

GESTÃO DE PEQUENOS AÇUDES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Elves Mauro Boa Esperança Dos Santos¹, George Leite Mamede².

Resumo: A região nordestina do Brasil é caracterizada como semiárida, pois possui um elevado déficit hídrico atmosférico, com precipitação variando de 500 a 1000 mm/ano. Como consequência o Nordeste é altamente povoado, com uma população de mais de 25 milhões de habitantes, que torna de suma importância o estudo de conservação de água e solo. Diante desse cenário, a solução para o suprimento hídrico tem sido a construção de reservatórios superficiais através de barramento de cursos de água, discutido por Araújo e Medeiros (2013). Milhares de pequenos reservatórios têm sido desprezados no processo de gestão dos recursos hídricos, sobretudo pela falta de dados técnicos e limitação na capacidade gerencial do órgão gestor de monitorar individualmente cada um destes açudes (Alexandre, 2012). Apesar dessas dificuldades, é necessária definição de uma metodologia que possibilite a inclusão de todos os reservatórios da rede na gestão das grandes bacias, com intuito de fornecer água de ótima qualidade para a população local. Portanto o projeto GEPASA (Gestão de Pequenos Açudes no Semiárido) teve como objetivo gerir esses açudes a partir de análise hiper-espectral. Os resultados das Equações 9, 10 e 11 demonstram que é possível se obter valores distintos de volume para áreas similares, desde que as características geométricas dos açudes tais como profundidade (desnível) e comprimento longitudinal sejam distintos, o que é razoável.

Palavras-chave: Redes de reservatórios. Armazenamento hídrico. Sensoriamento remoto.

INTRODUÇÃO

No Nordeste Brasileiro o abastecimento hídrico depende, em grande parte, da água armazenada em reservatórios superficiais, o que impulsionou o desenvolvimento de uma densa rede com estas estruturas de diferentes tamanhos (Lima Neto et al. 2011; Malveira et al. 2012; Mamede et al. 2012; de Araújo e Medeiros, 2013). A pequena açudagem representa a maior parcela dos reservatórios superficiais, entretanto estudos sobre sua importância na gestão de recursos hídricos ainda são incipientes. Milhares de pequenos reservatórios têm sido desprezados no processo de gestão dos recursos hídricos, sobretudo pela falta de dados técnicos e limitação na capacidade da gerência do órgão gestor de monitorar individualmente cada um destes açudes (Alexandre, 2012). Apesar

¹ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: elvesfixe14@gmail.com.

² Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: mamede@unilab.edu.br.

dessas dificuldades, é necessária definição de uma metodologia que possibilite a inclusão de todos os reservatórios da rede na gestão das águas das grandes bacias.

O objetivo geral desta proposta é o desenvolvimento de métodos, baseados em técnicas de sensoriamento remoto, para a gestão desses pequenos açudes no semiárido brasileiro. O desempenho das equações testadas foi avaliado pelo coeficiente de Nash-Sutcliffe (Nash e Sutcliffe, 1970).

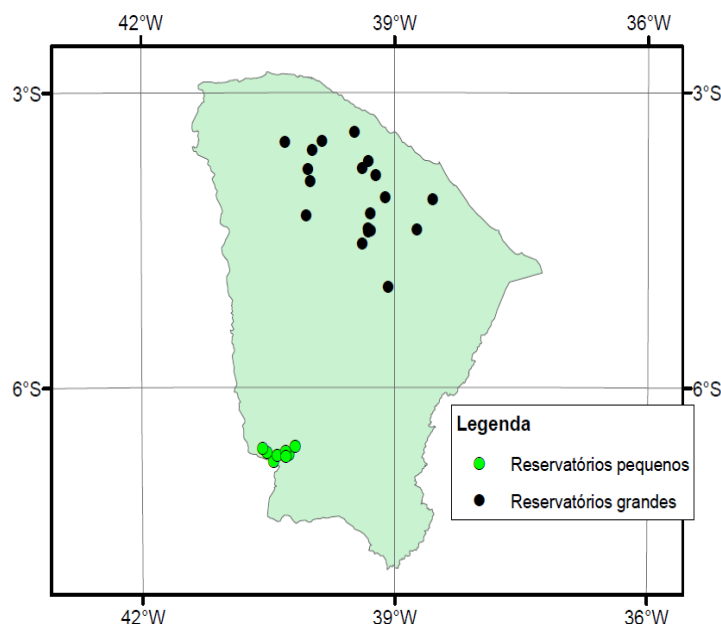
METODOLOGIA

Inicialmente foram identificados os reservatórios de bacias estratégicas do Estado do Ceará, usando imagens de satélite de período úmido. Admitiu-se que, nestes anos com precipitação notavelmente superior à média, a área levantada dos espelhos d'água aproxima-se da área máxima das bacias hidráulicas dos açudes, que posteriormente foram usados para estimativa da capacidade de armazenamento hídrico dos reservatórios usando relações de área e volume, extrapoladas para a bacia a partir dos dados de uma amostra significativa de reservatórios da bacia hidrográfica do açude Pereira de Miranda (açude Pentecoste), com área de aproximadamente 3200 km².

Em seguida usando o software Arcgis (versão 10.2), fez-se a delimitação da bacia hidrográfica em estudo (Bacia do Açude Pentecoste), e estimou-se automaticamente característica geométrica da pequena açudagem tais como comprimento, declividade ao longo do perfil longitudinal e desnível na entrada e saída dos seus 718 reservatórios desta bacia.

Posteriormente usou-se uma amostra de 29 reservatórios, sendo que 19 (reservatórios grandes) são monitorados pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) distribuídos no Estado do Ceará e os restantes reservatórios (reservatórios pequenos) foram coletados em campo para definir a equação de regressão que relaciona o volume armazenado com os parâmetros de área, comprimento, declividade e desnível (Figura 1). Para isto utilizou-se o software Labfit (SILVA,2004), que permite testar cerca de 250 equações com até duas variáveis independentes na sua versão gratuita. O desempenho das equações testadas foi avaliado pelo coeficiente de Nash-Sutcliffe (Nash e Sutcliffe, 1970).

Figura 1-Localização dos açudes utilizados para o teste das equações.



Para se comparar o volume obtido pelas equações encontradas no Labfit, calculou-se um novo volume armazenado utilizando a equação abaixo, proposta por Molle (1989) que foi desenvolvida com base nos dados de 416 reservatórios localizados na região semiárida do nordeste brasileiro, e relaciona área em m^2 e volume em m^3 do reservatório:

$$Volume = d \left(\frac{A}{c.d} \right)^{(c/c-1)} \quad (1)$$

em que, c e d são constantes empíricas descritas pela geometria do reservatório com valores médios de 2.7 e 1500, respectivamente (MOLLE, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

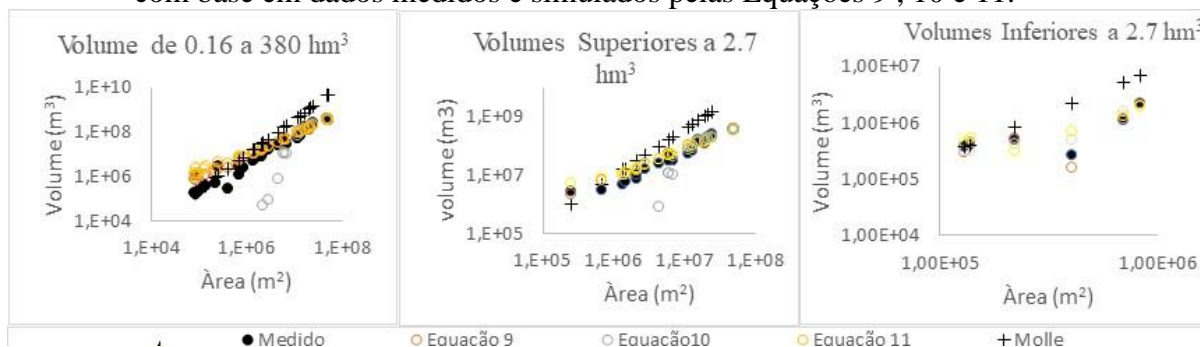
Foram analisadas 11 equações resultante de combinações de variáveis para o cálculo do volume armazenado nos 29 reservatórios considerado neste estudo. A Tabela 1 apresenta as 3 equações que apresentaram melhores desempenho para diferentes cenários. Os resultados mostram, ainda, que a equação de Molle teve um desempenho insatisfatório na aplicação de coeficientes regionais médios ($c = 2.7$ e $d = 1500$) para reservatórios com volumes superiores a 2.7 hm^3 , realçando assim que essa mesma equação não se ajusta bem a grandes reservatórios.

Tabela 1-Comparação das equações obtidas pelo software Labfit

Testes	Variáveis	Equação	a	b	NS
Molle	Área (A)	$V=b*(A/(a.b))^{a/(a-1)}$	2,7	1500	-124,43
Eq. 09	Área (A) e Comprimento (L)	$V=a*A+b*L^2$	5,75E+00	3,53E-01	0,98
Eq. 10	Área (A) e Declividade (X1)	$V=a*X1^{(b/A)}$	6,26E+08	3,67E+06	0,97
Eq. 11	Área (A) e Desnível (X2)	$V=a*A+b*X2^2$	7,66E+00	1,79E+04	0,96
Molle	Área (A)	$V=b*(A/(a.b))^{a/(a-1)}$	2,7	1500	-151,65
Eq. 09	Área (A) e Comprimento (L)	$V=a*A+b*L^2$	5,76E+00	3,53E-01	0,97
Eq. 10	Área (A) e Declividade (X1)	$V=a*X1^{(b/A)}$	6,26E+08	3,67E+06	0,96
Eq. 11	Área (A) e Desnível (X2)	$Y=a*A+b*X2^2$	7,63E+00	2,23E+04	0,96
Molle	Área (A)	$V=b*(A/(a.b))^{a/(a-1)}$	2,7	1500	-9,91
Eq. 09	Área (A) e Comprimento (L)	$V=a*A+b*L^2$	2,63E-01	3,88E-01	0,96
Eq. 10	Área (A) e Declividade (X1)	$V=a*X1^{(b*A)}$	2,45E+05	-4,57E-07	0,41
Eq. 11	Área (A) e Desnível (X2)	$V=a*X2+b*A^2$	4,93E+04	2,31E-06	-0,87

A figura abaixo mostra o comparativo dos volumes calculados pelas equações mencionadas na tabela acima com o volume medido dos 29 reservatórios usados para determinar essas mesmas equações (9,10 e 11).

Figura 1- Comparação da relação volume x área para os 29 reservatórios considerados com base em dados medidos e simulados pelas Equações 9 , 10 e 11.



A partir do gráfico acima podemos concluir que a equação proposta pelo Molle apresenta uma discrepância maior em relação ao volume medido quando comparados com as equações 9, 10 e 11, tendência de superestimativa dos valores de volume quando aplicada a grandes reservatórios. As Equações 9, 10 e 11 apresentaram bom desempenho da determinação do volume dos reservatórios com base na sua área, com a inclusão de uma segunda variável comprimento e desnível, respectivamente. A inclusão de uma

segunda variável permite a diferenciação de volumes daqueles reservatórios com mesma área e características geométricas distintas como profundidade e comprimento.

Podemos verificar ainda que a equação de Molle quando aplicada a reservatórios pequenos (Volumes inferiores a 2.7 hm^3) apresenta um resultado satisfatório em relação ao volume medido, mas, no entanto, não apresenta melhor desempenho quando comparada com as equações 9, 10 e 11.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados podemos concluir que a equação de Molle teve um desempenho insatisfatório na aplicação de coeficientes regionais médios ($c = 2.7$ e $d = 1500$) para reservatórios com volumes superiores a 2.7 hm^3 . Os resultados das Equações 9, 10 e 11 demonstram que é possível se obter valores distintos de volume para áreas similares, desde que as características geométricas dos açudes tais como profundidade (desnível) e comprimento longitudinal sejam distintos, o que é razoável.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE D.M.B. Gestão de pequenos sistemas hídricos no semiárido nordestino. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade do Ceará, Fortaleza – CE, 2012.
- ASTILL H.L.; LAVERY P.S. The dynamics of unattached benthic macroalgal accumulations in the Swan–Canning estuary, *Hydrological Processes* 15: 2387–2399,
- BARKO J.W.; SMART R.M. Sediment Related Mechanisms of Growth Limitation in Submersed Macrophytes. *Ecology* 67(5): 13281340, 1986.
- COSTA A.C.; FOERSTER S.; de ARAÚJO J.C.; BRONSTERT A. Analysis of channel transmission losses in a dryland river reach in northeastern Brazil using series, groundwater level series and multitemporal satellite data. *Hydrological Processes* 27(7): 10461060, 2013.
- SILVA, Wilton. **LAB Fit Ajustes de Curvas**. Departamento de Engenharia Eletrônica, ITA, S.J. Campos. SP, Brasil. 2004.