



Caracterização de um solo salinizado em área irrigada da região Semiárida

Characterization of a saline soil in irrigated area of semiarid region

Adriana de Fátima Meira Vital¹, Rivaldo Vital dos Santos², Josinaldo de Araújo Lopes³, Takashi Muraoka⁴

Resumo: A expansão das áreas irrigadas no semiárido acarreta sérios problemas de degradação dos solos, principalmente de salinização, reduzindo a capacidade produtiva das culturas. A compreensão de aspectos pedológicos é fundamental durante o manejo dessas áreas. Objetivou-se com esse trabalho a caracterização do solo de uma área irrigada visando a preservação da qualidade dos solos nos perímetros irrigados. Foi selecionado um perfil representativo da área do Capoeira, no município de São José do Bonfim, mesorregião do Sertão Paraibano, microrregião de Patos, Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas, Semiárido do Estado da Paraíba, Bioma Caatinga. O perfil na profundidade de 118 cm foi descrito em campo, em seguida, foram coletadas amostras para a realização das análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de cada horizonte. O solo foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Sállico sódico, com sequência de horizonte Ap, AB, Bi, BC e 2C com predominância de textura franco arenosa. A análise da fertilidade, ao longo do perfil, revelou valores de pH variando de 5,3 a 8,0, saturação por sódio de 16 a65% e teores de P (1,8-11,9 mg kg⁻¹), Ca (3,1-5,0), Mg (1,3 -5,1), K (0,06-0,09), Na (1,51-39,25) cmol_cdm⁻³, respectivamente, enquanto no extrato de saturação os valores de condutividade elétrica, PST e RAS foram de 9,3-47dSm⁻¹, 40-69 e 47-153. O caráter sódico não é contemplado na atual versão do sistema como subgrupo. Dessa forma, pelos resultados, propõe-se a inclusão de um subgrupo sódico dentro da classe dos CAMBISSOLOS.

Palavras-chaves: SiBCS; Taxonomia de solos; CAMBISSOLO; Sodificação.

Abstract: The expansion of irrigated areas in the semiarid causes serious problems of soil degradation, mainly salinization, reducing the production capacity of crops. The understanding of pedological aspects is essential for managing these areas. This study aimed to characterize a soil of an irrigated area as a contribution to government actions to preserve the quality of soils in irrigated areas. We selected a representative profile of the area of Capoeira for description and then samples were collected to perform the morphological, physical, chemical and mineralogical properties of each horizon. The soil was classified as typical salic sodium, with sequence Ap horizon AB, Bi, BC and 2C with a predominance of sandy loam texture. The analysis of fertility, along the profile, said pH values ranging from 5.3 to 8.0, sodium saturation of 16% and a65 P concentrations (1.8 to 11.9 mg kg⁻¹), Ca (3.1 to 5.0), Mg (1.3 -5.1), K (0.06 to 0.09), Na (1.51 to 39.25) cmol_cdm⁻³, respectively, while in saturation extract electrical conductivity values, PST and RAS were 9.3-47dSm⁻¹, 40-69 and 47-153. The character is not covered in sodium current version of the system as a subgroup. Thus, the results, it is proposed the inclusion of a subgroup within the class of sodium CAMBISOLS.

Key words: SiBCS; Soil taxonomy; CAMBISSOL; Sodificity .

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 16/06/2015; aprovado em 20/09/2015

¹Doutora, Universidade Federal de Campina Grande; (83) 99903 3296, E-mail. vital.adriana@ufcg.edu.br

²Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail. rvital@ctr.ufcg.edu.br

³Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail. josinaldo@ccta.ufcg.edu.br

⁴Doutor, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, E-mail. muraoka@cena.usp.br

INTRODUÇÃO

A maioria dos solos destinados a projetos de irrigação na região Semiárida apresentam solos com uma alta fertilidade química natural, com pouca declividade e de textura argiloso arenosa a argilosa (MENEZES JÚNIOR et al., 2010). Por encontrarem-se em região de baixa atividade bioclimática, pluviosidade inferior a 800mm e evaporação médias de 2000 mm anuais, tais solos são propensos ao processo de salinização primária e secundária, trazendo severos prejuízos à produtividade agrícola, além de promover problemas ambientais e sociais severos (VITAL et al., 2005).

No entanto, apesar dessas áreas abrangerem uma pequena superfície, têm uma importância expressiva sob o enfoque de utilização agrícola. Contudo, há carência de informações relativas a descrição de perfis e diagnóstico dos atributos químicos, físicos e morfológicos segundo a profundidade do solo. A relevância desse estudo correlaciona-se com a suscetibilidade desses solos ao processo de salinização e sodificação, já que o acúmulo de sais solúveis e sódio trocável apresentam grande variabilidade espacial segundo a profundidade, com severas consequências ao manejo dos solos e produtividade agrícola (SANTOS et al., 2010).

Considerando que a irrigação tem importante papel a cumprir no Nordeste Semiárido, garantindo à atividade agrícola e a sustentabilidade econômica e social, é fundamental que se conheçam as áreas passíveis de serem irrigadas, sobretudo viabilizando estudos que considerem a morfologia dos solos, por fornecerem indicativos sobre as principais características físicas, químicas e mineralógicas e sobre o seu ambiente de ocorrência, bem como nortear a busca pela recuperação daquelas áreas degradadas (SANTOS et al., 2010).

Apesar de existirem pesquisas referentes a influência dos atributos químicos e físicos, são raras as avaliações morfológicas nesses solos. A descrição de um perfil de solo em áreas degradadas por sais do Semiárido pode contribuir para o manejo sustentável desses solos, auxiliar em futuros planos de implantação de perímetros irrigados, bem como fornecer subsídios à recuperação de áreas degradadas por sais e ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Dessa forma esse trabalho teve como objetivo caracterizar e classificar o solo de uma área degradada por sais no perímetro irrigado do Capoeira, estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

A área de estudo localiza-se no município de São José do Bonfim (PB) onde funcionou o Sistema de Irrigação Público de Capoeira, instalado em 1991 e desativado em 1997 por falta de água para irrigação.

O município está localizado na região semiárida do Estado da Paraíba, constituindo a mesorregião do Sertão Paraibano, microrregião de Patos, bacia hidrográfica do Rio Piranhas, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 7° 09'45" N e 37° 18'32" W, altitude média de 278 m. O clima da região segundo a classificação de Köpen é BSh (semiárido quente), com precipitação pluviométrica concentradas nos meses de janeiro a março.

A vegetação nativa predominante é do tipo caatinga arbustivo-arbórea com árvores esparsas de jurema preta

(*Mimosa hostilis* Benth.), ocorrendo aleatoriamente algarobeiras (*Prosopis juliflora*). O restante do solo encontra-se totalmente desprovido de cobertura vegetal, apresentando eflorescências esbranquiçadas e manchas escuras, evidenciando grau elevado de salinização.

Descrição do perfil do solo

Para descrição do perfil, foi aberta trincheira em área plana e baixa (7° 09'45" N e 37° 18' 32" W), com 2,5% de declividade. O local localiza-se entre duas serras e o perfil apresentou a 95 cm (horizonte 2C), seixos arredondados, indicativos de transporte.

Após abertura da trincheira, o perfil foi separado em horizontes, sendo que em cada horizonte, foram coletadas amostras de solo para posterior caracterização, química, física e mineralógica. O perfil foi descrito morfológicamente, segundo Lemos; Santos (1996).

O material de solo coletado, após ter sido seco ao ar, foi destorroado, peneirado (malha de 2 mm) e homogeneizado para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), segundo posteriormente para os Laboratórios de Química e Física do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, para as devidas determinações (densidade, porosidade, granulometria, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Al³⁺, H + Al, pH em água e em KCl) segundo Embrapa (1997).

As determinações para fins de salinidade foram obtidos do extrato de saturação segundo recomendação da Embrapa (1997). Com os resultados analíticos, foram calculados: soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), percentagem de saturação por bases (V), percentagem de saturação por Al³⁺ (m) e percentagem de Na trocável (PST).

A análise mineralógica foi realizada nas frações areia e silte e seus componentes mineralógicos determinados por difratometria de raios-X, conforme Brown; Brindley (1980) e Whittig; Allardice (1986), no Laboratório do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP). As amostras de TFSA receberam tratamento prévio com acetato de sódio 1 mol L⁻¹ a pH 5,0, peróxido de hidrogênio 30 % e ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), visando à remoção de cimentantes químicos (JACKSON, 1975). Foram preparadas três lâminas orientadas para cada subfração, sendo duas saturadas por K e uma por Mg. Das amostras saturadas por K, uma foi irradiada à temperatura ambiente e a outra, após aquecimento a 550 °C por duas horas. As amostras saturadas com Mg foram solvatadas com glicerol e irradiadas à temperatura ambiente.

A partir dos resultados das análises procedeu-se à classificação do solo de acordo com os critérios utilizados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2006), sendo o perfil classificado até o 4° nível categórico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo estudado apresenta sérias limitações ao uso, devido à má drenagem e natureza expansiva das argilas, e pequena profundidade e relevo forte ondulado.

Aspectos morfológicos

Ao longo do perfil estudado predominou a coloração bruno amarelada – matiz 10YR (Tabela 1). A consistência predominante foi extremamente dura, quando seca, variando de muito friável a extremamente friável quando úmida e de

ligeiramente plástica a muito plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa, quando molhada. A textura variou ao longo do perfil, situação marcante nessa ordem de solos quando apresentam textura média, indo de franca a argilosa, com tendência de um leve acréscimo nos teores de argila no horizonte B. A erosão laminar seletiva de argila parece a melhor explicação para este fato, tendo em vista que não foi observada evidência de eluviação dessa fração. A expressiva participação da fração areia, a mineralogia da fração areia e silte, além das relações silte/argila mais elevadas, sugerem intemperização não muito acentuada, o que pode ser explicado pelas condições climáticas secas e quentes na área.

Atributos físicos

O solo da área apresentou moderada participação de frações acima de 2 mm na massa do solo. As argilas são moderadas a fortemente dispersas, com grau de floculação, em geral, menor que 60 % exceto nos horizontes subsuperficiais AB e Bi. O gradiente textural foi de 1,20, indicando, segundo os critérios estabelecidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006), um horizonte Bi. Os valores de densidade do solo foram elevados, situando-se entre 1,48 e 1,89 g cm³ no horizonte A e entre 1,89 e 1,91 g cm³ no horizonte Bi. Valores similares de densidade do solo foram obtidos por Mota (1997), Oliveira et al. (2009) e Medeiros et al. (2013) para Luvissoles do Semiárido do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. O desenvolvimento normal da vegetação de Caatinga em solos cujos valores de densidade são elevados pode indicar superestimativa desses valores, ou pode refletir a adaptação desta vegetação às condições edafoclimáticas da região, tendo em vista que ela se desenvolve em condições que normalmente não são favoráveis aos cultivos agrícolas (Tabela 2).

Atributos químicos

Os resultados das análises químicas do perfil do solo são apresentados nas Tabelas 3 e 4. O solo tem reação moderadamente alcalina a praticamente neutra, sendo os valores de pH em KCl 1 mol L⁻¹ sempre menores do que os

de pH em água, o que indica a preponderância de cargas negativas na superfície dos coloides.

Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ encontram-se de baixo a médios, para a maioria das plantas cultivadas, nos horizontes superficiais. Os teores de P e K⁺ variaram de médios a bons nos horizontes superficiais. Os teores de Na⁺ mostraram-se elevados, portanto, se enquadrando como sódicos, sállicos ou solódicos. A percentagem de sódio trocável é expressiva ao longo dos horizontes.

Caracterização mineralógica

A mineralogia qualitativa das frações silte e argila do solo é semelhante devido, provavelmente, à uniformidade mineralógica do perfil, ou em consequência do ligeiro aporte de material siltoso na fração argila, já que as partículas apresentam baixa densidade.

A difratometria de raios-X da fração argila do horizonte Bi mostrou a presença de quartzo, goetita e illita (Tabela 5).

Aspectos Taxonômicos

O solo estudado foi adequadamente classificados até o terceiro nível categórico (Grande Grupo) no SiBCS (EMBRAPA, 2006). No quarto nível categórico (Subgrupo), por apresentar caráter sódico dentro de 100 cm de profundidade, não pôde ser classificado adequadamente, pois ainda não há um subgrupo sódico dentro da ordem, apesar de haver a previsão da ocorrência de solos com caráter sódico na sua conceituação, em nenhuma das edições do SiBCS (EMBRAPA, 1999, 2006, 2013).

Muitas vezes, a dificuldade de enquadrar uma classe de solo no SiBCS ocorre pelo fato de que as classes são propostas à medida em que novos solos vão sendo descritos e identificados, não sendo criadas classes de solos que não tenha o perfil modal.

Utilizou-se na classificação do perfil o subgrupo sódico, pois, conforme Oliveira (2009) o SiBCS confere autonomia aos usuários para fazer as possíveis combinações para o quarto nível, desde que utilizando subgrupos já relacionados no Sistema, de acordo com a ordem de importância taxonômica (EMBRAPA, 2006).

Tabela 1 – Algumas características morfológicas do perfil descrito.

Horiz	Profundidade- -- cm --	Cor (Munsell) Matriz		Estrutura (1)	Consistência		Transição (5)	Textura	
		Seco	Úmido		(2)Seca (4)Molhada	(3)Úmida			
Ap	0 – 5	10YR 5/6	10YR 3/6	Fr, P/M, G	D	MF	LPILPe	P Ab	franca
AB	5 – 25	2,5Y 5/6	10YR 4/6	F, M, GP F, GBA	ED	EF	PILPe	O Cl	franco- argilo- siltosa
Bi	25 – 41	10YR 5/6	10YR 5/6	F,MP G, GBA	ED	F	PIPe	O Gd	argila
BC	41 – 95	10YR 5/6	10YR 5/6	M, FM GP BA	ED	F	MPIPe	O Ab	argila
2C	95-118 +	Variegada (7,5YR 5/8 a 10YR 5,5/6)	Variegada (5YR 4/6 a 10YR 5/6)	M	ED	EF	PIPe	-	argila cascalhenta

(1) Estrutura: grau de desenvolvimento (Fr: fraca Fo: forte M: maciça), tamanho (P: pequeno, M: médio, G: grande), tipo (G: granular, P: prismática, BA: blocos angulares). (2) Consistência (seco): (D: dura, ED: extremamente dura). (3) (úmido): (MF: muito friável, F: friável, EF: extremamente firme). (4) (molhado): (PL: plástico, LPI: ligeiramente plástica, LPe: ligeiramente pegajosa, Pe: pegajosa). (5) Transição entre horizontes (P: plana; Ab: abrupta; Cl: clara; O: ondulada; Gd: gradual).

Tabela 02 – Principais atributos físicos do perfil descrito.

Horiz Símbolo	Comp granulométrica			Ds g cm ³	Dp	ADA g kg ⁻¹	GF %	Pt m ³ m ³	S/A	Umidade (Mpa)		
	areia	silte	argila							0,01	0,03	1,50
	----- g kg ⁻¹ -----											
Ap	387	332	281	1,48	2,61	153	45	0,43	1,2	278	174	93
AB	323	312	365	1,82	2,78	26	93	0,35	0,85	253	175	98
Bi	298	364	338	1,89	2,80	26	92	0,33	1,07	256	192	97
BC	324	351	325	1,91	2,78	260	20	0,31	1,08	297	213	119
2C	588	193	219	1,81	2,82	193	12	0,36	0,88	260	183	93

ADA argila dispersa em água; G grau de floculação; Pt porosidade total; S/A relação silte:argila.

Tabela 03 – Principais atributos químicos do perfil descrito.

Horizonte	Complexo sortivo										Saturação por sódio (100Na/T)		
	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V	pH				
	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				-----		KCl	H ₂ O				
Ap	2,6	5,0	16,0	0,09	39,25	60,3	60,3	100	5,3	5,6		65	
AB	1,8	4,5	1,3	0,07	27,14	42,9	42,9	100	5,8	6,5		63	
Bi	2,6	4,2	6,9	0,07	14,22	25,3	25,3	100	7,8	8,3		56	
BC	1,8	3,3	5,3	0,06	12,90	21,6	21,6	100	8,0	8,8		60	
2C	11,9	3,1	5,1	0,06	1,51	19,8	19,7	100	7,6	9,0		58	

Tabela 04 – Principais atributos químicos no extrato de saturação do perfil descrito.

Horizonte	Sais solúveis													
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	RAS	PST	CE _{ES}	Equivalente CaCO ₃		
	----- cmol _c dm ⁻³ -----										%	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	
Ap	0,4	1,6	0,03	49,4	0,04	0	1,6	4,1	153	69	46,0	67		
AB	0,2	0,7	0,02	27,1	0,05	0	0,9	3,6	124	65	47,0	50		
Bi	0,3	0,3	0,01	19,6	0,04	0	0,6	3,9	107	61	28,0	33		
BC	0,03	0,03	0,01	2,6	0,50	0	0,2	1,8	47	40	10,0	27		
2C	0,03	0,03	0,01	2,6	0,05	0	0,1	1,8	47	40	9,3	13		

RAS relação de adsorção de sódio; PST percentagem de sódio trocável; CE_{ES} condutividade elétrica no extrato de saturação, x resultado numérico obtido é menor que a unidade utilizada para expressar o resultado; - não se dispõe de resultados.

Tabela 05 – Principais atributos mineralógicos.

Nome	%	Fórmula
Quartzo	71	SiO ₂
Goetita	4	FeO(OH)
Phlogopite	3	KMg ₃ (Si ₃ AlO ₁₀)F ₂
Ilita	2	(KH ₃ O)Al ₂ Si ₃ AlO ₁₀
Muscovita	1	K(Al) ₂ (Si, Al)
Tianshanite	1	Na ₂ BaMnTiB ₂ Si ₆ O ₂₀
Majorite	1	Mg ₃ Fe ₂ (SiO ₄) ₃
Suolunite	1	Ca ₂ Si ₂ O ₅ (OH)2H ₂ O
Wollastonite	1	CaSiO ₃
Sylvite sodium	1	KO ₆ NaO ₄ Cl
Phillipsite	1	KNaCaFeAlSiO ₆ 39H ₂ O
Noselite	1	Na ₈ Al ₆ Si ₆ O ₂₄ SO ₄
Outros	12	-----

* minerais predominantes na fração argila - difratometria de raio-X (horizonte Bi)

CONCLUSÕES

O solo em estudo apresenta teores elevados a extremamente elevados de P extraível, de distribuição irregular tanto entre perfis como entre horizontes, o que sugere a existência de fontes distintas deste elemento.

A classificação pelo Sistema Brasileiro (Embrapa, 1999) seria CAMBISSOLO HÁPLICO Sódico típico. O solo em estudo tem uma saturação por sódio entre 56 e 65%, pH em água de 8,8 no horizonte BC e 9,0 no 2C, uma condutividade elétrica no extrato de saturação entre 9,3 e 47,4 dS m⁻¹ e saturação por sódio de 60%. Como o Sistema só contempla o grande grupo sódico, não apresentando a opção

para sálico sódico (que seria o caso em estudo), o mesmo foi situado nessa classificação (CAMBISSOLO HÁPLICO Sódico Sódico sálico).

Propõe-se a inclusão de um subgrupo sálico dentro da classe dos CAMBISSOLO HÁPLICO Sódico, para enquadrar os solos desta classe, no SiBCS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: BRINDLEY, G.W.; BROWN, G., eds. **Crystal structures of clays minerals and their X-ray identification Mineralogical Society**. London, 1980. p.305-360.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.
- JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: Advanced course**. 29.ed. Madison, 1975. 895p.
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
- MENEZES JÚNIOR, J. C. DE; SANTOS, R. V. DOS; NICOLAU SOBRINHO, W.; SOUTO, J. S. Emprego de corretivos químicos, fontes e doses de fósforo em solo degradado por sais na produção do milho (*Pennisetum glaucum L.*). **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v.8, n.1, p. 39-45, 2010.
- MEDEIROS, B. V. V. de; MEDEIROS, L. C. de; ERNESTO SOBRINHO, F.; GURGEL, M. T. Caracterização física e química de solos sob pecuária bovina no semiárido do Seridó-RN. **Revista ACSA Agropecuária Científica no Semiárido**. v. 9, n.4, p.08-16, 2013.
- MOTA, F.O.B. **Mineralogia de solos da região semiárida do estado do Ceará**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 145p. (Tese de Doutorado).
- OLIVEIRA, L. B. O.; FONTES, M. P. F.; RIBEIRO, M. R. & KER, J. C. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de Rochas Metamórficas no semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, 33:1333-1345, 2009.
- SANTOS, R. V.; HERNANDEZ, F. F. F. Recuperação de solos afetados por sais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: UFPB, 1997. p. 319-361.
- SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. de F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de. (Org.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. Fortaleza CE: INCTSal, 2010, p. 221-250.
- VITAL, A. F. M.; SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F., SOUTO, J. S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso agrícola e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, 30-36, 2005.
- WHITTIG, L.D.; ALLARDICE, W.R. X-Ray diffraction techniques. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America-American Society of Agronomy, 1986. p.331-335.