

Barragens Subterrâneas: parâmetros locais, localização na bacia hidrográfica, área de captação e tipos de solo⁽¹⁾.

Alexandre Ferreira do Nascimento⁽²⁾; Maria Sonia Lopes da Silva⁽³⁾; Flávio Adriano Marques⁽³⁾; Manoel Batista de Oliveira Neto⁽³⁾; Roberto da Boa Viagem Parahyba⁽³⁾; André Julio do Amaral⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Instituto Ambiental Brasil Sustentável, Prêmio Mandacaru I.

⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Agrossilvipastoril; Sinop, MT; E-mail: alexandre.nascimento@embrapa.br;

⁽³⁾ Pesquisador (a); Embrapa Solos UEP Recife.

RESUMO: Barragem Subterrânea (BS) é uma tecnologia para captação de água de chuva e armazenamento desta no solo. O objetivo desse trabalho foi descrever parâmetros locais das BSs, sua localização nas bacias hidrográficas e calcular a áreas de captação de água de BSs instaladas no Semiárido dos estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco e Paraíba. Neste estudo doze BSs foram visitadas para coleta de informações (declividade, área útil, posicionamento geográfico) e descrição e coleta de perfis de solos. O tamanho, perímetro e declividade longitudinal da área de captação de cada BS foram obtidos por meio do modelo digital de elevação (MDE) do SRTM com auxílio do ArcGis[®]. Com a extração das linhas de drenagem do MDE e o posicionamento geográfico das BSs, foi possível observar a localização das BSs nas bacias hidrográficas. As BSs localizam-se em linhas de drenagens de primeira ordem nas cabeceiras das bacias hidrográficas. A declividade longitudinal, um dos parâmetros importantes para identificação de locais adequados para a instalação de BSs, variou de 1 a 10 %. O tamanho e o perímetro das bacias de captação das BSs são variáveis, indicando que vários locais podem receber as BSs, inclusive em sequência e a pouca distância um da outra em uma mesma linha de drenagem. A maioria dos solos descritos nas BSs estudadas foi classificado como Neossolo Flúvico, com contribuição de sedimentos alúvio-colvionares oriundos das áreas de captação. Portanto, BSs para pequenos agricultores familiares estão instaladas em locais de menor fluxo de água, em cabeceiras de drenagem das bacias hidrográficas.

Termos de indexação: Semiárido, agricultura familiar, captação de água de chuva.

INTRODUÇÃO

Barragem Subterrânea (BS) é uma tecnologia alternativa para a captação de água de chuva no solo, reduzindo os efeitos dos longos períodos de estiagem (Silva et al., 2008). Essa tecnologia consiste na construção de uma parede impermeável que interrompe o movimento descendente de água

do solo em uma linha de drenagem, promovendo assim seu armazenamento no solo (Jamali et al., 2013). A água armazenada pode ser utilizada para cultivos agrícolas *in loco*, irrigar áreas circunvizinhas, ou ainda para fornecer aos animais (Silva et al., 2007).

Os locais adequados para a construção de BSs devem ser escolhidos com base nas características do relevo, do solo, da geologia e do clima (Jamali et al., 2013). Dentre as características do relevo se destacam a declividade longitudinal e o posicionamento dentro da bacia hidrográfica, que influenciam no volume de água captada e, consequentemente, no tipo de materiais utilizados para a construção da parede de impermeabilização e do sangradouro na linha de drenagem.

Nas BSs do Semiárido do Nordeste brasileiro poucos são os trabalhos que descrevem as características das áreas de instalação dessa tecnologia, como sua localização na bacia hidrográfica e as suas áreas de captação de água. Assim, o objetivo desse trabalho foi descrever os parâmetros locais, a localização nas bacias hidrográficas, as áreas de captação de água e os tipos de solos associados às BSs instaladas no Semiárido dos estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, o que pode subsidiar a escolha de novas áreas para instalação dessa tecnologia no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram estudadas 12 BSs instaladas em estabelecimentos rurais conduzidas com mão de obra familiar distribuídas no Semiárido da região Nordeste do Brasil. Estas barragens estão situadas em três municípios de quatro estados: Curaçá, Canudos e Uauá - Bahia; São José da Tapera, Santana do Ipanema e Senador Rui Palmeira - Alagoas; Buíque, Ouricuri e Serra Talhada - Pernambuco; e Remígio, Solânea e Soledade - Paraíba.

Todas as BSs foram visitadas para a coleta das informações da declividade local e das suas áreas úteis (áreas passíveis de cultivo utilizando somente a umidade do solo), bem como seus

posicionamentos geográficos. Para a obtenção desses dados foi utilizado um nível topográfico óptico e um GPS. Além desses parâmetros locais, também foi estudada a área de captação das BSs e sua localização na bacia hidrográfica, utilizando, para isso, parâmetros extraídos do modelo digital de elevação (MDE) do SRTM com auxílio do software ArcGis®. Esses parâmetros foram: posicionamento da BS na bacia hidrográfica - obtido por meio da extração das linhas de drenagem do MDE, o qual inserindo o posicionamento geográfico das BSs permitiu verificar sua localização nas bacias hidrográficas como um todo; tamanho e perímetro da área de captação - com os dados das linhas de drenagem foi delimitada a área de captação das BSs com auxílio da função *watershed* do ArcGis®; declividade longitudinal - corresponde à diferença altimétrica entre o início da linha de drenagem da bacia de captação e o local de instalação da BS, dividido pelo seu comprimento longitudinal multiplicado por 100; altitude em relação o nível do mar - foi obtida pelo altímetro barométrico do GPS.

Perfis de solos foram descritos e coletados por meio da abertura de trincheiras (Santos et al., 2013) no centro da área útil de cada uma das BSs estudadas. As amostras dos horizontes pedogenéticos foram preparadas e submetidas à análise química e física de rotina (Embrapa, 1997) para fins de classificação do solo (Embrapa, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho da área útil das BSs variou de 0,10 a 0,70 ha, i.e., local em que a água é armazenada em maior quantidade e acessível às plantas (**Tabela 1**). A declividade local dentro da área útil variou de 0,5 a 4,0 %.

Todas as BSs estudadas foram instaladas nas cabeceiras das bacias hidrográficas ou em seus afluentes localizados no terço superior (**Tabela 1**), em linhas de drenagem de primeira ordem sobre rochas do embasamento cristalino do Pré-Cambriano (dados não apresentados).

Uma das variáveis mais relevantes das BSs é o tamanho de sua área de captação, que variou de 1,3 a 200 ha, em Buíque e Ouricuri, respectivamente (**Tabela 1**). Pelo fato das BSs estarem nas cabeceiras de drenagem, estas estão posicionadas em porções elevadas na paisagem, com altitudes em relação ao nível do mar que variam entre 262 a 857 m (**Tabela 1**). Outra variável importante da área de captação das BSs é a declividade longitudinal, que variou de 1 a 10 % (**Tabela 1**). A declividade longitudinal é uma medida que serve para estimar a velocidade com que as águas chegam ao ponto central da área útil da BS.

As BSs instaladas em linhas de drenagem de primeira ordem nas cabeceiras das bacias ou de afluentes do seu terço superior implicam em menor área de captação e menor declividade longitudinal, resultando em menor volume d'água que chega ao local das BSs. Essa característica de menor volume d'água, por outro lado, permite a construção de BSs de menor custo, pois a parede impermeável (septo) pode ser feita de argila (Raju et al., 2013), como no caso da BS de Serra Talhada e de Soledade, ou de plástico, material utilizado pela grande maioria das BSs.

A declividade longitudinal recomendada para a construção de BSs é entre 0,2 e 4,0 %, contudo, há relatos de BSs instaladas em declividades de até 15 % (Jamali et al., 2013). Assim, todas as BSs aqui descritas estão com declividade inferior a 15 %, e nove delas estão abaixo de 4 %.

O tamanho da área da captação das BSs estudadas é muito menor que a de outras instaladas pelo mundo (Jamali et al., 2013; Raju et al., 2013). Da mesma forma, as BSs relatadas nas bibliografias costumam ser construídas em linhas de drenagem com volume muito maior de água, visando não somente o uso de água para a agricultura, mas também para o consumo humano (Jamali et al., 2013; Raju et al., 2013).

Embora com áreas úteis pequenas, que não ultrapassam 1 ha, nos períodos chuvosos os cultivos são realizados nestas áreas das BSs e, nos períodos secos, as águas acumuladas nas BSs são acessadas por meio de poços abertos na área útil, as quais são utilizadas para irrigar pequenas áreas de cultivos dentro das BSs ou em áreas vizinhas, potencializando a produção de alimentos para a família e, ou para os animais (Silva et al., 2007). Ressalta-se, entretanto, que em estiagens duradouras, como constatadas nos últimos anos no Semiárido brasileiro, as BSs não suprem a escassez de água durante todo o período, sendo necessárias outras tecnologias que minimizem os efeitos da falta de chuva para a produção de alimentos e a dessedentação animal.

A maioria dos solos descritos nas BSs estudadas foi classificado como Neossolo Flúvico (RY), com argila de atividade alta e elevada saturação de bases (eutróficos) (dados não apresentados). A ocorrência de RY na maioria das BSs tem contribuição do acúmulo de sedimentos depositados no espaço de acomodação criado pela construção das BSs, resultante dos barramentos feitos nas linhas de drenagem para retenção dos fluxos descendentes. Assim, a ampla variação granulométrica dos RYs que ocorrem nas BSs é resultado dos diferentes eventos de sedimentação proporcionados pelos fluxos superficiais

interrompidos pelo barramento, impedindo o fluxo natural nas linhas de drenagem.

Além dos RYs foram descritos outras três classes de solos: Vertissolo Háplico, Cambissolo Háplico e Planossolo Háplico. O Vertissolo ocorre na BS localizada em Canudos, BA, possivelmente devido a grande influência de rochas calcárias que ocorrem na sua área de captação (Silva et al., 1993). O Cambissolo encontra-se em Curaçá, BA, similar no teor de argila em relação ao Vertissolo supracitado, e tem forte influência do material de origem (calcários). Ressalta-se que solos muito argilosos e com argila 2:1, como no caso do Vertissolo e do Cambissolo aqui descritos, não são indicados para a construção das BSs, podendo ter vida útil reduzida em comparação àquelas instaladas em locais mais adequados (Silva et al., 2008). Planossolos ocorrem nas BSs situadas em Buíque, PE, e em Remígio, PB, ambos com elevada saturação de bases. Destaca-se que ambos (Planossolos) foram descritos em BSs com área de captação pequena, o que pode estar associado ao menor aporte de água e, conseqüentemente, de sedimentos à BS.

Trabalhos futuros devem ser realizados no intuito de: melhor descrever o relevo das áreas de captação das BSs; prospectar áreas prioritárias para instalação de BSs por meio do uso de geotecnologias; dimensionar a construção das BSs, como intercepto e sangradouro, de acordo com o tamanho da sua área de captação; continuar os trabalhos de avaliação de sustentabilidade dos estabelecimentos rurais que possuem BSs; e entender a dinâmica dos solos e da água nestas áreas, principalmente no que diz respeito aos processos de salinização e solonização, problema já observado na BS de Soledade, que possui um solo com caráter sódico e sálico.

CONCLUSÕES

As BSs estudadas, destinadas à agricultura familiar, estão instaladas em locais de menor fluxo de água, nas cabeceiras das bacias hidrográficas, principalmente em linhas de drenagem de primeira ordem.

A maioria dos solos descritos nas BSs é classificado como Neossolo Flúvico, mas também ocorrem o Vertissolo, o Cambissolo e o Planossolo, todos Háplicos.

Os solos das BSs têm sua dinâmica relacionada à sedimentação e à hidrologia resultantes da construção dos barramentos para armazenamento de água nas linhas de drenagem.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Brasil de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) e às famílias de agricultores que nos permitiram executar este trabalho.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- JAMALI, I. A.; OLOFSSON, B.; MÖRTBERG, U. Location suitable sites for the construction of subsurface dams using GIS. *Environ. Earth Sci.*, 70: 2511-2525, 2013.
- RAJU, N. J.; REDDY, T. V. K.; GOSSEL, W. et al. Managed aquifer recharge (MAR) by the construction of sub-surface dams in the semi-arid regions: a case study of the Kalangi river basin, Andhra Pradesh. *J. Geol. Soc. India*, 82: 657-665, 2013.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G. et al. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P. et al. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/Recife: EMBRAPA CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).
- SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; FERREIRA, G. B. et al. Caracterização de atributos do solo em áreas de barragem subterrânea no semi-árido brasileiro. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2008. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- SILVA, M. S. L.; MENDONÇA, C. E. S.; ANJOS, J. B. et al. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B, Org. Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 121-137.

Tabela 1 - Características de doze barragens subterrâneas instaladas no semiárido dos estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

Barragem	Local	Área útil da BS	Declividade local	Localização na Bacia hidrográfica	Área de captação	Perímetro da área de captação	Altitude	Declividade longitudinal	Classe de solo
		ha	%		ha	km	m	%	
1	Canudos-BA	0,30	0,7	Cabeceira de bacia	80,0	3,6	484	1,0	VERTISSOLO HÁPLICO Carbonático típico
2	Curaçá-BA	0,25	0,5	Cabeceira de afluente	10,0	1,4	395	3,5	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico
3	Uauá-BA	0,25	1,0	Cabeceira de bacia	16,0	1,8	448	1,7	NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico
4	São José da Tapera-AL	0,70	0,9	Cabeceira de afluente	130,0	5,0	262	7,0	NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico solódico
5	Santana do Ipanema-AL	0,20	3,5	Cabeceira de bacia	26,0	2,0	352	8,5	NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico
6	Senador Rui Palmeira-AL	0,25	1,0	Cabeceira de bacia	80,0	4,0	302	1,0	NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico
7	Buíque-PE	0,20	4,0	Cabeceira de bacia	1,3	0,4	857	2,4	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico
8	Ouricuri-PE	0,20	0,9	Cabeceira de bacia	200,0	9,0	498	2,0	NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico
9	Serra Talhada-PE	0,40	1,3	Cabeceira de bacia	90,0	3,7	536	1,3	NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico
10	Remígio-PB	0,10	1,5	Cabeceira de afluente	5,0	1,2	596	10,0	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico
11	Solânea-PB	0,25	1,0	Cabeceira de afluente	150,0	6,0	347	5,2	NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico
12	Soledade-PB	0,30	0,7	Cabeceira de bacia	35,0	2,7	588	3,1	NEOSSOLO FLÚVICO Sódico sálico