



Física, Química e Mineralogia de Cambissolos Sódicos e Solódicos no Semiárido Pernambucano⁽¹⁾

Ebert Santos Cruz⁽²⁾; Rayana Pires Marques⁽³⁾ Alexandre Tavares da Rocha⁽⁴⁾; Diana Ferreira de Freitas⁽⁵⁾ & Euvaldo Pereira de Cerqueira Júnior⁽²⁾ Bruno Ketson Lopes Soares⁽²⁾

⁽¹⁾Parte da Dissertação de Mestrado da segunda autora, financiado pelo curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

⁽²⁾Engenheiro Agrônomo; formado pela Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, E-mail: ebertagronomo@gmail.com; ⁽³⁾Mestre em Produção Vegetal – Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; ⁽⁴⁾Professor Adjunto da Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; ⁽⁵⁾ Professora Adjunta da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE;

RESUMO: A região semiárida possui tendência a sodicidade dos solos principalmente pela presença de minerais primários ricos em sódio, como também pela irregularidade das chuvas e elevadas taxas de evaporação. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as variações nas características mineralógicas da fração argila de Cambissolos sódicos e solódicos no semiárido pernambucano, visando contribuir para o melhor entendimento das suas potencialidades e limitações ao uso agrícola. A área de estudo localiza-se no município de Serra Talhada, semiárido pernambucano, onde foram coletadas amostras de 0-20 cm de profundidade de três Cambissolos Háplicos (CX1, CX2 e CX3) e um Flúvico (CY). As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm para a obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Posteriormente foi determinada a composição granulométrica da TFSA, determinações do pH (H₂O), teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺, acidez potencial e P disponível, além das análises mineralógicas por difratometria de raio-X na fração argila. Os perfis de Cambissolos Háplicos apresentaram predominância da fração areia em relação ao Cambissolo Flúvico, onde os teores das frações de menor diâmetro, principalmente silte (500 g kg⁻¹) foram superiores. Todos os Cambissolos se mostraram eutróficos em razão dos maiores teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ para CX1 e CX2 e Na⁺ e K⁺ para CX3 e CY, sendo classificados como solódicos (6% < PST < 15%) e sódicos (PST ≥ 15%) respectivamente. Os elevados teores de Na e K parecem favorecer a formação de minerais 2:1 como illita e halita na fração argila dos Cambissolos estudados.

Termos de indexação: solos alcalinos, mineralogia da argila, Sertão do Pajeú.

INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste Brasileiro, em virtude das características de clima, relevo, geologia, drenagem, dentre outros fatores, apresenta condições favoráveis à ocorrência de solos afetados por excesso de sódio e, ou, sais (Motta & Oliveira, 1999).

Diversas são as características do solo afetadas pelo processo de sodificação e/ou salinização, como dispersão de argilas, destruição da estrutura do solo e toxidez para as plantas pela presença de sódio trocável em solução, além de comprometer a disponibilidade de água e nutrientes às plantas. O excesso de sais de sódio além de trazer prejuízos às propriedades físicas, causando redução da fertilidade do solo, conseqüentemente redução generalizada do crescimento das plantas e diminuição da produtividade (Cavalcante et al., 2010). Ou seja, prejudicam o comportamento germinativo, vegetativo e produtivo das plantas pela ação direta sobre o potencial osmótico e íons potencialmente tóxicos (Gonçalves et al., 2011).

Poucos são os estudos a respeito da mineralogia de solos alcalinos (sódicos e solódicos). A extensão das áreas que sofrem sodificação das regiões semiáridas estão a cada ano aumentando, com elevação do pH, causando em alguns casos deficiência de micronutrientes e toxicidade de cloretos, sulfatos, bicarbonatos de Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ e sais em geral. Normalmente observa-se deficiência de fósforo associadas com outros nutrientes, em especial enxofre (Qadir et al., 2007; Holanda et al., 2010). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as variações nas características mineralógicas da fração argila de Cambissolos sódicos e solódicos no semiárido pernambucano, visando contribuir para o melhor entendimento das suas potencialidades e limitações ao uso agrícola.



MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida no município de Serra Talhada, microrregião do Vale do Pajeú, semiárido pernambucano. O clima da região é definido, segundo a classificação de Köppen do tipo BShw' (Semiárido), com temperaturas médias anuais elevadas, superior aos 25 °C e precipitação média anual próximo aos 440 mm (CPRM, 2005).

Amostras de três Cambissolos Háplicos (CX1, CX2 e CX3) e um Flúvico (CY) foram coletados na camada arável (0-20 cm) cultivados com sorgo forrageiro. O CX1 e CX2 estão em relevo suave ondulado e plano, respectivamente. Ambos com presença de vegetação espontânea sem uso agrícola, no entanto ambos coletados nas proximidades do Km 03 da BR 232. O CX3 e CY estão nas proximidades do perímetro irrigado Açude Cachoeira II, que semipereniza o riacho Cachoeira, um dos afluentes do rio Pajeú, sendo que o CY é utilizado com a hálófita atriplex (*Atriplex nummularia*).

As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm para a obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Posteriormente foram realizadas as análises físicas para determinação da composição granulométrica dos solos (Embrapa, 1997), e químicas do pH em água, teores de Ca, Mg, K e Na trocáveis, acidez potencial e P disponível (Embrapa, 2009). Com base nas análises químicas foram calculados somas de bases (S), capacidade de troca catiônica (T), saturação por bases (V), e porcentagem de sódio trocável (PST).

A análise mineralógica foi realizada na fração argila natural (Mehra & Jackson, 1960), após a separação das frações granulométricas da TFSA, sendo obtida por meio de sucessivos sifonamentos baseados na sedimentação das partículas proposto na lei de Stokes. As amostras de argila foram preparadas em lâminas de vidro, orientadas pela técnica do esfregaço e analisadas em difratômetro Panalytical X'Pert Pro PW 3040/60, equipado com 1800W, tubo de cobalto (CoK α). A faixa analisada foi de 4 a 50 °2 θ com passo de 0,0008 °2 θ s $^{-1}$, com tensão de 40 kV e corrente de 40 mA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis de Cambissolos Háplicos (CX1, CX2 e CX3) apresentaram predominância da fração areia em relação ao Cambissolo Flúvico (CY), onde os teores das frações de menor diâmetro, principalmente silte (500 g kg $^{-1}$) foram superiores (**Tabela 1**). Também foram observados maiores teores de areia e silte em solos desta natureza por Fernandes (2008). Essas variações ocorrem devido o tipo de material originário dos solos estudados, indicando as diferenças da natureza coluvial dos

Cambissolos Háplicos, originados do intemperismo de rochas ácidas como granitos e sienitos, e a colúvio-aluvionar do Cambissolo Flúvico, de granulação mais fina, depositada nos terraços do rio Pajeú.

Os solos possuem alcalidade fraca a elevada, principalmente em razão dos elevados teores dos cátions no complexo de troca (**Tabela 1**). Todos os Cambissolos se mostraram eutróficos em razão dos maiores teores de Ca $^{2+}$ e Mg $^{2+}$ para CX1 e CX2, e Na $^{+}$ e K $^{+}$ para CX3 e CY, sendo classificados como solódicos (6 % < PST < 15 %) e sódicos (PST \geq 15 %), respectivamente. As maiores porcentagens de sódio no complexo de troca, promovem maior dispersão das argilas, contribuindo para a manutenção de condições físicas desfavoráveis como menor permeabilidade da água (infiltração) e baixo desenvolvimento de raízes.

Os elevados teores de Na $^{+}$ e K $^{+}$ nos solos do perímetro irrigado Cachoeira II (CX3 e CY) estão associados à maior riqueza em minerais primários ricos nestes elementos, como plagioclásios-Na (albita) e feldspatos-K, na mineralogia das frações mais grosseiras dos solos, como observado por Sousa (1995) no Vale do Pajeú. Este autor afirma que a sodificação é um problema regional em razão do aumento na concentração de Na $^{+}$ em solução. No entanto, além disso, não se pode deixar de considerar que a maioria dos perímetros irrigados da região nordeste, tornam-se subutilizados pelo mal uso da água para irrigação, elevando as concentrações salinas de íons como Na $^{+}$ na solução do solo, interferindo no processo produtivo (Fernandes, 2008).

Os teores de P disponível foram elevados principalmente nos Cambissolos CX1 e CX2 (**Tabela 1**). Em condições semiáridas com problemas de salinização e sodificação, encontram-se valores adequados de fósforo, quando o pH não é muito elevado. Neste caso, existe a ligação de P com Ca, precipitando e permanecendo na sua forma indisponível às plantas (Freire, & Freire, 2007).

A difratometria de raios-X revela a ocorrência de caulinita e argilominerais 2:1 em todos os Cambissolos estudados, principalmente nos perfis CX3 e CY do perímetro irrigado Açude Cachoeira II, com presença marcante de picos de illita (**Figura 1**). As maiores quantidades de K nestes solos, oriundos de minerais primários ricos neste elemento nas frações areia e silte (dados não apresentados), parece promover maior atividade deste íon no sistema, favorecendo a formação da illita e sua persistência no ambiente (**Tabela 1**).

Goethita e halita também fazem parte da constituição mineralógica dos solos estudados (**Figura 1**). Os picos mais pronunciados em CX2, e principalmente em CX3, refletem a natureza dos



materiais ricos em sódio no complexo de troca. Não foi realizada nenhuma lavagem com água deionizada nas amostras para remoção da halita (NaCl), já que é um mineral bastante solúvel, e que poderia dificultar à identificação dos demais argilominerais (Gernet, 2012). Dessa forma, seus picos foram observados em intensidades diferentes em todos os perfis de solos deste estudo.

Os picos de halita no perfil CY são menores em relação ao CX3, mesmo que ambos tenham similaridade do seu local de formação (ambientes de sedimentação do rio Pajeú). Isso provavelmente está relacionado às maiores quantidades de Na que foram extraídos pelo uso da *Atriplex nummularia* na área. A fitoextração de sais solúveis utilizando plantas halófitas é uma alternativa de baixo custo para recuperação de solos salinos, por não ser agressiva ao meio ambiente (Leal et al., 2008).

De maneira geral, os Cambissolos CX3 e CY são menos evoluídos pedogeneticamente, sendo favorecidos por sua posição na paisagem que promove adição e acúmulo de materiais colúvio-aluviais, recebidos do rio Pajeú constantemente. Além disso, a sazonalidade climática (períodos secos pronunciados), as elevadas temperaturas e o baixo intemperismo, dificultam a saída de bases e sílica, responsáveis pela presença de argilominerais 2:1 na fração argila destes solos.

CONCLUSÕES

Os teores de areia foram maiores nos Cambissolos Háplicos (CX1, CX2 e CX3) e os de silte no Cambissolo Flúvico (CY).

Os Cambissolos CX1 e CX2 são solódicos e os CX3 e CY, sódicos.

Os elevados teores de Na e K juntamente com a ação climática, parecem favorecer a formação de minerais 2:1 como ilita, e da halita na fração argila dos Cambissolos estudados.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (PGPV) pelo apoio técnico e financeiro.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, L. F. et al. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. Semina: Ciências Agrárias, 31: 1281-1290, 2010.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais. Projeto cadastro de abastecimento por águas subterrâneas, estado de Pernambuco: diagnóstico do município de Serra Talhada, PE - Recife: CPRM, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro. 212p. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, informação tecnológica. 628p. 2009.

FERNANDES, J.G. Caracterização de águas e solos do Perímetro irrigado cachoeira II, Serra Talhada/PE. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em ciência do solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

FREIRE, M. B. G. S. & FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 16: 929-954, 2007.

GERNET, M. V. Gênese e ocupação do sambaqui do Guaraguaçu, pontal do Paraná. 2012. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná. 2012.

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. S.; SANTOS, M. A.; SOUZA, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. Revista Ciência Agrônômica. 42: 589-596, 2011.

HOLANDA, J. S. et al. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT Sa. 4:43-59, 2010.

LEAL, I. G.; ACCIOLY, A. M. A.; NASCIMENTO, C. W. A. et al. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex nummularis* e gesso de jazida. Revista brasileira de Ciência do Solo, 32: 1065-1072, 2008.

MEHRA, O. P. & JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soil and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays Clay Miner. 5: 317-327, 1960.

MOTA, F. O. B. & OLIVEIRA, J. B. Mineralogia de solos com excesso de sódio no estado do Ceará. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:799-806, 1999.

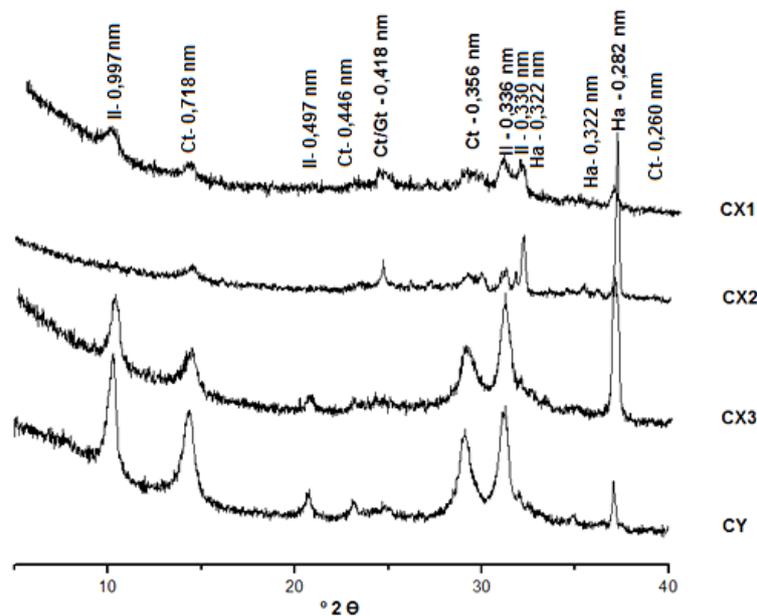
QADIR, M. et al. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. Advances in Agronomy, Newark. 96:197-247, 2007.

SOUZA, A. R. Solos da planície aluvial do Vale do Pajeú em Serra Talhada (PE): ambiente agrícola e uso da terra. 1995. 145p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995.

Tabela 1 - Características físicas e químicas da camada 0-20 cm dos Cambissolos cultivados com sorgo forrageiro no Semiárido pernambucano.

Solo ¹	Cambissolo Háplico (CX1)	Cambissolo Háplico (CX2)	Cambissolo Háplico (CX3)	Cambissolo Flúvico (CY)
Areia (g kg ⁻¹)	835	723	587	314
Silte (g kg ⁻¹)	100	180	280	500
Argila (g kg ⁻¹)	80	100	120	180
pH (água)	7,3	7,4	7,9	7,4
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,35	3,25	4,95	9,65
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,25	1,35	2,15	6,10
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	0,83	89,48	21,30
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,92	1,54	23,15	6,77
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,85	2,85	1,75	2,00
S (cmol _c dm ⁻³)	8,82	6,97	119,73	40,82
T (cmol _c dm ⁻³)	11,68	9,81	121,48	45,82
P (mg dm ⁻³)	65,9	5,56	5,56	1,95
V %	75,59	70,96	98,55	95,63
PST	11,16	8,41	73,65	46,49

¹ Classificação e simbologia de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2013).



II - Ilita; Ct - Caulinita; Gt - Goethita; Ha - Halita.

Figura 1 - Difratoograma de raio-X de amostra da fração argila de Cambissolos Háplicos (CX1, CX2, CX3) e Cambissolo Flúvico (CY), cultivado com sorgo forrageiro no Semiárido pernambucano