



ANÁLISE DE BARRAGEM SUBTERRÂNEA UTILIZANDO O MODELO SWAT E TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Edmilton Queiro de Sousa JUNIOR¹, Eronildo Luiz da SILVA FILHO², José Almir CIRILO³, Tatiane Barbosa Veras de ALBUQUERQUE⁴, Thaise Suanne Guimarães FERREIRA⁵,

1. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, edmiltonjr1@hotmail.com
2. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, eronildo.luz.silva@gmail.com
3. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, almir.cirilo@gmail.com
4. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, tatiane_veras@yahoo.com.br
5. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, thaisesuanne14@gmail.com

RESUMO

O semiárido brasileiro sofre com o déficit hídrico, passando por grandes períodos de estiagem que comprometem o desenvolvimento econômico e social da população que habita estas regiões. Neste sentido, a adoção de tecnologias apropriadas para convivência com a seca é imprescindível, principalmente no campo da agricultura, pois, para atender a uma população difusa em áreas tão grandes, as técnicas convencionais são economicamente inviáveis. É neste quadro que se apresenta a barragem subterrânea como tecnologia alternativa. A barragem subterrânea constitui-se num processo de detenção do fluxo subterrâneo de água no solo aluvionar, visando o armazenamento nos poros do solo, ficando a água protegida da radiação solar direta, diminuindo as perdas por evaporação e permitindo a subirrigação das culturas, bem como a retirada de águas através de poços amazonas. A construção de barragens subterrâneas como tecnologia para convivência com a seca pode ser feita de modo mais eficaz identificando-se previamente as áreas que têm maior potencial para implantação dessa tecnologia. Neste sentido, as técnicas de geoprocessamento podem ser usadas para cruzamento de informações como tipos de solos, presença de aluviões e concentrações de população rural na determinação das melhores áreas para implantação das barragens subterrâneas. O trabalho aqui apresentado, assim, trata do cruzamento de dados e informações para identificar locais propícios para a instalação desse tipo de obra, levando-se em conta a existência e dimensões de aluviões em solos com baixo potencial para salinização. Também foi feita a análise hidrossedimentológica na bacia do Riacho Mimoso, onde já existem barragens subterrâneas instaladas, utilizando o modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Toll*) visando investigar o uso da modelagem como instrumento para a determinação das vazões de recarga das barragens, sendo constatado que parte considerável da precipitação média anual fica armazenada nos aquíferos aluviais da área, que possuem bom potencial de armazenamento de água.

Palavras-Chave: barragem subterrânea, aluvião, SWAT, geoprocessamento, controle de salinidade.

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira sofre continuamente com as estiagens, que são acompanhadas de sérias consequências socioeconômicas para a população. Nesse cenário, se faz imprescindível a adoção de tecnologias apropriadas para garantir a convivência com a seca, principalmente para o atendimento das populações difusas. As altas taxas de evaporação e a amplitude do semiárido inviabilizam economicamente o abastecimento da região através de técnicas convencionais como a construção de grandes reservatórios.

É nesse quadro que as barragens subterrâneas surgem como uma alternativa viável técnica e economicamente para o abastecimento no semiárido. Ela se caracteriza por um barramento artificial do fluxo de água com finalidade de manter elevado o nível freático e aumentar o armazenamento de água nos poros fazendo assim, surgir condições favoráveis de captação a montante, sendo normalmente construída no leito de riachos. A água armazenada ainda fica protegida da radiação solar direta, diminuindo as perdas por evaporação e permitindo a subirrigação de culturas.

Mas, para garantir o sucesso de sua implantação se faz necessário identificar previamente as áreas que apresentam maior potencial de suporte. O uso do geoprocessamento para o cruzamento de dados e informações dos tipos de

solo, densidade populacional e presença de corpos hídricos permite a determinação das melhores áreas para implantação das barragens subterrâneas.

O presente estudo trata da aplicação de técnicas de geoprocessamento para otimização do sucesso da instalação das barragens subterrâneas no território de Pernambuco. A análise dos dados buscou conciliar a existência e dimensões dos solos aluvionares bem como seu potencial de salinização. Também foi realizado a modelagem hidrossedimentológica de uma bacia hidrográfica afim de se conhecer as vazões de recargas de barragens subterrâneas ali existentes, destacando a importância desse tipo de ferramenta para a realização de estudos nessa área.

2. ANÁLISE DO POTENCIAL DE ÁREAS EM PERNAMBUCO PARA INSTALAÇÃO DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

2.1. Identificação das áreas com solos adequados

A condutividade hidráulica é um dos parâmetros mais importantes para estudos que contemplam o transporte de água no solo. A condutividade hidráulica saturada descreve a funcionalidade de seu sistema poroso, englobando propriedades como quantidade, tamanho, morfologia, continuidade e orientação dos poros (ELLIES et al., 1997). Observa-se assim que solos com granulometria mais uniforme e conectividade entre os poros possuem maior condutividade hidráulica.

Os solos aluvionares são frutos da ação do intemperismo das regiões altas. Esse processo faz com que os aluviões sejam solos de granulometria variada, compostos principalmente por areia de granulometria em média mais elevada que os demais solos, possuindo assim um maior coeficiente de vazios e por consequência, uma maior condutividade hidráulica. Essa característica torna os solos desse tipo ideais para a implantação das barragens subterrâneas, já que possuem elevada taxa de infiltração e maior volume armazenável.

Buscou-se então, identificar a rede de solos aluviais do estado a partir do cruzamento de informações georreferenciadas. A rede de rios do estado foi sobreposta ao conjunto de dados elaborado pela EMBRAPA (2001) do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE). O resultado obtido foi identificação dos solos aluvionares em áreas que possuem cursos d'água (Fig. 1). Foram identificados 215 faixas de solo aluvião com área variando de 3 à 23 hectares.



Fig. 1. Distribuição dos solos aluvionares por município no estado de Pernambuco.

2.2. Susceptibilidade a salinização

A salinidade do solo é um dos principais fatores responsáveis por uma das maiores problemáticas enfrentadas pelas barragens subterrâneas: a salinidade das águas. Para Resende et al. (1988), solos salinos são aqueles com alto teor de sais solúveis como cloretos, cálcio, sulfatos, magnésio e principalmente sódio. As elevadas concentrações de sais solúveis nesses solos são prejudiciais para as plantas e inviabilizam a utilização da água armazenada pela barragem subterrânea para o consumo.

Com base em informações da literatura sobre os tipos de solo com maior susceptibilidade a sofrer salinização foram identificados cinco: Cambissolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, Neossolos Quartzarênicos, Planossolos

Háplicos e Vertissolos Háplicos. De acordo com a metodologia de classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) desenvolvido pela EMBRAPA (2006), os cinco solos foram hierarquizados do menos passível ao com maior risco de salinização (Tabela 1). Com isso, pode-se obter o risco de salinização dos aluviões identificados na sessão anterior com base na proximidade e abrangência desses tipos de solos ao longo de suas áreas, ilustrado na Fig. 2.

Tabela 1. Classificação quanto ao risco de salinização dos solos.

Tipo de Solo	Índice	Classificação
Vertissolo Háplico	1	Muito baixa
Planossolo Háplico	2	Baixa
Cambissolo Háplico	3	Média
Luvissolo Crômico	4	Alta
Neossolo Quartzarênico	5	Muito alta

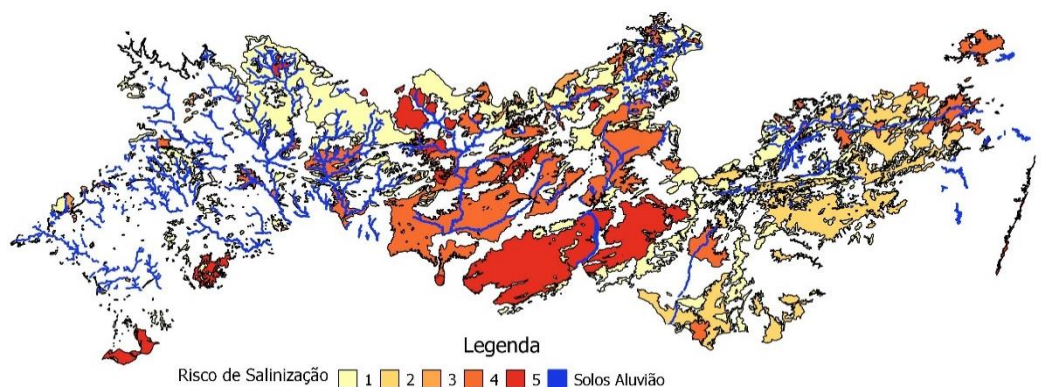


Fig. 2. Risco de salinização nas regiões das proximidades dos solos aluvião.

3. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE RECARGA DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS ATRAVÉS DA MODELAGEM HIDROSEDIMENTOLÓGICA UTILIZANDO O SWAT

3.1. Aplicação do modelo SWAT na bacia do Riacho Mimoso

O SWAT (*Soil and Water Assessment Toll*) é um modelo de domínio público, desenvolvido nos Estados Unidos que objetiva estimar o impacto de diferentes práticas agrícolas na quantidade e qualidade da água, perda do solo e carga de poluentes em uma bacia hidrográfica (NEITSCH et al., 2011).

A bacia do Riacho Mimoso possui área total de aproximadamente 101 km² e abrange os municípios de Belo Jardim, Jataúba e Pesqueira. Foi o local de implantação de um projeto de pesquisa desenvolvido pelas Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). O projeto foi responsável pela instalação de 16 barragens subterrâneas na região.

A aplicação do modelo na bacia gerou a simulação de seus processos hidrossedimentológicos no período de 2010 a 2017. Os resultados do balanço hídrico referentes aos processos de maior interesse para a questão das barragens subterrâneas podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do balanço hídrico para a bacia do Riacho Mimoso.

Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Médias
Precipitação (mm)	483,80	529,60	73,60	307,80	352,90	305,80	293,50	393,40	342,55
Escoamento Superficial (mm)	37,28	40,58	0,59	7,06	4,53	8,14	7,74	12,19	14,76

Escoamento Sub-superficial (mm)	158,23	168,48	25,02	102,70	115,64	99,81	95,19	122,92	111,00
Escoamento Subterrâneo (mm)	238,48	259,82	55,01	141,39	184,38	169,97	148,64	182,43	172,52

O fluxo lateral correspondeu a 32,4% da precipitação total anual. Juntamente com o escoamento superficial, correspondem a 36,7% do volume precipitado que é convertido em escoamento. Assim, o modelo indica que a água tende a infiltrar e escoar sub-superficialmente.

3.2. Determinação das vazões de recarga das barragens subterrâneas

Com o hidrograma das vazões ao longo do período simulado para a sub-bacia de contribuição de três das barragens subterrâneas da bacia do Riacho Mimoso obteve-se a curva de permanência de cada barramento. Através dessa curva pode-se encontrar a vazão Q5 (valor ultrapassado em apenas 5% do tempo) para cada barragem (Tabela 3), que correspondem as vazões de recarga dos aluviões e constituem uma importante informação para o estudo de viabilidade de barragens subterrâneas.

Tabela 3. Vazões de recarga das barragens subterrâneas da bacia do Riacho Mimoso.

Barragem subterrânea	Q5 (m ³ /s)
Fundão II	0,2
Cafundó I	0,5
Cafundó II	0,5

4. CONCLUSÕES

Frente à escassez hídrica sofrida na região do semiárido pernambucano, as barragens subterrâneas se mostram uma alternativa capaz de atender à demanda hídrica na zona rural. Percebe-se a existência de amplas áreas de solos aluvionares no semiárido, o que torna esse tipo tecnologia amplamente exequível. Os locais marcados como propensos a salinização não devem ser necessariamente descartados mas sim analisados mais profundamente através de estudos de campo, com coleta e análise de amostras. A modelagem permite o conhecimento do comportamento hidrossedimentológico da região da bacia hidrográfica, fornecendo informações como quantidade da precipitação percolada no solo e o cálculo das vazões de recarga, essenciais para a implantação das barragens subterrâneas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas de mestrado concedidas, proporcionando dessa forma suporte para o avanço científico-tecnológico na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ELLIES, A.; GREZ, R.; RAMIRES, C.G. La conductividad hidraulica en fase saturada como herramienta para el diagnostico de la estructura del solo. *Agro Sur*, v.25, n.1, p.51-56, 1997.
- NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; WILLIAMS, J. R. *Soil and Water Assessment Tool, Theoretical documentation version 2009*. Temple: Blackland Research Center. Texas Agricultural Experiment Station, 2011.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; SANTANA, D.P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: OTAFOS, 1988. 81 p.
- EMBRAPA. ZAPE: Zoneamento Agroecológico de Pernambuco. Recife, 2001.