e exatidão. Desse modo, as diferenças associadas ao erro ϵ estariam somente associadas às vazões imaginárias e possíveis de se calcular. Ao realizar o cálculo dos desvios para quatro diferentes anos, obteve-se:

	2006	2009	2012	2015
Média absoluta (m³/s)	110,07	54,88	41,51	32,75
Desvio absoluto (m³/s)	197,98	56,91	53,17	33,71
Desvio relativo (%)	179,85	103,71	128,07	102,94

Fig. 1 – Tabela de médias e desvios da vazão imaginária de operação para os anos de 2006, 2009, 2012 e 2015.

Os medidores de vazão utilizados no reservatório de Três Marias são os molinetes hidrométricos. Esse instrumento de medida possui um desvio associado à sua medida de cerca de 5% (ALVES, 2010). Desse modo: $\sigma_1 = \sigma_2 = 5,00\%$. E para 2015, $\sigma_3 = 102,94\%$.

Nota-se que qualquer desvio relativo calculado na tabela é muito maior que os desvios associados às medidas de vazão afluente e defluente. E, assim, não se espera grandes alterações aos valores reconciliados devido ao alto valor de desvio. De fato, observou-se isso, a exemplo do ano de 2015:

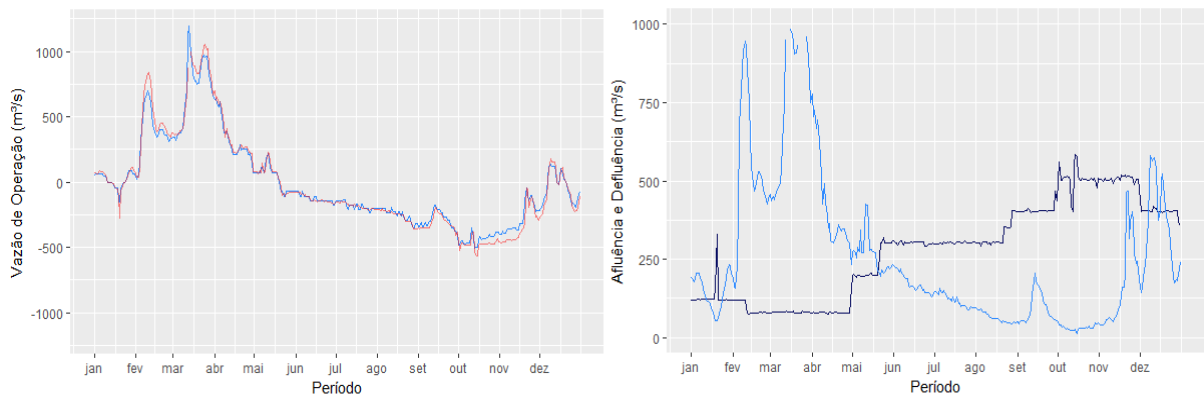


Fig. 2 – Reconciliação das três principais vazões do reservatório para o ano de 2015. No gráfico da esquerda, a linha azul indica a vazão de operação originalmente calculada e a linha vermelha indica as vazões reconciliadas. No gráfico da direita, a linha azul-escuro indica as vazões defluentes e a linha azul-claro indica a vazão afluenta; neste gráfico, não há linha de reconciliação visível pois esta está sobreposta aos originais, já que a sua variação foi praticamente nula.

Conclusão

Pode-se dizer, portanto, que não se obteve resultados satisfatórios devido ao grande erro e incerteza em torno do cálculo da vazão imaginária. Poderia haver uma reconciliação mais satisfatória se as incertezas em torno do cálculo da vazão imaginária não fossem tão grandes. Ao se tomar iniciativas que visem reduzir essas incertezas, ou através do desenvolvimento de novas técnicas, a operação de grandes reservatórios pode apresentar boa melhora, possibilitando um melhor gerenciamento dos reservatórios brasileiros.

Referências

ABREU, L. G. A. C. **Determinação de Variação de Volume na Represa de Três Marias com uso de Radar Altimétrico e Imagens Orbitais**. Belo Horizonte: UFMG, 2016. Tese (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2016.

ALVES, G. M.; REIS, F. J.; DE SOUZA, W. L. C.; JORGE-FILHO, S. L. O. **Medição da vazão da Usina Hidrelétrica de Roncador**. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2010.

COLLISCHONN, B.; CLARKE, R. T. **Estimativa e incerteza de curvas cota-volume por meio de sensoriamento remoto**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2016.

DENG, C.; LIU, P.; GUO, S.; WANG, H.; WANG, D. **Estimation of nonfluctuating reservoir inflow from water level observations using methods based on flow continuity**. Journal of Hydrology, 2015.