UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto n°17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

APRIMORAMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS AGRÍCOLAS

Jadson Alves da Costa[1]; Anderson de S. M. Gadea[2]

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Nome do Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: costajadson2001@hotmail.com

2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: gadea@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Água de chuva; captação da água de chuva; TOROH.

INTRODUÇÃO

As condições impostas pelo Semiárido brasileiro dificultam a permanência e diminui a qualidade de vida dos sertanejos. Isso acontece por conta do déficit hídrico, decorrente de uma precipitação média anual de 750 mm, e uma evapotranspiração média anual de 2500 mm (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012). Além disso, essas localidades são muito afetadas pelas secas e estiagens e são caracterizadas por solos rasos com baixa capacidade de infiltração e recursos hídricos subterrâneos escassos (COSTA; SILVEIRA, 2017). Assim, é de grande valia uma solução que permita o armazenamento de água da chuva para fins de irrigação. O Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) tem difundido duas tecnologias para a captação da água de chuva: barragem subterrânea e cisterna de produção. Segundo Gnadlinger, Silva e Brito (2007), normalmente, as cisternas são construídas com capacidade para 52 m³ e área de captação (calçadão pavimentado) medindo 210 m². A utilização de alguma metodologia que permita a escolha de um sistema de captação mais adequado às necessidades das famílias pode reduzir os custos de implantação e permitir um melhor planejamento da produção.

Assim, este trabalho objetiva o aprimoramento da ferramenta computacional TOROH (GIFFONI, 2019) para permitir o dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água de chuva para fins agrícolas. Com isso, espera-se contribuir para construção de cisternas com o volume mais racional, voltado às necessidades de cada família e os aspectos pluviométricos da região. Assim, haverá a melhoria do desempenho das atividades voltadas para agricultura familiar, na economia de água e aumento da produção com a adoção de estratégias como a irrigação de salvação.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo utilizado neste trabalho para o dimensionamento de um sistema de captação e armazenamento de água de chuva (SCAC) foi implementado em uma versão atualizada do TOROH. Essa nova versão foi implementada na linguagem de programação Python.

O balanço hídrico foi realizado a partir do Modelo Comportamental de FEWKES (2000), que é descrito nas equações.

$$Q_t = P_t . A . C \qquad (1)$$

$$Y_t = min \begin{cases} D_t \\ V_{t-1} + \theta . Q_t \end{cases} \qquad (2)$$

$$V_t = min \begin{cases} V_{t-1} + Q_t - Y_t \\ R - (1 - \theta) . Y_t \end{cases} \qquad (3)$$

Sendo: Q_t, a quantidade de água em litros; t, o intervalo de tempo, no caso dia dos dados de precipitação utilizados; P_t, A precipitação no dia *t*; A, a área de captação; C, o coeficiente de escoamento superficial; θ, um coeficiente adimensional, que varia de 0 a 1, para representar quando a água é contada no reservatório; D_t, a demanda de água necessária no dia *t*; Y_t, é o volume armazenado no reservatório no dia *t*, e R que é a capacidade do reservatório.

A Eficiência de Atendimento (E_A) que pode ser explicada como a quantidade de água disponível para atender a demanda em um certo período de análise e é descrita na equação 4:

$$E_A = \frac{\sum Y_t}{\sum D_t} 100 \qquad (4)$$

A E_A desejada é calculada para todas as combinações possíveis de área e volume, sendo escolhidas as menores combinações que atendam à E_A mínima. Da mesma forma, há uma busca pela combinação de área de captação e volume de reservatório que atende às necessidades impostas, e busca a redução do custo de implantação do SCAC; isto é, a soma dos custos da área de captação e custo do reservatório. As funções de custo do sistema são apresentadas nas equações 5 e 6 de SOUZA (2021).

$$Custo_{Área} = 28{,}639 . A \qquad (5)$$

$$Custo_{Volume} = 1481{,}2 . V^{0{,}4859} \qquad (6)$$

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

A seguir, observa-se uma simulação para um sistema de captação de água de chuva que deve atender o cultivo de tomate em uma propriedade localizada na cidade de Feira de Santana-BA. Nessa simulação foi utilizada a série histórica de chuva no período de 1998 a 2017. Busca-se nessa análise um reservatório que tenha uma eficiência mínima de 90%. O seu volume deve estar compreendido entre $5m^3$ e $100m^3$, e a sua área captação entre 20 m^2 e 400 m^2. A demanda é variável e foi definida a partir da simulação de cultivo utilizando-se o *Deficit Irrigation Toolbox* - DIT (SCHÜTZE; MIALYK, 2019). Os custos para o sistema foram apresentados nas equações 5 e 6. O resultado dessa simulação pode ser observado na Figura 1, onde se tem apresentada a solução ótima; isto é, o sistema de menor custo de implantação.

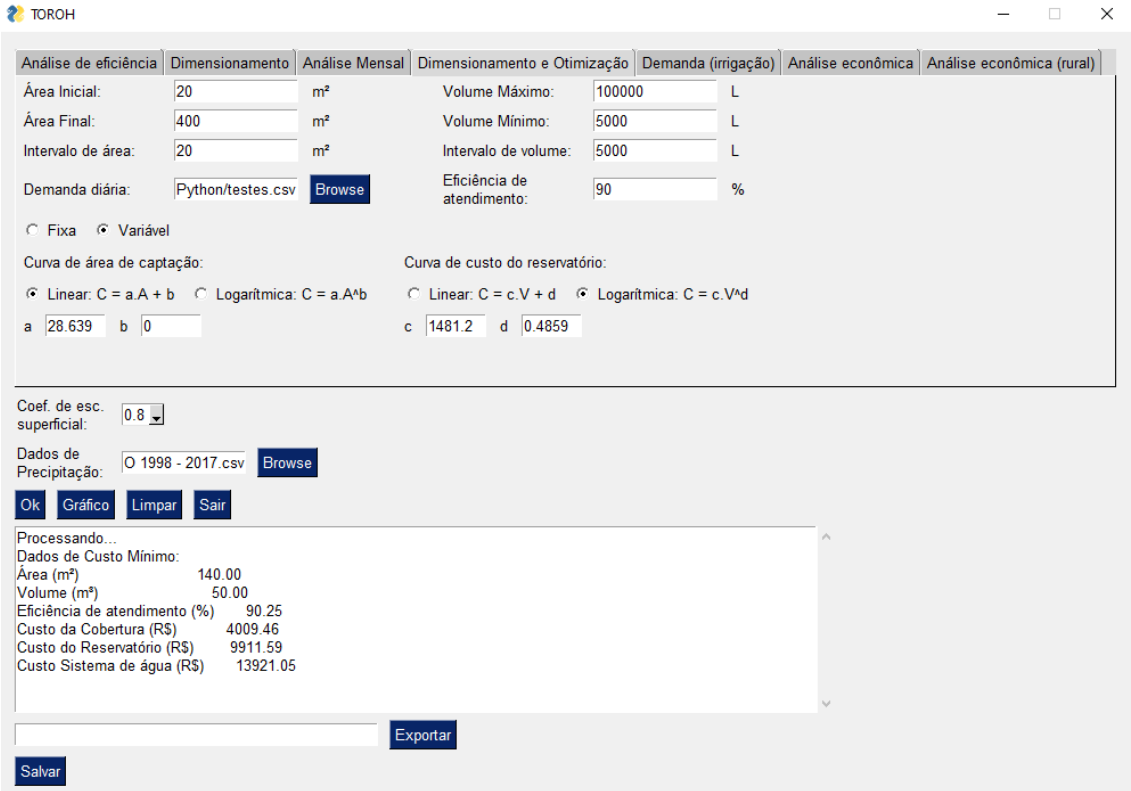
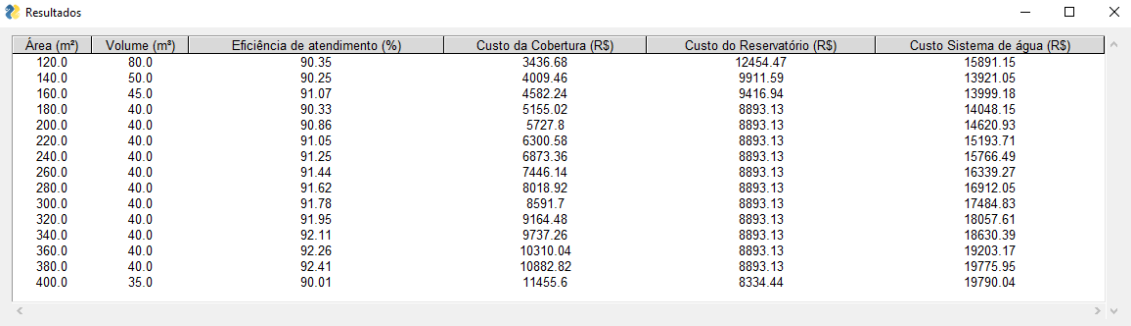


Figura 1: Interface do TOROH para otimização de um SCAC.

Observa-se que a combinação com o menor custo total apresentou o reservatório com volume de 50 m³ uma área de captação de 140 m². Esse sistema consegue atender às demandas uma de $E_A = 90.25\%$. O custo total foi de R$ 13.921,05, sendo R$ 4.009,46 referente à área de captação e R$ 9.911,59 do reservatório.

Além disso, o TOROH também apresenta uma tabela na qual é possível observar todas as combinações de área de captação e volume de reservatório que a eficiência mínima de 90%, como pode ser observado na Figura 2.



Resultados

Área (m²)	Volume (m³)	Eficiência de atendimento (%)	Custo da Cobertura (R$)	Custo do Reservatório (R$)	Custo Sistema de água (R$)
120.0	80.0	90.35	3436.68	12454.47	15891.15
140.0	50.0	90.25	4009.46	9911.59	13921.05
160.0	45.0	91.07	4582.24	9416.94	13999.18
180.0	40.0	90.33	5155.02	8893.13	14048.15
200.0	40.0	90.86	5727.8	8893.13	14620.93
220.0	40.0	91.05	6300.58	8893.13	15193.71
240.0	40.0	91.25	6873.36	8893.13	15766.49
260.0	40.0	91.44	7446.14	8893.13	16339.27
280.0	40.0	91.62	8018.92	8893.13	16912.05
300.0	40.0	91.78	8591.7	8893.13	17484.83
320.0	40.0	91.95	9164.48	8893.13	18057.61
340.0	40.0	92.11	9737.26	8893.13	18630.39
360.0	40.0	92.26	10310.04	8893.13	19203.17
380.0	40.0	92.41	10882.82	8893.13	19775.95
400.0	35.0	90.01	11455.6	8334.44	19790.04

Figura 2: Combinações de áreas de captação e volume do reservatório que atendem à eficiência de 90%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta a atualização da ferramenta computacional TOROH, para permitir o dimensionamento de sistemas de captação de água de chuva de modo otimizado para utilização em ambiente rural. Com essa atualização, é possível dimensionar um SCAC para o atendimento das demandas rurais (cultivo e/ou criação animal) de modo mais racional, com menores custos de implantação e que levem em

consideração as características de cada região. Essa solução permite ainda a adoção de políticas públicas mais assertivas, com soluções mais eficientes, deixando de lado as soluções com reservatórios padronizados.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. F; COHIM, E. **Determinação do Tamanho Ótimo dos Reservatórios de Água Pluvial em Araci na Bahia**. *XIII Simpósio De Recursos Hídricos Do Nordeste*. Aracajú -SE, 2016.

BERNARDO, S.; SOARES, A.; MANTOVANI, E. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: *Editora UFV*, 2006.

CARVALHO, I. R. et al. **Demanda Hídrica Das Culturas De Interesse Agronômico**. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, n. 17, p.969-986, 1 dez. 2013.

COHIM, E.; ORRICO, S. R. M. **A confiabilidade do volume das cisternas da zona rural para reservar água de chuva**. *Revista GESTA*, [s. l.], v. D, p. 91–99, 2015.

COSTA, P. Ribeiro; SILVEIRA, A. L. R. Da. **Urban drainage and the impacts arising out of the urbanization process in the corrego bowl mingau, goiânia, go**. *REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO DA FACULDADE ARAGUAIA*, [s. l.], v. 1, n. 11, p. 76–100, 2017.

GIFFONI, V. V. **Otimização do sistema de captação e armazenamento de água de chuva no semiárido baiano**. 2019. 132 f. *Dissertação (Mestrado)* - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019.

GIFFONI, V. V. ; GADEA, A. ; COHIM, E. ; FREITAS, J. J. ; ARAUJO, J. **Sizing of rainwater haversting systems for animal watering in semiarid region**. *WATER PRACTICE AND TECHNOLOGY*, 2019.

GNADLINGER, J.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. **P1+2: Programa uma terra e duas águas para um semiárido sustentável**. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Eds.). *Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p.63-77, 2007.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. In: GHEYI, Hans Raj et al. (Eds.). *Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas*. 1a ed. [s.l.] : INSA, 2012. p. 282.

ROCKSTROM, J; HATLBU, N.; OWELS, T. Y.; WANI, S. P. **Managing water in rainfed agriculture. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture**. *International Water Management Institute*, London, p. 315-352, 2007.

SPADOTTO. C. A. **Avaliação de riscos ambientais do uso de defensivos agrícolas para qualidade da água**. *Horticultura Brasileira*. v. 27, n.2, p. S4.060-S4.070, 2009.

SOUZA, A. C. ; ARAÚJO, J. ;GADEA, A. ; COHIM, E. **Otimização de Sistemas de Aproveitamento de Água da Chuva para Fins Domésticos em Áreas Rurais**. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 2021.