

## RESULTADOS PRELIMINARES DOS COEFICIENTES ADIMENSIONAIS DE FORMA E ABERTURA EM PEQUENOS RESERVATÓRIOS NO RIO GRANDE DO SUL

LUZZI, Felipe Cipriani<sup>1</sup>, SANTOS, Cássio Rodinei<sup>1</sup>; DAL'FORNO, Gelson Lauro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria; <sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia Rural. gelsmrs@hotmail.com.

### 1 INTRODUÇÃO

A obtenção do volume de água contido em pequenas barragens é de fundamental importância para garantir a segurança e a operação da obra após a conclusão da mesma e, ainda, para estudos hidrológicos, tais como, o balanço hídrico de uma bacia hidrológica. Uma maneira rápida de determinação desses volumes, mesmo quando não se possuem todos os elementos necessários para tal, é de suma importância para estudos preliminares e até mesmo para projetos.

MOLLE et al (1992) descreve um método que relaciona diretamente o volume, a área superficial e a profundidade de um reservatório. A partir desse método, os coeficientes de abertura "a" e de forma "b" de um reservatório, podem ser determinados com relativa rapidez e eficácia. O presente trabalho visa determinar esses dois parâmetros adimensionais para vários reservatórios situados em diversos municípios do Rio Grande do Sul e, compará-los com os já obtidos e constantes em trabalhos existentes.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para a elaboração deste trabalho foram empregados dados de laudos técnicos de açudagem produzidos pela empresa Topographia, de Santa Maria e uma revisão de bibliografias relacionadas ao assunto proposto.

Dos laudos técnicos referidos, até o presente momento, foram analisados 32 pequenos reservatórios situados nos municípios de Santa Maria, São Pedro do Sul, São Gabriel, São Sepé, São Vicente do Sul, Dilermando de Aguiar, Itaara, Restinga Seca, São Lourenço do Sul e Uruguaiana. Os Laudos continham valores de volume acumulado, área superficial e altura do nível de água dos reservatórios.

Para o procedimento de cálculo dos parâmetros, DAL'FORNO (1996) relata que o volume de um reservatório pode ser representado por uma função do tipo:

$$v = a h^b \quad (1)$$

em que "h" é o nível da água no reservatório, medida em relação a um plano de referência, "v" o volume de água correspondente à altura e as constantes "a" e "b" são denominadas de coeficiente de abertura e de coeficiente de forma do reservatório, respectivamente.

Para a solução da equação acima, necessita-se saber a área superficial do reservatório. A partir da derivação de (1), encontrou-se:

$$A = abh^{(b-1)} \quad (2)$$

em que “A” é a área superficial do reservatório.

Com o propósito de encontrar “a” e “b”, as relações matemáticas a seguir foram empregadas para a obtenção dos resultados:

- I. Aplicando o logaritmo neperiano ( $\ln$ ) em (1) e (2):

$$\ln v = \ln a + b \ln h \quad (3)$$

$$\ln A = \ln a + \ln b + b \ln h - \ln h \quad (4)$$

- II. Multiplicando a equação (4) por (-1) e, após somando (3) e (4) resulta o valor de “b”:

$$\ln b = \ln A + \ln h - \ln v$$

$$\ln A + \ln h - \ln v = m$$

$$b = e^{(m)} \quad (5)$$

- III. Com os valores obtidos anteriormente em (5) para “b” foi encontrado o valor de “a” a partir de:

$$\ln v = \ln a + b \ln h$$

$$\ln a = \ln v - b \ln h$$

$$\ln v - b \ln h = n$$

$$a = e^{(n)}$$

Os resultados foram todos alcançados a partir da inclusão em uma planilha eletrônica do programa Excel das fórmulas, mencionadas acima e, dos dados contidos nos laudos. Após, gráficos foram gerados para melhor compreensão dos parâmetros encontrados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, através de planilha eletrônica, foram distribuídos em dois gráficos que estão apresentados a seguir na figura 1.

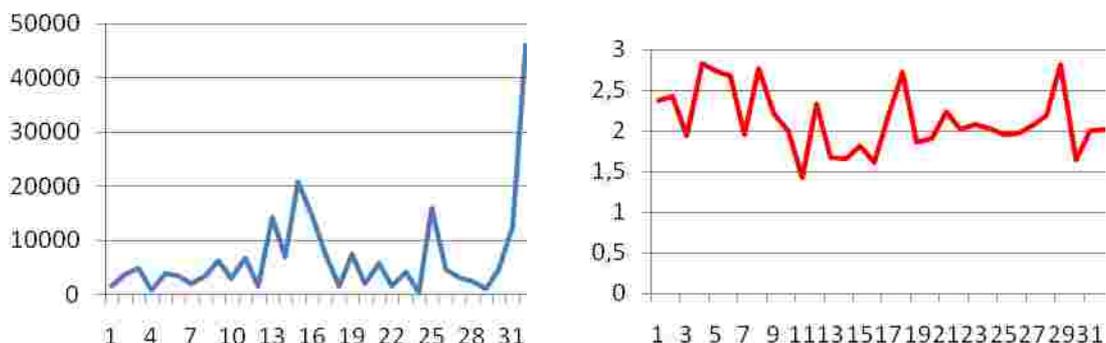


Figura 1: distribuição dos valores do parâmetro de abertura “a” (azul) e de forma “b” (vermelho) para os 32 açudes analisados no RS.

Pode-se observar, através da figura 1 e da tabela 1, que o parâmetro “a” tem uma distribuição com aspecto regular, com 56,25% dos valores entre 2000 e 8000, que segundo MOLLE *et al.* (1992), caracteriza o reservatório como pequeno ou médio. Os dois principais casos, em que se observou grande discrepância em relação aos valores obtidos, são os das amostras dos municípios de São Lourenço do Sul e de Uruguaiana. Observa-se, que os dois municípios situam-se em regiões mais distantes da região central do Estado, onde se encontram os outros reservatórios estudados e que possuem uma característica de relevo diferenciadas.

Tabela 1 – Frequência observada nos valores do parâmetro “a” em 32 açudes localizadas em municípios do Rio Grande do Sul, segundo diversos intervalos de classe.

Intervalos de “a”	Frequência Observada	Porcentagem
< 2000	8	25,00%
2000 < a < 8000	18	56,25%
> 8000	6	18,75%

Os resultados proporcionados por DAL’FORNO (1996) e, que se referem a reservatórios situados nos municípios riograndenses de Uruguaiana, Dom Pedrito, Alegrete e Itaqui apresentam valores para o coeficiente de abertura bastante diferenciados dos aqui obtidos, ou seja: 8% dos valores se situam abaixo de 25.000, 66,5% estão entre 0 e 100.000 e que os valores acima de 100.000 representam 33,48%. Esses resultados confirmam a diferença de ondulação topográfica existente entre as regiões estudadas.

Para uma melhor avaliação e comparação dos resultados obtidos para o parâmetro “b”, foi feita uma avaliação da frequência dos acontecimentos. As tabelas 2 e 3 mostram, respectivamente, a análise feita por DAL’FORNO (1996) e no presente trabalho.

Tabela 2 – Frequência observada nos valores do parâmetro “b” em 224 barragens localizadas em quatro municípios do Rio Grande do Sul, segundo diversos intervalos de classe (DAL’FORNO, 1996).

Intervalo	Frequência	Intervalo	Frequência	Intervalo	Frequência
1,00 – 1,50	2	2,01 – 2,25	143	2,76 – 3,00	2
1,51 – 1,75	4	2,26 – 2,50	28	3,01 – 3,25	2
1,76 – 2,00	37	2,51 – 2,75	4	3,26 – 5,50	2

Tabela 3 – Frequência observada nos valores do parâmetro “b” em 32 açudes localizados em municípios do Rio Grande do Sul, segundo diversos intervalos de classe.

Intervalo	Frequência	Intervalo	Frequência	Intervalo	Frequência
1,00 – 1,50	1	2,01 – 2,25	11	2,76 – 3,00	3
1,51 – 1,75	4	2,26 – 2,50	3	3,01 – 3,25	0
1,76 – 2,00	7	2,51 – 2,75	3	3,26 – 5,50	0

Constata-se, na tabela 3 que o intervalo de 2,01 a 2,25 tem o maior número de acontecimentos o que é semelhante aos resultados mostrados na tabela 2 e obtidos por DAL’FORNO (1996). HAGER *et al.* (1985), estudando 60 lagos, em diferentes regiões da Suíça, obteve o valor médio de 2,22 para o coeficiente de forma e um intervalo entre 1,4 e 3,5, o que nos remete a semelhanças, também, a

este autor, visto que, o valor médio, aqui obtido, é 2,13 em um intervalo de 1,4 a 2,9. Já em MOLLE *et al.* (1992) há diferenças nos valores encontrados, sendo a média 2,7 e apenas 20% das amostras saem do intervalo de 2,2 a 3,2.

#### 4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, percebe-se que para o coeficiente de forma “b” existe muita semelhança dos resultados, aqui obtidos, para a região central do Rio Grande do Sul e os obtidos por DAL’FORNO (1996) para a região de fronteira do Estado do Rio Grande do Sul. Já para o coeficiente de abertura “a” existe uma maior variação, o que é explicável pela característica do relevo na fronteira ser menos ondulado do que na região central. Apesar das semelhanças obtidas para o coeficiente de forma, é necessário o estudo de um maior número de casos para que se verifique a possibilidade de generalizações sem risco de erros significativos. Quanto ao coeficiente de abertura verifica-se que existe uma grande variação em suas grandezas, o que não permite, até o momento, nenhuma generalização e conseqüentemente, estudos mais aprofundados deverão ser realizados.

#### 5 REFERÊNCIAS

DAL’FORNO, G. L. **Modelo semi – analítico para análise de vertedouros em pequenos reservatórios**, 1996, Dissertação em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Agrárias, 19 de agosto de 1996.

HAGER, W. H. & SINNINGER, R. Flood Storage in Reservoirs. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, ASCE, v. 111, n.1, p. 70 – 85, 1985.

MOLLE, F. & CADIER, E. **Manual do Pequeno Açude**. Recife: Gráfica e Editora Liceu, 1992. 521 p.