

Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE⁽¹⁾

Lindomário Barros de Oliveira⁽²⁾, Mateus Rosas Ribeiro⁽²⁾, Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira⁽³⁾, José Fernando Wanderley Fernandes de Lima⁽²⁾ e Flávio Adriano Marques⁽²⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades e o comportamento de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE, cujo uso agrícola foi interrompido em virtude de problemas de salinidade/sodicidade. Foram realizadas caracterizações morfológica, física, química e mineralógica de três perfis de solos afetados por sais do referido perímetro irrigado. Os solos foram classificados, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico, Neossolo Flúvico Sódico salino e Neossolo Flúvico Sódico típico. A estratificação, típica de solos de natureza aluvial, rege o comportamento físico e químico dos solos estudados no sentido vertical. Apesar da presença de minerais que podem contribuir com o processo de salinização/sodificação, tal contribuição deve ser irrisória quando comparada à das águas de rega de baixa qualidade. A reutilização destes solos com agricultura irrigada deve ser precedida do uso de corretivos e da introdução de um eficiente sistema de drenagem que impeça a ascensão do lençol freático e promova a lixiviação do sódio.

Termos para indexação: solo sódico, salinidade, propriedade físico-química do solo, aspecto morfológico do solo, semi-árido.

Pedological inferences applied to Custódia irrigated perimeter, in Pernambuco State, Brazil

Abstract – This work was carried out to evaluate the properties and the behavior of alluvial soils of the Custódia irrigated perimeter, in Pernambuco State, Brazil, whose agricultural use was interrupted due to salinity/sodicity problems. Morphologic, physics, chemistry and mineralogical characterizations of three profiles of affected soils for salts of the referred irrigated perimeter was used. The soils were classified, in agreement with the Brazilian System of Classification of Soils, as Solodic Eutric Fluvic Neosol, Saline Sodic Fluvic Neosol and Typic Sodic Fluvic Neosol. The stratification, what is typical in alluvial soils, governs the physical and chemical behavior of the soils studied in the vertical direction. In spite of the presence of minerals that can contribute to the process of salinization/sodification, such contribution should be minimum when compared to the low quality of irrigation water. The reutilization of these soils with irrigated agriculture should be preceded of liming and of an efficient drainage system that prevents water table rise and promotes the leaching of sodium.

Index terms: sodic soils, salinity, soil chemico-physical properties, soil morphological features, semi-arid.

Introdução

A prática da irrigação tem permitido o aumento da produtividade das culturas, por diminuir a irregulari-

dade espacial e temporal do suprimento de água, possibilitando a expansão das fronteiras agrícolas em muitas regiões do globo, inclusive no Nordeste brasileiro. Com esta finalidade, e, sobretudo, na tentativa de regularizar o abastecimento de água para a população nordestina, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) construiu umas três centenas de açudes em sua área de jurisdição, muitos dos quais passaram a constituir perímetros irrigados (Paiva, 1976). A criação desses perímetros irrigados aumentou a produtividade das terras dessa região, transformando, assim, a realidade sócio-econômico-cultural da sua população.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 16 de abril de 2002.

Trabalho financiado pelo CNPq/Projeto Nordeste II.

⁽²⁾ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº, Dois Irmãos, CEP 52171-030 Recife, PE. E-mail: lbdeoliveira@yahoo.com.br, rosas@truenet.com.br, agrobay@uol.com.br

⁽³⁾ Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe, 502, Boa Vista, CEP 50050-900 Recife, PE. E-mail: mgvxf@uol.com.br

No entanto, em decorrência do manejo inadequado, muitas dessas áreas encontram-se praticamente abandonadas, em virtude de problemas de salinidade/sodicidade em seus solos. Como exemplos, têm-se as seguintes áreas, em porcentual, afetadas por sais: Custódia, PE, com 97%; Ceraíma, BA, com 32%; São Gonçalo, Sumé e Cachoeira II, PB, com, respectivamente, 52, 61 e 30% (Macêdo, 1988).

A escolha de áreas para compor perímetros irrigados nem sempre foi suficientemente embasada em critérios técnico-econômicos. Este fato, associado à falta de habilidade de parte dos irrigantes no manejo da irrigação e às peculiaridades edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, muito tem contribuído para o processo de degradação de solos da região, resultando em índices como os acima citados.

No perímetro irrigado de Custódia, as atividades foram praticamente interrompidas a partir dos anos 80, em decorrência da salinização/sodificação de seus solos e do rebaixamento do nível d'água do açude.

Na definição de práticas adequadas de manejo, conservação e recuperação de um determinado solo, é imprescindível o conhecimento da natureza do solo em questão, uma vez que cada tipo de solo responderá de forma mais ou menos diferenciada a uma mesma prática. Normalmente, a resposta expressa-se pelo aumento ou diminuição da produtividade das culturas. Como exemplo, pode-se citar a diminuição da produtividade das culturas com o aumento da salinidade dos solos (Richards, 1973).

Como a maior parte da área do perímetro irrigado de Custódia apresenta solos afetados por sais (Macêdo, 1988), faz-se necessário gerar informações que possam auxiliar na definição de práticas de manejo e recuperação destes solos e na transferência de agrotecnologia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades e o comportamento de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE, cujo uso agrícola foi interrompido em virtude de problemas de salinidade/sodicidade.

Material e Métodos

O sítio de amostragem localiza-se no perímetro irrigado do DNOCS, no Município de Custódia, PE. Foram

descritos três perfis de solos ao longo de um caminamento transversal ao canal de drenagem natural, na planície de inundação.

A descrição dos perfis e a coleta das amostras, deformadas e indeformadas, seguiram as recomendações de Lemos & Santos (1996), e foram realizadas em março de 1998.

As análises físicas e químicas foram realizadas de acordo com Embrapa (1997), com três repetições para cada amostra (horizonte); os resultados foram representados pelas médias.

As análises físicas incluíram determinações da granulometria, pelo método do densímetro, empregando-se hexametáfosfato de sódio como dispersante químico; argila natural; densidade global pelo método do anel volumétrico – 250 cm³; densidade das partículas; capacidade de campo e ponto de murcha permanente (extrator de Richards) e condutividade hidráulica do solo saturado.

As análises químicas consistiram em determinações do pH (aferido em água e KCl 1 M), do complexo sortivo Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ extraídos com solução de KCl 1 M, sendo Ca²⁺ e Mg²⁺ determinados por espectrofotometria de absorção atômica, e Al³⁺, por titulação; Na⁺ e K⁺, extraídos com solução de HCl 0,05M e H₂SO₄ 0,0125M e determinados por espectrofotometria de chama; H⁺ + Al³⁺ (extraídos com solução de acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0 e determinados por titulação com NaOH 0,0606 M); P disponível (extraído com solução de HCl 0,05 M e determinado por colorimetria); e, C orgânico (determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio). No extrato da pasta de saturação foram determinados pH, condutividade elétrica, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺, CO₃²⁻ e HCO₃⁻.

A partir dos dados acima obtidos, foram calculados conforme Embrapa (1997): relação silte/argila, grau de floculação, porosidade total, água disponível, soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), porcentagem de saturação por alumínio (PSA), porcentagem de saturação por sódio (PST) e relação de adsorção de sódio (RAS).

As frações cascalho e areia foram analisadas em lupa binocular. Para identificação dos minerais dessas frações, além da análise óptica, realizaram-se testes químicos com H₂O₂ 30%, e de atração magnética com ímã de bolso.

A preparação das lâminas orientadas das frações silte e argila, saturadas com K e Mg-glicerol, foi feita segundo Jackson (1975). As lâminas saturadas com potássio foram processadas à temperatura ambiente e após aquecimento a 550°C, por duas horas. As saturadas com magnésio foram solvatadas com glicerol e processadas à temperatura ambiente.

Resultados e Discussão

A partir das descrições morfológicas e dos dados analíticos, os solos foram classificados até o 4º nível, com fases, segundo os critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). O perfil 1 foi classificado como Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico A fraco textura argilosa/média/arenosa; o perfil 2 como Neossolo

Flúvico Sódico salino A fraco textura média/arenosa fase caatinga de várzea relevo plano e o perfil 3 como Neossolo Flúvico Sódico típico A fraco textura média fase caatinga de várzea relevo plano (Tabela 1).

A feição morfológica mais típica destes solos é a estratificação, decorrente dos diferentes ciclos de sedimentação dos materiais que os constituem (Oliveira et al., 1992). A estratificação, observada no campo, pode ser facilmente constatada pela análise

Tabela 1. Características morfológicas de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor (solo úmido)	Textura	Estrutura	Consistência (solo seco, úmido e molhado)	Transição
Perfil 1 – Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico						
Apn	0-15	Bruno muito escuro (10YR 2/2)	Franco-argilosa	Fraca média blocos subangulares	Extremamente dura, firme, plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Cn ₁	15-45	Bruno muito escuro (10YR 2/2)	Franco-argilosa	Fraca média a grande blocos subangulares	Extremamente dura, muito firme, plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Cn ₂	45-98	Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2)	Franco-argilosa	Fraca pequena a média blocos subangulares	Muito dura, firme, plástica e muito pegajosa	Abrupta e plana
2Cn ₃	98-130	Bruno-escuro (10YR 3/3)	Franco-arenosa	Maciça moderadamente coesa	Muito dura, friável e firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Clara e plana
3Cn ₄	130-160	Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2)	Franco-arenosa	Maciça moderadamente coesa	Muito dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Abrupta e plana
4Cn ₅	160-210	Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4)	Areia	Maciça pouco coesa	Ligeiramente dura, não-plástica e não-pegajosa	-
Perfil 2 – Neossolo Flúvico Sódico salino						
Apn	0-15	Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2)	Franca	Fraca pequena a média blocos subangulares	Muito dura, firme, plástica e pegajosa	Gradual e plana
Cnz ₁	15-50	Bruno-acinzentado-escuro (10YR 3/2)	Franco-argilo-arenosa	Fraca média a grande blocos prismática, composta de fraca média a grande blocos subangulares e angulares	Extremamente dura, muito firme, plástica e muito pegajosa	Gradual e plana
Cnz ₂	50-105	Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2)	Franca	Fraca pequena a média blocos subangulares e angulares	Muito dura, firme, plástica e pegajosa	Abrupta e plana
2Cn ₁	105-138	Bruno-escuro (10YR 4/3)	Areia-franca	Maciça moderadamente coesa	Ligeiramente dura, friável, não-plástica e não-pegajosa	Clara e plana
3Cn ₂	138-155	Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2)	Franco-arenosa	Maciça moderadamente coesa	Dura, muito friável a friável, não-plástica e ligeiramente pegajosa	Abrupta e plana
4Cn ₃	155-200	Bruno-amarelado (10YR 5/4)	Areia	Maciça pouco coesa	Solta a ligeiramente dura, solta a muito friável, não-plástica e não-pegajosa	-
Perfil 3 – Neossolo Flúvico Sódico típico						
Ap	0-15	Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2)	Franco-argilo-arenosa	Fraca pequena a grande blocos subangulares	Muito dura a extremamente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Abrupta e plana
Cn ₁	15-60	Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2), mosqueado comum pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/8)	Franco-argilo-arenosa	Fraca muito grande prismática, composta de fraca muito grande blocos angulares	Extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e muito pegajosa	Abrupta e plana
2Cn ₂	60-72	Bruno-amarelado (10YR 5/4), mosqueado comum pequeno e distinto bruno (7,5YR 5/8)	Franco-arenosa	Maciça moderadamente coesa	Dura, friável, não-plástica e não-pegajosa	Abrupta e plana
3Cn ₃	72-90	Cinzentado muito escuro (10YR 3/1)	Franco-argilo-arenosa	Fraca muito grande blocos angulares	Extremamente dura, extremamente firme, plástica e ligeiramente pegajosa	Clara e plana
4Cn ₄	90-120	Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2)	Franco-argilo-arenosa	Maciça coesa	Extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Clara e plana
5Cn ₅	120-185	Bruno-acinzentado (10YR 5/2)	Franco-argilo-arenosa	Maciça	Extremamente dura, muito firme, plástica e pegajosa	-

granulométrica (Tabela 2). As camadas mais argilosas foram observadas até a profundidade de 1 m nos perfis 1 e 2, e a profundidades maiores no perfil 3 (5Cn₅). Argumenta-se que uma maior variabilidade entre as camadas de solos aluviais decorre de uma elevada variação do volume e da velocidade do agente transportador ao longo dos tempos. Assim, a maior estratificação constatada no presente trabalho indica que os ciclos de sedimentação foram mais heterogêneos para estes solos do que, por exemplo, os que originaram o solo estudado por Sauders et al. (1980); este solo, segundo os autores, apresentou camadas texturalmente homogêneas ao longo do perfil.

A evidente estratificação observada no campo está perfeitamente demonstrada na distribuição das partículas ao longo dos perfis (Tabela 3). Os teores mais elevados de areia grossa do que de areia fina a partir dos horizontes 4Cn₅, 4Cn₃ e 4Cn₄ nos perfis 1, 2 e 3 respectivamente, em contraste com o que ocorreu nos horizontes antecedentes, reforçam a interpretação de descontinuidade litológica, como sugerido por Estados Unidos (1999). A distribuição das partículas nos solos dita as variações das suas pro-

priedades, conforme discutido ao longo do texto.

A relação silte/argila é normalmente maior do que 0,7, indicando, assim, o pouco desenvolvimento pedogenético dos solos em questão, que é reforçado pela abundância de minerais facilmente alteráveis nas frações cascalho, areia e silte.

A densidade global variou de 1,33 a 1,93 t m⁻³, e os maiores valores foram encontrados nos horizontes superficiais, exceção feita ao perfil 3, que apresentou os valores mais elevados em subsuperfície. Os valores elevados de densidade global nos horizontes superficiais são, provavelmente, consequência do cultivo dos solos.

Os teores de água disponível apresentaram variações de 1 a 12% no perfil 1, 1 a 9% no perfil 2 e 3 a 13% no perfil 3 (Tabela 3). Os teores mais elevados foram observados nas camadas mais argilosas dos três solos. As correlações entre os teores de argila e a umidade nos potenciais de -0,034 e -1,52 MPa e a água disponível foram positivas e altamente significativas (Figura 1).

Os solos apresentaram valores muito baixos de condutividade hidráulica, especialmente nas camadas superficiais, e não foram registrados valores

Tabela 2. Composição granulométrica, argila natural, grau de flocculação e relação silte/argila de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila natural	Grau de flocculação	Silte/argila
				----- (g kg ⁻¹ de solo) -----						
Perfil 1 – Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico										
Apn	0-15	0	100	79	174	385	361	249	31	1,07
Cn ₁	15-45	0	100	116	143	385	356	269	24	1,08
Cn ₂	45-98	0	100	92	192	390	326	239	27	1,20
2Cn ₃	98-130	0	100	123	546	180	151	104	31	1,19
3Cn ₄	130-160	0	100	118	481	220	181	104	42	1,22
4Cn ₅	160-210	0	100	735	186	10	69	19	76	0,00
Perfil 2 – Neossolo Flúvico Sódico salino										
Apn	0-15	0	100	118	322	330	231	99	57	1,43
Cnz ₁	15-50	0	100	98	396	265	241	129	46	1,10
Cnz ₂	50-105	0	100	88	376	310	226	149	34	1,37
2Cn ₁	105-138	0	100	379	451	80	91	49	46	0,88
3Cn ₂	138-150	0	100	207	533	140	121	79	35	1,16
4Cn ₃	150-200+	4	96	862	67	30	41	9	78	0,73
Perfil 3 – Neossolo Flúvico Sódico típico										
Ap	0-15	1	99	181	408	230	181	99	45	1,27
Cn ₁	15-60	0	100	157	482	175	186	99	47	0,94
2Cn ₂	60-72	0	100	334	435	140	91	39	57	1,54
3Cn ₃	72-90	0	100	147	371	276	206	129	37	1,34
4Cn ₄	90-120	1	99	324	255	270	151	99	34	1,79
5Cn ₅	120-185+	2	98	294	215	180	311	269	13	0,58

superiores a $1,5 \text{ cm h}^{-1}$ até a profundidade de 1 m. Valores elevados para esse parâmetro foram registrados em subsuperfície, nas camadas onde os teores de areia foram superiores a 830 g kg^{-1} de solo (4Cn_5 do perfil 1, 2Cn_1 e 4Cn_3 do perfil 2).

A reação dos solos variou de moderadamente ácida a fortemente alcalina (Embrapa, 1999), com valores de pH em água entre 6,4 e 9,6. Todos apresentam ΔpH negativo, o que indica o predomínio de cargas negativas na superfície dos colóides. Os valores mais elevados de pH estão associados aos mais altos teores de bicarbonato e sódio (solúvel e trocável), sugerindo a combinação desses elementos na forma de bicarbonato de sódio (Tabelas 4 e 5).

A variação nos teores das bases trocáveis é ampla, mas, quase sempre acompanha o aumento ou diminuição dos teores de argila. Os teores de Ca^{2+} variaram de 1,2 a 13,3; os de Mg^{2+} , de 0,2 a 5,4; os de K^+ , de 0,20 a 2,23, e os de Na^+ , de 0,56 a 16,40 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo (Tabela 4).

Os valores da CTC variaram de 2,20 a 22,6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo, e no geral são mais elevados do que o encontrado por Ribeiro et al. (1994) em solos aluviais da planície do rio Brígida em Pernambuco. A CTC, da mesma forma que as bases trocáveis, está estreitamente relacionada à fração argila. A correlação entre os teores de argila e a CTC dos solos foi significativa e positiva (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos em solos do Estado de São Paulo (Kiehl, 1979). Tais resultados reafirmam que a fração argila é a principal sede das reações físico-químicas dos solos e sedimentos (Krauskopf, 1967; Sparks, 1995). Os valores da CTC da fração argila estão de acordo com a sua composição mineralógica, que é constituída por minerais cauliníticos, micas, esmectitas e interstratificados irregulares.

A porcentagem de saturação por sódio foi elevada nos perfis 2 e 3, conferindo-lhes o caráter sódico. O mesmo não ocorreu no perfil 1, embora tenha apresentado caráter solódico.

Tabela 3. Densidade, porosidade, parâmetros hídricos e condutividade hidráulica saturada de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE.

Horizonte	Profundidade (cm)	Densidade		Porosidade (%)	Parâmetros hídricos			Condutividade hidráulica do solo saturado (cm h^{-1})
		Global	Partículas		Umidade		Água disponível	
					0,034 MPa	1,52 MPa		
		----- (t m^{-3}) -----		----- (%) -----				
Perfil 1 – Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico								
Apn	0-15	1,62	2,52	36	24	12	12	0,0
Cn ₁	15-45	1,58	2,53	38	24	12	12	0,0
Cn ₂	45-98	1,45	2,52	42	22	11	12	0,0
2Cn ₃	98-130	1,39	2,62	47	8	4	4	2,3
3Cn ₄	130-160	1,35	2,67	49	12	6	6	0,8
4Cn ₅	160-210	1,37	2,60	47	3	2	1	58,8
Perfil 2 – Neossolo Flúvico Sódico salino								
Apn	0-15	1,65	2,46	33	15	7	8	0,0
Cnz ₁	15-50	1,66	2,55	35	17	8	9	0,0
Cnz ₂	50-105	1,33	2,63	49	16	7	9	0,0
2Cn ₁	105-138	1,36	2,64	48	5	3	2	17,0
3Cn ₂	138-150	1,35	2,65	49	8	4	4	1,4
4Cn ₃	150-200	1,54	2,67	42	2	1	1	115,0
Perfil 3 – Neossolo Flúvico Sódico típico								
Ap	0-15	1,64	2,60	37	12	6	6	1,5
Cn ₁	15-60	1,61	2,65	39	10	5	5	1,1
2Cn ₂	60-72	1,55	2,69	42	6	3	3	1,3
3Cn ₃	72-90	1,90	2,60	27	16	7	9	0,0
4Cn ₄	90-120	1,39	2,57	46	12	5	7	0,0
5Cn ₅	120-185	1,93	2,65	27	25	12	13	0,0

A condutividade elétrica do extrato de saturação foi elevada apenas no perfil 2, onde atingiu 6,7 dS/m na camada Cn₂ (Tabela 5). Considerando que a área amostrada deixou de ser cultivada em função da

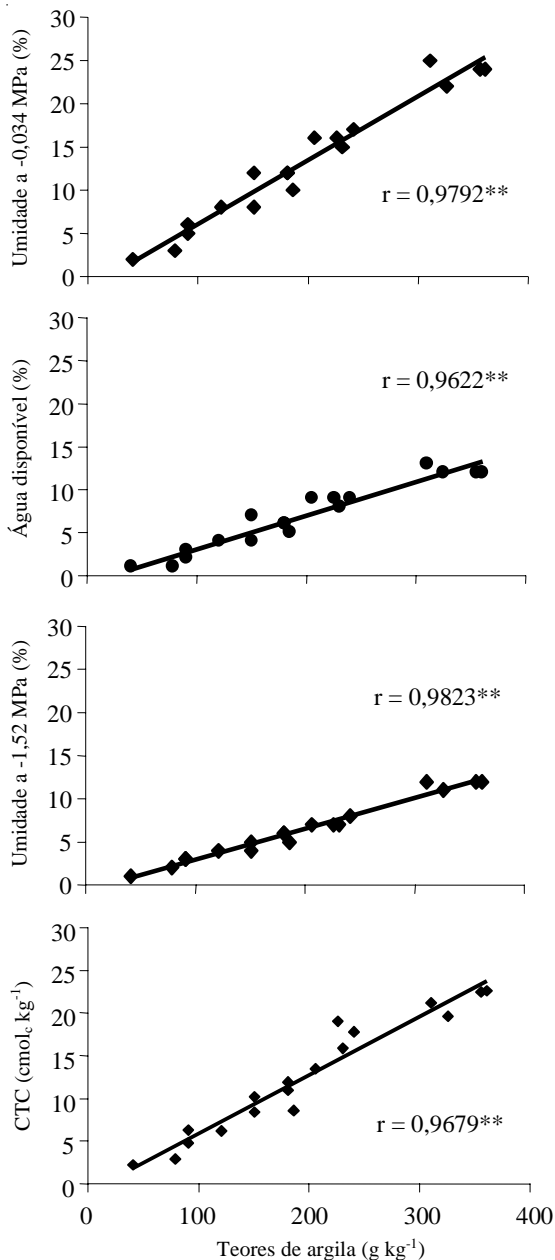


Figura 1. Correlações entre os teores de argila e umidade a -0,034 MPa e a -1,52 MPa, água disponível e CTC, em solos aluviais do Município de Custódia, PE.

salinidade e sodicidade, atualmente a sodicidade é o problema mais limitante ao seu uso. Os sais solúveis devem ter sido removidos, em sua maior parte, pelas águas das chuvas que se seguiram ao abandono das áreas. Pereira et al. (1986) estudando o efeito da água de irrigação na elevação dos teores de sais e do potencial de lixiviação das chuvas em um solo de textura franco-arenosa no perímetro irrigado de Curu, PB, constataram que 300 mm de chuva foram suficientes para reconduzir o solo ao status salino inicial.

Entre os cátions solúveis, o Na⁺ foi o que apresentou concentrações mais elevadas (Tabela 5). Isto se deve à sua maior solubilidade e ao fato de que cálcio e magnésio têm sua solubilidade diminuída à medida que o pH atinge valores mais elevados (pH ≥ 8,5) que possibilitam a formação de CO₃²⁻ (Sparks, 1995).

Silveira (2000), estudando o efeito da aplicação de gesso na água de irrigação sobre a dessalinização, dessodificação e condutividade hidráulica de solos do referido perímetro irrigado, em condições de laboratório, constatou uma tendência de diminuição da salinidade e sodicidade com o uso de água sintética, cuja composição era similar à do açude de Custódia. Esse resultado sugere que a lixiviação utilizando água do açude (classificada pela mesma como C₃S₁) seria capaz de remover parte dos problemas causados pela salinidade/sodicidade. Tal afirmação deve ser analisada sob restrições, mas reforça a hipótese de que a salinidade e sodicidade elevaram-se nos solos do perímetro irrigado de Custódia, em consequência da elevação do lençol freático, associado a elevada evapotranspiração potencial da região. A ausência de sistema de drenagem e o manejo deficiente da irrigação devem ter sido as causas da elevação do lençol freático.

Os teores de P disponível foram elevados, variando de 37 a 71 mg kg⁻¹ de solo. Tais teores podem ser resultado das adubações que foram realizadas nesses solos ao longo dos anos de cultivo. É, também, provável que o extrator utilizado tenha solubilizado parte do P não-disponível, como salientam Novais & Smith (1999).

Os teores de carbono orgânico são baixos, porém compatíveis com a condição de semi-aridez da região. Seus valores mais elevados foram encontrados

Tabela 4. Análises químicas de caracterização de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE.

Horizonte	pH		Complexo sortivo								V	PSA	PST	C	N	C/N
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T						
	----- (cmol _c kg ⁻¹ de TFSA) -----															
Perfil 1 – Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico																
Apn	8,2	7,0	12,5	5,4	1,63	3,02	22,6	0,0	0,0	22,6	100	0	13	5,20	1,10	4,73
Cn ₁	8,1	6,7	13,1	5,2	1,15	3,01	22,5	0,0	0,0	22,5	100	0	13	3,80	0,90	4,22
Cn ₂	7,8	6,3	13,3	3,3	0,69	2,31	19,6	0,0	0,0	19,6	100	0	12	2,60	0,60	4,33
2Cn ₃	8,1	6,2	5,8	1,4	0,41	0,80	8,4	0,0	0,0	8,4	100	0	10	0,90	0,20	4,50
3Cn ₄	8,0	6,0	7,7	1,8	0,48	0,98	11,0	0,0	0,0	11,0	100	0	9	1,00	0,30	3,33
4Cn ₅	8,2	6,2	1,8	0,3	0,20	0,62	2,9	0,0	0,0	2,9	100	0	21	0,40	0,10	4,00
Perfil 2 – Neossolo Flúvico Sódico salino																
Apn	7,5	6,7	8,1	3,7	2,23	1,83	15,9	0,0	0,0	15,9	100	0	12	3,80	0,80	4,75
Cnz ₁	8,8	7,5	7,6	3,2	0,48	6,56	17,8	0,0	0,0	17,8	100	0	37	1,60	0,40	4,00
Cnz ₂	8,2	6,9	8,1	3,7	0,34	6,87	19,0	0,0	0,0	19,0	100	0	36	1,40	0,40	3,50
2Cn ₁	7,6	6,4	3,2	1,4	0,28	1,40	6,3	0,0	0,0	6,3	100	0	22	0,50	0,20	2,50
3Cn ₂	8,1	6,3	3,9	0,5	0,36	1,45	6,2	0,0	0,0	6,2	100	0	23	0,60	0,20	3,00
4Cn ₃	8,2	6,4	1,2	0,2	0,20	0,56	2,2	0,0	0,0	2,2	100	0	26	0,20	0,10	2,00
Perfil 3 – Neossolo Flúvico Sódico típico																
Ap	6,4	5,7	5,6	3,0	1,34	0,59	10,5	0,0	1,4	11,9	88	0	5	5,30	1,10	4,82
Cn ₁	7,7	5,7	5,2	2,0	0,39	1,08	8,6	0,0	0,0	8,6	100	0	13	0,90	0,30	3,00
2Cn ₂	8,4	6,0	2,8	0,8	0,26	0,95	4,8	0,0	0,0	4,8	100	0	20	0,40	0,20	2,00
3Cn ₃	8,4	6,1	5,3	3,8	0,47	3,97	13,5	0,0	0,0	13,5	100	0	29	0,90	0,20	4,50
4Cn ₄	9,3	6,2	3,6	2,2	0,42	4,05	10,2	0,0	0,0	10,2	100	0	40	0,60	0,20	3,00
5Cn ₅	9,6	7,5	2,3	1,9	0,61	16,40	21,2	0,0	0,0	21,2	100	0	77	0,50	0,20	2,50

Tabela 5. Fósforo disponível (P), pH, condutividade elétrica (CE), cátions solúveis, carbonato, bicarbonato e relação de adsorção de sódio (RAS) do extrato da pasta de saturação de solos aluviais do perímetro irrigado de Custódia, PE.

Horizonte	P (mg kg ⁻¹)	pH	CE (dS m ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RAS
				----- (mmol L ⁻¹) -----						
Perfil 1 – Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico										
Apn	66	9,3	2,0	6,2	3,4	0,3	9,5	0,7	3,0	4
Cn ₁	59	9,0	1,7	4,8	2,4	0,2	7,8	0,2	2,2	4
Cn ₂	56	7,9	1,6	5,1	1,7	0,1	6,7	0,0	0,5	4
2Cn ₃	63	5,6	0,6	1,4	0,6	0,2	3,3	0,0	0,1	3
3Cn ₄	63	7,3	0,6	1,6	0,5	0,1	3,3	0,0	0,3	3
4Cn ₅	46	5,0	0,4	0,6	0,3	0,2	2,1	0,0	0,1	3
Perfil 2 – Neossolo Flúvico Sódico salino										
Apn	71	8,7	3,2	12,3	7,7	1,5	10,5	0,2	3,6	3
Cnz ₁	51	9,0	4,1	6,8	4,3	0,2	29,0	0,2	1,8	12
Cnz ₂	57	7,7	6,7	17,4	12,3	0,2	37,5	0,0	0,6	10
2Cn ₁	53	6,5	2,9	9,8	6,2	0,2	10,4	0,0	0,1	4
3Cn ₂	62	6,8	1,4	2,2	1,7	0,2	7,8	0,0	0,2	6
4Cn ₃	41	5,8	0,4	0,5	0,4	0,2	2,7	0,0	0,2	4
Perfil 3 – Neossolo Flúvico Sódico típico										
Ap	37	8,5	1,4	6,6	5,5	0,8	1,8	0,1	2,9	1
Cn ₁	40	8,0	0,7	1,4	1,0	0,2	3,9	0,0	0,9	4
2Cn ₂	42	7,6	0,4	0,4	0,5	0,2	2,9	0,0	0,9	4
3Cn ₃	57	8,4	1,8	1,8	1,6	0,1	12,6	0,0	0,9	10
4Cn ₄	45	9,2	1,9	1,1	1,0	0,2	15,3	0,3	3,2	15
5Cn ₅	45	8,9	1,8	0,2	0,6	0,4	17,2	0,3	6,2	29

nos horizontes superficiais, e diminuíram com a profundidade. A mesma tendência é demonstrada em relação ao N total. A baixa relação C/N de 2,0-4,8 sugere uma forte mineralização da matéria orgânica.

A composição mineralógica dos solos é similar, tanto entre como dentro dos perfis. A fração cascalho é constituída por minerais de quartzo e feldspatos, concreções ferruginosas e fragmentos de rochas, todos arredondados a bem arredondados, decorrência dos processos de transporte dos sedimentos.

Nas frações areia e silte, além dos minerais quartzo e feldspatos, foi identificada a presença de mica (Figura 2). Ferreyra & Silva (1991), estudando a composição mineralógica da camada superficial (0-20 cm) de solos aluviais do perímetro irrigado de Morada Nova, CE, constaram que a fração areia era predominantemente composta por quartzo, e apresentava em menores proporções, micas (biotita e muscovita) e traços de outros minerais.

A fração argila dos solos é constituída por minerais de argila do grupo das caulinitas, micas, esmectitas e interestratificados irregulares (Figura 3).

A caulinita foi identificada pelos picos de 0,72 e 0,36 nm nas amostras saturadas com K, processadas à temperatura ambiente, que permaneceram quando da saturação com Mg-glicerol e colapsaram após aquecimento a 550°C das amostras saturadas com K (Jackson, 1975; Tan, 1996).

Os picos de 1,01, 0,50 e 0,33 nm nas amostras saturadas com K e processadas em temperatura ambiente, que permaneceram inalterados nos demais tratamentos, são diagnóstico na identificação de minerais de argila do grupo das micas (Jackson, 1975; Tan, 1996).

A presença de picos, na região, de 1,80 nm após tratamento com Mg-glicerol, e seu colapso para 1,01 nm após aquecimento a 550°C, é diagnóstico de minerais de argila do grupo das esmectitas (Jackson, 1975; Tan, 1996). A diminuição da intensidade do pico de 1,84 nm próximo à superfície do solo sugere uma diminuição da cristalinidade dos minerais esmectíticos gerada por uma menor estabilidade nesta condição. Já a assimetria basal entre os picos das micas e esmectitas atestam a presença de interestratificados irregulares, sugerindo uma transformação de mica em esmectita (Jackson, 1975).

Composição mineralógica semelhante foi encontrada por Ribeiro et al. (1994), em solos aluviais do Município de Parnamirim, PE. Uma mistura, na qual minerais 2:1, expansíveis (vermiculita e montmorilonita) e não-expansíveis (micas e ilita), eram predominantes em relação à caulinita e ao quartzo, foi constatada por Ferreyra & Silva (1991) nos solos aluviais da planície do rio Barrabuiú, no Município de Morada Nova, CE.

A uniformidade de composição mineralógica dentro dos perfis indica que os sedimentos que originaram tais solos derivam de material lítico similar, e que a estratificação dos sedimentos é propiciada por variações no volume e velocidade das águas de transporte.

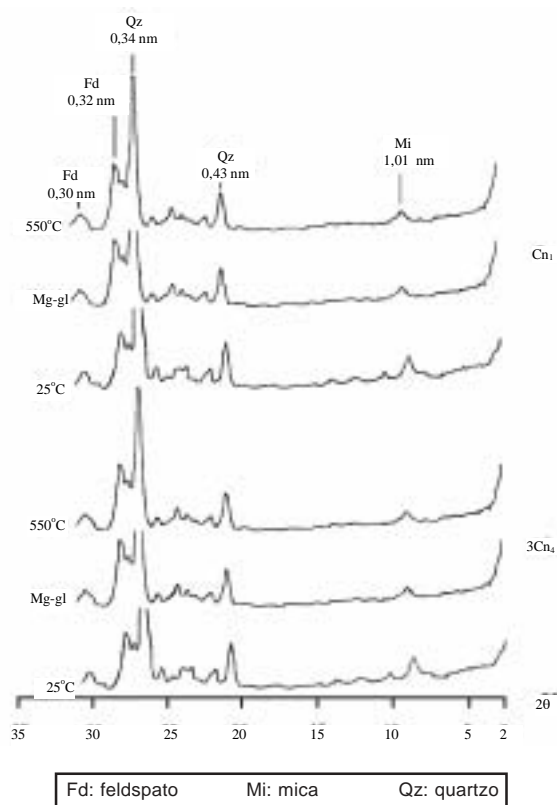


Figura 2. Difractogramas de raios-x da fração silte do perfil de Neosolo Flúvico Ta eutrófico solódico do perímetro irrigado de Custódia, PE. 25°C, 550°C e Mg-gl indicam, respectivamente, saturação com K processada à temperatura ambiente, saturação com K processada após aquecimento e saturação com Mg-glicerol.

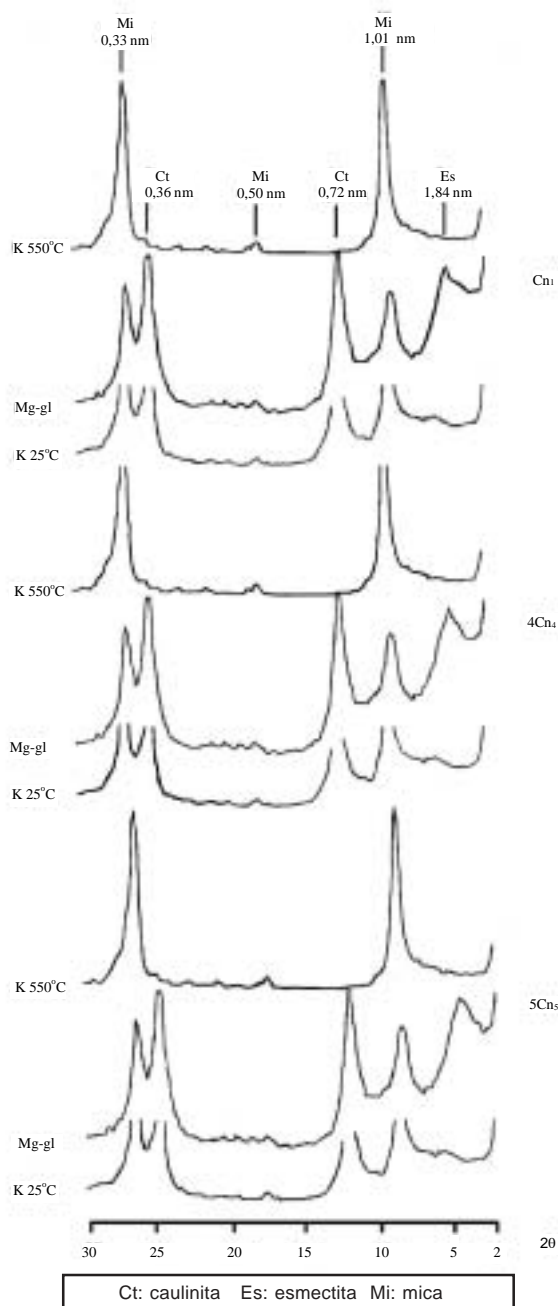


Figura 3. Difratogramas de raios-x da fração argila do perfil de Neossolo Flúvico Sódico típico do perímetro irrigado de Custódia, PE. 25°C, 550°C e Mg-gl indicam, respectivamente, saturação com K processada à temperatura ambiente, saturação com K processada após aquecimento e saturação com Mg-glicerol.

Conclusões

1. A estratificação, típica de solos de natureza aluvial, rege o comportamento dos atributos físicos e químicos dos solos estudados no sentido vertical.

2. A água de baixa qualidade é apontada como a principal fonte de sais solúveis, responsáveis pela degradação dos solos estudados.

3. A reutilização destes solos com agricultura irrigada deve ser precedida do uso de corretivos e da introdução de um eficiente sistema de drenagem que impeça a ascensão do lençol freático e promova a lixiviação do sódio.

Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpretation of soil surveys**. Washington, 1999. 870 p. (Agriculture Handbook, 436).

FERREYRA, F. F. H.; SILVA, F. R. Identificação mineralógica das frações areia e argila dos solos aluviais do perímetro K do projeto de irrigação de Morada Nova, Ceará. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 22, n. 1/2, p. 29-37, jun./dez. 1991.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: advanced course**. 29. ed. Madison, 1975. 895 p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 353 p.

KRAUSKOPF, K. B. **Introduction to geochemistry**. New York: McGraw-Hill, 1967. 721 p.

LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.

MACÊDO, L. de S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1988. 11 p. (Comunicado Técnico, 38).

- NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.
- OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos no Brasil**: guia auxiliar para o seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1992. 201 p.
- PAIVA, M. P. Considerações sobre a política de açudagem no Nordeste do Brasil. **Boletim Cearense de Agronomia**, Fortaleza, v. 17, p. 7-17, 1976.
- PERREIA, O. J.; MATIAS FILHO, J.; ANDRADE, E. M. Variação do teor de sais no solo irrigado por aspersão e ação da chuva na sua lixiviação. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 61-65, jun. 1986.
- RIBEIRO, M. R.; SOUZA, E. A. de; FERREIRA, M. G. V. X. Características de uma seqüência de solos na planície aluvial do rio Brígida em Parnamirim. **Caderno Omega**, Recife, n. 6, p. 137-149, 1994.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Limura, 1973. 172 p.
- SAUDERS, L. C. U.; MOTA, F. O. B.; CASTRO, P. T.; MATIAS FILHO, J. Caracterização morfológica, física e química de um solo aluvial na F. E. V. C. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 137-143, dez. 1980.
- SILVEIRA, K. R. **Influência da aplicação do gesso na água de irrigação sobre a salinidade, sodicidade e condutividade hidráulica de solo aluviais**. Recife: UFRPE, 2000. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SPARKS, D. L. **Environmental soil chemistry**. New York: Academic, 1995. 267 p.
- TAN, K. H. **Soil sampling, preparation and analysis**. New York: M. Dekker, 1996. 408 p.