Relação entre o Grau de Salinidade do solo e sua Porosidade: o estudo de caso do Perímetro Irrigado Jacaré-Curituba II

Ademilson de Jesus Silva[1]; Alexandre Herculano de Souza Lima[2]; Daniel Brondani Ilha[3]; Erwin Henrique Menezes Schneider[4]; Hannah Uruga Oliveira[5]; Vanessa Gomes de Araújo[6]; Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas[7]

RESUMO: *As características geomorfológicas do solo associadas à climatologia local e ao seu manejo irresponsável são os principais contribuintes à degradação da sua aptidão à produção de alimentos. Típico de regiões áridas e semiáridas, o processo de salinização consiste em um processo de acumulação de sais no solo que, apesar de ser uma característica natural da composição litológica dessas regiões, pode ser intensificado pelos fatores citados anteriormente. O Projeto de Assentamento Jacaré-Curitiba II, que apresenta alta relevância socioeconômica a nível estadual, está diretamente inserido nesse contexto por apresentar características que convergem diretamente a esse cenário de degradação ambiental. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo correlacionar o grau de salinidade de amostras de solo situadas na área estudada com sua porosidade e, posteriormente, sugerir medidas para sua correção. A porosidade e a densidade do solo foram determinadas por meio da análise de amostras aleatórias indeformadas e, dentre outras conclusões, destaca-se a predominância de microporos e baixa aeração nos solos da região, característica limitante ao crescimento de plantas e, consequentemente, à produção agrícola.*

Palavras-chave: Degradação do solo. Manejo do solo. Semiárido.

INTRODUÇÃO

Prevê-se que o crescimento populacional mundial demandará cerca de 60% a mais de produção de alimentos para atender 9,5 bilhões de pessoas em 2050 (UNITED NATIONS, 2012; FAO, 2013; SINGH, 2015). Um dos principais meios para suprir tal demanda é através da agricultura irrigada, atividade que depende diretamente do fornecimento de água para alcançar resultados de produção satisfatórios e, consequentemente, atingir o nível de segurança alimentar esperado (SINGH, 2014a; SINGH, 2014b). Por outro lado, sem planejamento e manejo adequado, a intensificação desta atividade pode acarretar em consequências negativas, como, por exemplo, a degradação ambiental e problemas ecológicos nos agroecossistemas.

Tais consequências chamam atenção tendo em vista que mais de um terço da terra irrigada no mundo é afetada diretamente por alagamento e/ou salinização do solo, condição que representa uma ameaça significativa à segurança alimentar e conservação ambiental (PEDROTTI *et al.*, 2015).

No Brasil os solos salinos e sódicos ocorrem predominantemente na região semiárida nordestina, onde suas elevadas concentrações de sais causam perdas consideráveis para agricultura e/ou inviabilizam a exploração de novas áreas agricultáveis (RIBEIRO *et al.*, 2003;

[1] Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, ademilsondejesussilva@yahoo.com.br;
[2] Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, alexandre.lima.contato@gmail.com;
[3] Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, dilhaaracaju@gmail.com;
[4] Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, erwinhenrique@gmail.com;
[5] Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Recurso Hídricos, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, hannaholiv@gmail.com;
[6] Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, vanessaa.araujo@hotmail.com;
[7] Professor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, aatlucas@gmail.com;

FLOWERS, 2004; MUNNS *et al.*, 2006). Além disso, como afirmado por Netto *et al.* (2007), nessas regiões, a salinização de origem antrópica é responsável por maiores incidências e se concentram nas terras mais intensamente cultivadas com o uso da irrigação.

O Estado de Sergipe está inserido nesse contexto por apresentar características que convergem diretamente para esse cenário, principalmente, em suas regiões agreste e semiáridas. Essas áreas apresentam baixos índices pluviométricos e elevadas taxas de evaporação, além do emprego de sistemas de irrigação e drenagem inadequados que contribuem não só para um acelerado processo de salinização do solo, como também para atingir níveis prejudiciais a maioria das culturas em um espaço de tempo relativamente curto (HOLANDA *et al.*, 2007; NETTO *et al.*, 2007).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo correlacionar o grau de salinidade de amostras de solo situadas no Perímetro Irrigado Jacaré-Curituba II no munícipio sergipano Poço Redondo com a sua porosidade para posteriormente sugerir medidas para sua correção.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Poço Redondo, noroeste do estado de Sergipe, e está inserida no perímetro irrigado do Projeto de Assentamento (PA) Jacaré-Curituba II. A classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo BSh, com clima semiárido quente e seco e precipitação anual inferior à evapotranspiração, o que gera balanço hídrico negativo; o solo predominante é o luvissolo com caráter crômico, pouco profundo e com argila de atividade alta, o que torna sua consistência muito dura quando seco e muito pegajosa quando molhada (ALVARES *et al.*, 2013; SANTOS, 2015; EMBRAPA, 2016).

O solo objeto de estudo, apresentado na Figura 1, é mal drenado e apresenta textura franco siltosa nas camadas superficiais, sendo composto pelas frações silte, argila e areia em proporções de 56%, 14% e 30%, respectivamente. Além de apresentar elevado teor de sais solúveis – Na^+, Ca^{2+} e Mg^{2+} –, elevada condutividade elétrica 30,73 $dS.m^{-1}$ e alta percentagem de sódio trocável, acima de 37,3%, o que confere ao solo caráter salino e sódico (SANTOS, 2015).

Figura 1. Solos mal drenados (a) e presença de sais na superfície (b)

A porosidade e a densidade do solo foram determinadas a partir da coleta aleatória de quatro (04) amostras indeformadas de solo, na profundidade de 0 a 0,10 m, com uso de trado específico com volume de coleta de 42,47 cm^3. O local da amostragem tem como ponto central as coordenadas 09°44’17.56” S de latitude e 37°45’3.31” W de longitude.

As amostras indeformadas coletadas foram avaliadas em laboratório para determinação da porosidade total, microporosidade e macroporosidade, além da densidade do solo, de acordo com a metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017).

Para determinação da densidade do solo foi utilizado o método de anel volumétrico (TEIXEIRA *et al.*, 2017). As amostras foram secas em estufa à 105°C por 48 horas e posteriormente, pesadas em balança com precisão de 0,01 g. Para o cálculo foi aplicada a Equação 1.

$$D_S = \frac{m}{v} \qquad \text{Equação (1)}$$

Onde: D_s corresponde a densidade do solo, em g.cm^{-3}; *m* a massa da amostra de solo seco a 105°C até peso constante em gramas; e *V* o volume do cilindro, em cm³.

Para determinação da porosidade, as amostras foram saturadas, pesadas e colocadas em mesa de tensão para equilíbrio à tensão de 6 kPa. Em seguida, após pesagem, foram novamente saturadas e transferidas para câmaras de Richards, onde foi aplicado em um primeiro momento tensão de 10 kPa, e posteriormente tensão de 33 kPa, para determinar a umidade do solo na capacidade de campo.

Para o cálculo da porosidade total (P_t), microporosidade (M_i) e macroprorosidade (M_a) foram aplicadas, respectivamente, as Equações 2, 3 e 4 (TEIXEIRA *et al.*, 2017):

$$P_t = \frac{(a-b)-(c-d)}{e} \qquad \text{Equação (2)}$$

Onde: P_t correspondente à porosidade total, em m^3.m^{-3}; *a* representa a massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-liga saturado em quilogramas; *b* a massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-liga seco a 105 °C em quilogramas; *c* equivale a massa do conjunto cilindro-tecido-liga saturado em quilogramas; *d* a massa do conjunto cilindro-tecido-liga seco a 105 °C em quilogramas; e, por último, *e* corresponde ao volume da amostra, igual ao volume do cilindro, em m³.

$$M_i = \frac{(a-b)}{c} \qquad \text{Equação (3)}$$

Onde: M_i corresponde à microporosidade, em m^3.m $^{-3}$; *a* representa a massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-elástico após equilíbrio com um potencial de 6 kPa, em gramas; *b* a massa do solo a 105 °C, em gramas; e *c* equivale ao volume total da amostra, em cm³.

$$M_a = (P_t - M_i) \qquad \text{Equação (4)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo na profundidade estudada corresponde a 1,6 g.cm^{-3}, o que indica certa compactação da camada superficial do solo. Para solos argilosos valores de densidade entre 1,4 e 1,6 g.cm^{-3} são considerados restritivos ao crescimento radicular, enquanto que em solos com textura franco e arenosa, estes valores situam-se entre 1,6 e 1,8 g.cm^{-3} (REICHERT, REINERT e BRAIDA, 2003).

A compactação do solo altera a estrutura física do solo, reduzindo o espaço poroso, e esta deformação dos poros pode motivar a conversão de macroporos em microporos (RESENDE *et al.*, 2014), dificultando, assim, a percolação da água às camadas inferiores do solo e consequentemente sua drenagem. O solo amostrado apresenta porosidade total de 0,37 m^3.m^{-3}, com predomínio de microporos, que ocupam 0,29 m^3.m^{-3}.

A maior microporosidade pode não estar associada somente a textura do solo, composta predominantemente por partículas de silte e argila, mas também aos efeitos da salinização na dispersão da fração coloidal do solo, ocasionando a obstrução dos poros, a desestabilização dos agregados, a compactação do solo, bem como a redução da permeabilidade e da capacidade hidráulica do solo (STEFANOSKI *et al.*, 2013; PEDROTTI *et al.*, 2015).

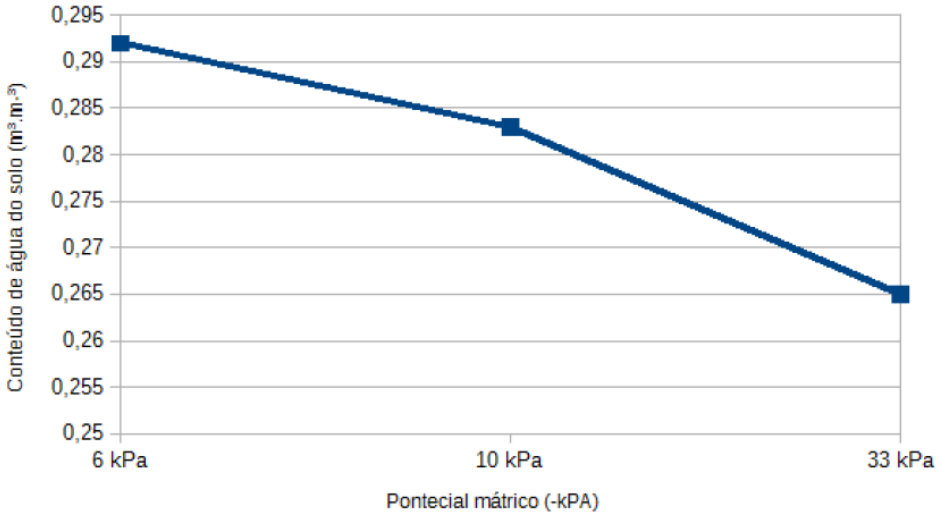

Figura 2. Curva de retenção de água no solo

Valores de porosidade de aeração inferiores entre 0,10 a 0,15 $m^3.m^{-3}$ são considerados limitantes ao crescimento de plantas. Contudo, ressalta-se que a análise isolada de parâmetros específicos para determinadas propriedades e/ou atributos do solo não refletem adequadamente a qualidade deste solo, tampouco caracterizam restrições ou condições de criticidade à determinados cultivos (REICHERT, REINERT e BRAIDA, 2003).

Logo, a qualidade do solo deve ser avaliada por meio da integração de indicadores físicos, químicos e biológicas, considerando que o solo é um sistema dinâmico derivado de interações entre fatores físicos, químicos e biológicos (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009). A capacidade de campo estimada em laboratório por meio da aplicação de tensões 10 kPa e 33 kPa, corresponde a 0,283$m^3.m^{-3}$ e 0,265 $m^3.m^{-3}$, respectivamente (Figura 2).

Para remediação dos efeitos deletérios do excesso de sais no solo é recomendada a implantação de um sistema de drenagem eficiente e a aplicação de gesso ou calcário agrícola para elevar com celeridade os teores de bases trocáveis do solo, bem como a utilização de plantas fitoextratoras (PEDROTTI *et al.,* 2015), como a *Atriplex sp.* (RIBEIRO *et al*., 2003; LEAL *et al*., 2008)

CONCLUSÕES

1. As análises realizadas no solo estudado mostraram que este encontra-se com problemas de salinosodicidade, ocasionando, dentre outros, queda na produção das culturas quiçá sua infertilidade, devendo-se adotar medidas imediatas de manejo da água e do solo, recuperação e monitoramento para impedir o avanço das áreas salinizadas;
2. A área estudada tem uma função social relevante e o impacto socioambiental da salinização tem provocado sérias transformações no uso desse solo, visto que a perda das áreas agricultáveis, devido à salinização, faz com que aumente a migração dessa mão de obra agrícola para os centros urbanos vizinhos;
3. É importante que haja do poder público e órgãos competentes a execução de medidas que mitiguem os danos ambientais do processo de salinização, já que essa problemática em áreas de perímetros irrigados afeta diretamente os recursos naturais, refletindo diretamente sobre os territórios agrícolas, ecossistemas e comunidades que deles dependem.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Apoio à Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC-SE).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, vol. 22, n. 6, p.711–728, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Trimestres mais e menos chuvosos no estado de Sergipe. Campina Grande, 2016. Disponível em <http://geoinfo.cnpa.embrapa.br/maps/402/download>. Acesso em 28 de fevereiro de 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Natios. FAO Statistical Yearbook 2013, World Food and Agriculture. Rome, 2013. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.html>. Acessado em 28 de fevereiro de 2019.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany, v.55, n.369, p.307-319, 2004.

HOLANDA, A. C.; *et al*. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.7, n.1, p.39-50, 2007

LEAL, I. G.; ACCIOLY, A. M. A.; NASCIMENTO, C. W. A.; FREIRE, M. B. G. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; FERREIRA, F. L. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex nummularia* e gesso de jazida. R. Bras. Ci. Solo., v.32, n.3, p.1065-1072, 2008.

MUNNS, R.; RICHARD, A. JAMES, R. A.; LAUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, v.57, n.5, p.1025-1043, 2006.

NETTO, A. O. A.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V.; BARROS, A. C.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BLANCO, F. F. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. Ciência Rural, v. 37, n. 6, p.1640-1645, 2007.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental, v. 19, n. 2, p.1308- 1324, 2015.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Ciência e Ambiente, v. 27, p.29-48, 2003.

RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A.; CRUZ, M. A. S.; MENESES, T. N. Distribuição espacial e lixiviação natural de sais em solos do Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.18, p.S46-S52, 2014.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208, 2003.

SANTOS, S. J. S. Salinização do solo: problemática socioambiental do perímetro irrigado. São Cristóvão, 2015. 164 p. Dissertação de Mestrado (Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe.

SINGH, A. Conjunctive use of water resources for sustainable irrigated agri- culture. J. Hydrol. (Elsevier), v.519, p.1688–1697, 2014a.

SINGH, A. Irrigation planning and management through optimization mod-elling. Water Resour. Manage, v.28, n.1, p.1–14, 2014b.

SINGH, A. Land and water management planning for increasing farm incomein irrigated dry areas. Land Use Policy, v.42, p.244–250, 2015.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. R. Bras. Eng. Agríc. Ambienta, v. 17, n. 12, p.1301-1309, 2013.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.). Manual de métodos de análise de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573p.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. Revista brasileira de ciência do solo. Viçosa. v.33, n.4, p.743-755, 2009.

UNITED NATIONS, 2012. World Population Prospects: 2012 Revision Popula-tion Database. Disponível em <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm> Acessado em: 03 de março de 2019.