

Jussira Sonally Jácome Cavalcante^{1*}

Jeanne Cruz Portela²

Maria Laiane do Nascimento Silva¹

Jucirema Ferreira da Silva³

Luiz Eduardo Vieira de Arruda³

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 30/09/2013. Aprovado em 24/11/2013.

¹ Graduando (a) em Agronomia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas – DCAT, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Av. Francisco Mota 572, CEP 59625-900 E-mail: jussira_sonally@hotmail.com*; nascimentolaiane@yahoo.com

² Professora Adjunta, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas – DCAT, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Av. Francisco Mota 572, CEP 59625-900, E-mail: jeaneportela@ufersa.edu.br

³ Mestrando (a) do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água – PPGMSA, DCAT/UFERSA. E-mail: jucirema.ferreira@gmail.com; luizengeaa@hotmail.com



Atributos físicos e químicos de solos em processo de sodificação no município de São Vicente-RN

RESUMO

O conhecimento dos atributos do solo é essencial para sua utilização agrícola e preservação e/ou manutenção da capacidade produtiva. Dessa forma, esta pesquisa tem o objetivo de contribuir com informações do solo e da paisagem, por meio da avaliação dos atributos químicos, físicos e morfológicos do solo em uma topossequência no município de São Vicente, RN. Foram amostrados e georreferenciados três perfis de solos, Luvisol Crômico (P₁), Neossolo Flúvico Sódico (P₂) e Neossolo Flúvico (P₃). Foram feitas as análises químicas, físicas e morfológicas. Os resultados mostram que nos perfis predominam a cor Bruno, a consistência friável e muito friável (solo úmido), dura e ligeiramente dura (solo seco), e ligeiramente pegajoso, e não-plástico (solo molhado). As análises físicas demonstram a predominância da fração areia, ocorrendo oscilações das frações silte e argila em função das profundidades dos perfis. As análises químicas indicam que são solos com boa constituição química, oriundo do intemperismo das rochas, com exceção de fósforo e nitrogênio. Conclui-se que os solos em estudo apresentam caráter eutrófico, jovens e pouco intemperizados, apresentando limitações físicas.

Palavras-Chaves: vegetação hiperxerófila, manejo, biodiversidade.

Physical, chemical attributes process in the soil sodification Caatinga in São Vicente-RN

ABSTRACT

SUMMARY: The information of soil features is essential for agricultural use and preservation and/or maintenance of productive. This study was developed with the objective to contribute information of soil and landscape through the assessment of the chemical, physical and morphological soil in the topossequence of São Vicente city, RN. It was done sampling and georeferencing of three soil profiles, Chromic Luvisol (P₁), secondly, FluvicNeosolSodic (P₂) and FluvicNeosol (P₃). Were asked the physical and chemical analysis and morphology. The results demonstrate that brown colour, consistency friable and firm (most soil), slightly hard and hard (dry soil), and slightly sticky and non-plastic (wet soil) are predominant in the profiles. The physical analyses demonstrate the predominance of the sand fraction, occurring oscillations of the silt and clay fraction according to the depths of the profiles. The chemical analyses indicate that the soils are high level of nutritional sustenance chemical, resultant from weathering of rocks, except for phosphorus and nitrogen. It has concluded in the study that the soils are eutrophics, young soil, ta, and slightly weathered, presenting physical limitations.

Key words: hiperxerófila vegetation, management, biodiversity.

INTRODUÇÃO

A vegetação predominante na maior parte da região do Nordeste brasileiro é a Caatinga. Geralmente, as plantas não têm características uniformes, e os fatores edafoclimáticos são determinantes para definir essas características locais. No Semiárido, a variabilidade climática, em particular as situações de seca, representa dificuldades para populações rurais. Acredita-se que a vegetação nativa obedeça a uma dinâmica de expansão e retração, apresentando períodos de “exuberância” nas chuvas e de “dormência” nas secas (BRASIL, 2006).

No semiárido brasileiro a economia é basicamente dependente dos sistemas agrícolas tradicionais, praticados de forma contínua, com corte e queima da vegetação existente e, em geral sem adubação ou adoção de práticas conservacionistas. Aos poucos anos de cultivo, ocorre redução da capacidade produtiva do solo e consequentemente queda da produção agrícola (MELO et al., 2008).

Essa região apresenta poucas ações efetivas para aliar a preservação da caatinga (solo, água, fauna, flora) e a produção agrícola. Com relação a utilização agrícola dos solos, antes de qualquer ação a ser tomada, deve-se conhecer as características químicas e físicas deste, principalmente aquelas relacionadas diretamente com o desenvolvimento das culturas, uma vez que este conhecimento é uma ferramenta fundamental para direcionar práticas de manejo adequadas (GALINDO et al., 2008; SALGADO et al., 2006).

Uma alternativa para o fornecimento de subsídios para o desenvolvimento de práticas de uso, manejo e conservação dos solos é o estudo dos atributos físicos, químicos, morfológicos e mineralógicos que constituem o solo (SANTOS et al., 2010), pois a partir dessas informações é possível propor ou desenvolver técnicas que vizem a melhoria e/ou manutenção da fertilidade do sistema, levando em consideração as particularidades de cada local.

Estudos de caracterização de solos da região semiárida, e em particular da região do Seridó, no Rio Grande do Norte ainda são pouco explorados do ponto de vista químico, físico e morfológico. Além de disponibilizar informações mais precisas sobre as diversas ordens de solos da região, estudos como esses permitem sistematizar informações e torná-las públicas, afim de que os agricultores possam usar como subsídio para o desenvolvimento de práticas de manejo e uso sustentável, assim como para recuperação de áreas degradadas.

Diante do exposto, este trabalho propôs estudar as características químicas, físicas e morfológicas sob diferentes condições da paisagem em uma propriedade agrícola, em São Vicente, região do Seridó, RN. Com o intuito de contribuir com informações do solo e da paisagem e consequentemente, consolidação de bases científicas que possam assegurar a adoção de práticas de manejos eficientes, possibilitando uma produção agrícola sustentada ao agricultor, aliando preservação e melhoria

da qualidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo está situada no perímetro rural do município de São Vicente, Rio Grande do Norte (6° 12' 57" S; 36° 41' 2" W). Esta pertence a mesorregião Central Potiguar e a microrregião Serra de Santana distando de Natal, aproximadamente, 194 km.

O clima da região da Serra de Santana, segundo classificação climática de Köppen, é caracterizado como BSw'h', clima semiárido com duas estações bem definidas (seca e chuvosa) e temperaturas elevadas durante todo o ano. Amédia de precipitação anual é de aproximadamente 558,7 mm (BRASIL, 2005). A vegetação local é do tipo Caatinga Hipoxerófila arbustivo-arbórea densa, com transição rápida. Os solos dessa região apresentam pouca cobertura vegetal em função do manejo inadequado do solo e da planta, às elevadas temperaturas e baixa precipitação pluvial, contribuindo com perdas elevadas por evaporação e evapotranspiração e a decomposição acelerada da matéria orgânica.

Nas áreas em estudo as atividades agropecuárias estão voltadas para agricultura familiar, os perfis amostrados estão localizados na encosta (Perfil 1), no sopé (Perfil 2) e no fundo da várzea, com acúmulo de deposição de sedimentos (Perfil 3), sendo influenciada pela água do açude. Vale ressaltar, que em função da umidade presente ao longo do ano, no local amostrado esta área é utilizada constantemente para atividades agrícolas, com exceção do perfil 1 e 2 que são dependentes do período chuvoso para sua utilização agrícola.

Primeiramente foi realizada uma excursão de caráter exploratório, onde foi proposto um modelo de amostragem no ambiente. Os critérios para a amostragem foram: a posição topográfica, risco de salinização do ambiente e atividades desenvolvidas na área.

Foram amostrados e georreferenciados três perfis de solo, Luvissoilo Crômico (P₁) (6°13'55" S; 36°40'8" W), Neossoilo Flúvico Sódico (P₂) (6°13'55" S; 36°40'09" W) e Neossoilo Flúvico (P₃) (6°13'52" S; 36°40'50" W), iniciando da parte mais elevada da topografia à mais baixa.

A identificação dos horizontes e a descrição morfológica dos perfis foram realizadas segundo Lemos & Santos (1996). Avaliou-se a profundidade efetiva, cor do solo (seca e úmida), consistência (seca, úmida e molhada) e estrutura (desenvolvimento, classe e tipo).

As análises físicas e químicas dos solos foram realizadas nos laboratórios de Física do Solo e Fertilidade e Nutrição de Plantas, ambos inseridos no complexo do Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta (LASAP) do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

Foram coletadas amostras deformadas em todos os horizontes para as análises físicas e químicas. Para as análises físicas de densidade do solo e porosidade total

calculada coletou-se amostras indeformadas com trado do tipo Uhland e anéis volumétricos com as dimensões de 0,05 m de altura e 0,05 m de diâmetro. As análises seguiram recomendações descritas no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).

Os atributos físicos avaliados foram: análise granulométrica, pelo método da pipeta empregando o dispersante químico hexametáfosfato de sódio; densidade de partículas (ρ_s), pelo método do balão volumétrico; densidade do solo (ρ), pelo método do anel volumétrico e torrão parafinado, quando possível; e porosidade total calculada (α).

As características químicas foram: pH em água, na proporção de 1:2,5; condutividade elétrica (CE); cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) trocáveis, empregando complexometria após extração com KCl 1 mol L⁻¹; alumínio (Al^{3+}) trocável, por extração com KCl 1 mol L⁻¹ e titulado com NaOH 0,025 mol L⁻¹; fósforo (P) disponível, sódio (Na^+) e potássio (K^+), extraídos em Mehlich-1, onde o P disponível determinou-se por espectrofotometria do visível e o Na^+ e K^+ por fotometria de chama; acidez potencial (H + Al), quantificada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ após extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; nitrogênio (N), digerido em bloco digestor com ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio e mistura digestora a 250°C durante 30 minutos e a 350°C durante 2 horas e quantificado por

titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ após destilação; e matéria orgânica do solo (MOS), por titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,005 M depois de aquecida em chapa uniforme com dicromato de potássio 0,02 M. A partir das análises foram obtidos os índices: soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica efetiva (t); capacidade de troca catiônica potencial (T); saturação por bases (V %); saturação por alumínio trocável (m %); e percentagem de sódio trocável (PST). Os resultados das análises estão apresentados em tabelas oriundos da média de três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos morfológicos dos solos da topossequência em análise no município de São Vicente refletem a influência marcante do material de origem e da posição topográfica. Os resultados são apresentados na tabela 1, onde estão dispostas as profundidades, as cores (seco e úmido) dos perfis de solo, consistência (seca, úmida e molhada), e estrutura do solo (classe, desenvolvimento e tipo). Essas características são próprias de cada localidade, necessitando, portanto do entendimento do solo como um corpo natural que possui variação de acordo com as condições do meio e que se origina a partir da inter-relação dos fatores de formação e sob a ação dos processos pedogenéticos (BOCKHEIM et al., 2005).

Tabela 1. Atributos morfológicos dos solos da topossequência em estudo, São Vicente-RN

Horizonte	Prof m	Cor		Consistência			Estrutura		
		Úmido	Seco	Úmida	Seca	Molhada	Des	Classe	Tipo
Perfil 1, Luvissole Crômico									
A	0,00-0,05	10YR 3/4	10YR 4/4	Fr	Ld	Lpe e ñPl	Mo	G	B
AB	0,05-0,18	10YR 3/4	10YR 5/4	Mfr	D	Pe e ñPl	Mo	G	B
BA	0,18-0,31	10YR 3/4	10YR 6/4	Fr	D	Lpe e ñPl	Mo	G	B
C	0,31-0,44	10YR 3/6	10YR 4/6	Mfr	Ld	Lpe e ñPl	Mo	Mé	B
2 C	0,44-0,58	7,5YR 4/3	10YR 4/6	Fr	Ld	ñPe e ñPl	Mo	Mé	B
Perfil 2, Neossolo Flúvico Sódico									
A	0,00-0,16	10YR 3/3	10YR 6/4	Mfr	Ma	ñPe e Lpl	Fa	Pq	Gr
B	0,16-0,42	10YR 2/2	10YR 5/4	Mfr	Ld	ñPe e ñPl	Fa	Mpq	Gr
C	0,42-0,73	10YR 3/3	10 YR 4/2	Fr	D	ñPe e Lpl	Mo	G	Gr
2 C	0,73-1,12	10YR 3/3	10YR 4/2	Fr	Ld	Lpe e ñPl	Fa	Mé	Gr
Perfil 3, Neossolo Flúvico									
A	0,00-0,24	10 YR 3/2	10 YR 6/2	Mfr	D	Lpe e ñPl	Fa	Mé	Gr
C	0,24-0,50	10 YR 4/4	10 YR 6/3	Fr	S	ñPe e ñPl	Fa	Mpq	Gr
2 C	0,50-0,70	10 YR 4/3	10 YR 6/4	Fr	S	ñPe e ñPl	Fa	Mpq	Gr
3 C	0,70-0,84	10 YR 4/3	10 YR 7/2	Mfr	Ld	ñPe e ñPl	Fa	Mpq	Gr

Prof: profundidade; Des: desenvolvimento; Fr: friável; Mfr: muito friável; Ld: ligeiramente dura; D: dura; Ma: macia; S: solto; Lpe: ligeiramente pegajoso; ñPl: não plástico; Pe: pegajoso; ñPe: não pegajoso; Lpl: ligeiramente plástico; Mo: moderado; Fa: fraco; G: grande; Mé: médio; Pq: pequeno; Mpq: muito pequeno; B: blocos; Gr: granular.

De modo geral, a cor que prevaleceu nos perfis de solo em estudo foi o bruno, variando entre o amarelado e acinzentado (Tabela 1), diferenciando-se apenas na luminosidade da cor, em que o perfil 2 (Neossolo Flúvico Sódico), apresentou valor superior aos demais. As cores amareladas possivelmente são decorrentes da presença de óxidos de ferro (ghoetita), e as cores acinzentadas indicam a presença de ambientes hidromórficos, onde parte do ferro foi removido destas camadas, no caso do perfil 3 (Neossolo Flúvico) pela presença do lençol freático próximos à rede de drenagem e a constante deposição de sedimentos. A matriz do solo reflete a proporção de hematita e goethita, além disso, permite fazer inferências sobre as condições de drenagem, comportamento físico e químico e, a partir dessas avaliações, prever o comportamento agrícola dos solos. (ALMEIDA et al., 2003).

Para os perfis de solos estudados (Tabela 1), a consistência (solo úmido) apresentou-se friável e muito friável (solo seco), dura e ligeiramente dura, e (molhado) ligeiramente pegajoso e não plástico. Diferenciando-se apenas nos perfis 2 e 3 (Neossolo Flúvico Sódico e

Neossolo Flúvico), em que no primeiro, na camada superficial (0,00 a 0,16 m), a consistência (solo seco), foi macia e no segundo, em profundidade (0,24-0,50 e 0,50-0,70 m), a mesma apresentou-se solta. As variações encontradas entre os perfis e camadas, podem ser explicadas, em função do conteúdo de umidade no solo, textura, quantidade de matéria orgânica, quantidade e natureza do material coloidal, principalmente os óxidos de ferro, que juntamente com a matéria orgânica são responsáveis pela cimentação e formação de agregados (TISDALL & OADES 1982).

Em relação a estrutura do solo no perfil 1 (Luvisolo Crômico) prevaleceu desenvolvimento moderado, classe grande e média, e tipo blocos. Nos perfis 2 e 3 (Neossolo Flúvico Sódico e Neossolo Flúvico) a estrutura em todas as profundidades apresentou-se granular, com desenvolvimento fraco e moderado, quanto a classe, predominou pequena e muito pequena.

Analisando a tabela 2, em que está disposta a constituição e classificação textural, observa-se a predominância da fração areia, com classificação variando entre franco-arenosa, areia-franca e areia.

Tabela 2. Distribuição do tamanho das partículas e classificação textural dos solos, São Vicente-RN

Horizonte	Prof m	Areia			Silte	Argila	Silte/ Argila	Classificação Textural (SBCS)
		Grossa	Fina	Total				
g kg ⁻¹								
Perfil 1, Luvisolo Crômico								
A	0,00-0,18	0,192	0,540	0,732	0,179	0,089	2,011	Franco arenosa
BA	0,18-0,31	0,165	0,534	0,699	0,170	0,131	1,298	Franco arenosa
C	0,31-0,44	0,191	0,525	0,716	0,134	0,150	0,893	Franco arenosa
2 C	0,44-0,58	0,137	0,588	0,725	0,126	0,149	0,846	Franco arenosa
Perfil 2, Neossolo Flúvico Sódico								
A	0,00-0,16	0,159	0,683	0,842	0,069	0,089	0,775	Areia franca
B	0,16-0,42	0,077	0,712	0,789	0,138	0,073	1,890	Areia franca
C	0,42-0,73	0,159	0,456	0,615	0,251	0,134	1,873	Franco arenosa
2 C	0,73-1,12	0,167	0,446	0,613	0,245	0,142	1,725	Franco arenosa
Perfil 3, Neossolo Flúvico								
A	0,00-0,24	0,163	0,519	0,682	0,179	0,139	1,288	Franco arenosa
C	0,24-0,50	0,395	0,571	0,966	0,026	0,008	3,250	Areia
2 C	0,50-0,70	0,425	0,558	0,983	0,006	0,011	0,545	Areia
3 C	0,70-0,84	0,440	0,535	0,975	0,017	0,008	2,125	Areia

Prof: profundidade; SBCS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

De modo geral, os perfis de solo apresentaram (Luvisolo Crômico, Neossolo Flúvico Sódico e Neossolo Flúvico) pouca oscilação da fração areia, em função das profundidades, variando de 0,669 a 0,732 g kg⁻¹. Analisando a fração silte verifica-se decréscimo em profundidade (0,006 a 0,251 g kg⁻¹), que pode ser

explicado pela ação dos agentes ativos no processo de intemperismo. Os teores significantes de silte contribuíram para a classificação em todas as camadas da textura como franco-arenosa. Com relação à fração argila, os teores aumentam em profundidade (perfis 1 e 2), o que é esperado, uma vez que em superfície as partículas

menores são mais facilmente transportados e depositadas em outros locais. Exceto no perfil 3 (Neossolo Flúvico), que em profundidade ocorreu oscilação dos teores de argila e aumento da fração areia, próximo a 100% (0,682-0,983 g kg⁻¹), podendo ser explicado pela constituição basicamente de sedimentos, translocados de um aqüífero que fica acima do local em estudo, quando em período chuvoso este enche e “sangra”, arrastando o material da parte mais elevada para a mais baixa. Ao contrário dos outros perfis (1 e 2), onde os maiores teores de silte e argila foram encontrados nas camadas superficiais, podendo ser explicado pelo regime de cheia e seca do aqüífero.

De modo geral a relação silte/argila encontrada nos perfis foi maior que 1,0, vale ressaltar, que esta relação refere-se a um indicativo de solos jovens. Pereira et al. (2012), em estudo da qualidade de solos cultivados com Eucalipto na região central de Minas Gerais, encontraram resultados de silte+argila que ultrapassam 80%, e com relação silte/argila em média de 1,1. Esta é a realidade da maioria dos solos do semiárido, uma vez que a água, principal agente intemperizador é escassa, favorecendo essa variação de classes de solos menos evoluídos na região.

Os demais atributos físicos dos solos são apresentados na tabela 3. Os valores de densidade do solo (ρ) refletem as condições do estado atual do solo. Os valores de ρ , tal como os maiores valores de VTP (volume total de poros) estão associados ao acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo e a um acúmulo maior de C nas camadas superficiais e pela menor alteração antrópica (FONSECA et al., 2007; GUARESCHI et al., 2012) e interfere diretamente no armazenamento de água e ar e no crescimento e desenvolvimento das plantas (ARRUDA, 2008). Para estes atributos os valores variaram, no perfil 1 (Luvisolo Crômico), de 1,36 kg dm⁻³, em superfície (0,00-0,18 m), a 1,58 kg dm⁻³, em profundidade (0,44-0,58 m). No perfil 2 (Neossolo Flúvico Sódico), a densidade do solo na profundidade de 0,00-0,16 m foi a maior encontrada entre os três perfis e horizontes analisados, em razão da fração areia (0,842 g kg⁻¹ de areia total) ser mais expressiva. Para o perfil 3 (Neossolo Flúvico) os valores variaram de 1,12 a 1,46 kg dm⁻³. De modo geral os resultados de densidade do solo encontrados não expressam restrição para o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Tabela 3. Caracterização dos atributos físicos na topossequência em estudo, São Vicente-RN

Horizonte	Prof m	ρ — kg dm ⁻³ —	ρ_s	α %
Perfil 1, Luvisolo Crômico				
A	0,00-0,18	1,36	2,52	46,03
BA	0,18-0,31	1,55	2,58	39,92
C	0,31-0,44	1,47	2,62	43,89
2 C	0,44-0,58	1,58	2,70	41,48
Perfil 2, Neossolo Flúvico Sódico				
A	0,00-0,16	1,64	2,60	36,92
B	0,16-0,42	1,42	2,59	45,17
C	0,42-0,73	1,40	2,58	45,74
2 C	0,73-1,12	1,57	2,58	39,15
Perfil 3, Neossolo Flúvico				
A	0,00-0,24	1,12	2,48	54,84
C	0,24-0,50	1,46	2,64	44,70
2 C	0,50-0,70	1,41	2,62	46,18
3 C	0,70-0,84	1,41	2,59	45,56

Prof: profundidade; ρ : densidade do solo; ρ_s : densidade de partículas; α : porosidade total calculada

Os valores de densidade de partículas (ρ_s) não apresentaram variação significativa entre os perfis e horizontes em estudo, estando estes na faixa de 2,48 a 2,70 kg dm⁻³. Segundo Arruda (2008) os valores médios

para o respectivo atributo é de 2,65 kg dm⁻³, para solos argilosos e/ou arenosos.

As propriedades físicas do solo, densidade, textura e agregação, influenciam diretamente a concentração de

oxigênio (porosidade), resistência mecânica e os fluxos de água, luz e calor, interferindo assim sobre os processos fisiológicos da planta (GUBIANI et al., 2013). A porosidade total calculada (α) é uma relação entre os atributos densidade do solo e dos sólidos, na qual a (α) é inversamente proporcional a (ρ). A porosidade em solos arenosos é, geralmente, baixa em razão da maior presença de macroporos em detrimento dos microporos, mas para os três perfis de solo estudados, a composição

granulométrica não interferiu tanto no espaço poroso em função da baixa densidade do solo. A porosidade variou de 36,92 a 54,84%, seguindo os valores de densidade do solo de 1,64 a 1,12 kg dm⁻³, respectivamente.

Os atributos químicos estão apresentados na tabela 4, e analisados conforme o Manual de Recomendação de Adubação de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999), para os três perfis de solos estudados.

Tabela 4. Caracterização dos atributos químicos na topossequência em estudo, São Vicente-RN

Horizonte	Prof	pH (água)	CE	N	MOS	P	K ⁺	Na ⁺
	m		dSm ⁻¹	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		
Perfil 1, Luvisolo Crômico								
A	0,00-0,18	6,28	0,83	1,52	16,60	10,30	137,70	10,80
BA	0,18-0,31	5,82	0,66	1,52	11,13	8,7	73,90	12,60
C	0,31-0,44	5,75	0,34	1,10	3,48	10,10	50,30	23,80
2 C	0,44-0,58	6,16	0,19	1,47	7,11	21,1	42,40	24,60
Perfil 2, NeossoloFlúvico Sódico								
A	0,00-0,16	5,51	5,08	-	4,74	22,00	59,70	1237,60
B	0,16-0,42	5,13	0,58	-	6,97	16,20	30,90	351,60
C	0,42-0,73	5,28	0,56	-	3,68	16,10	50,30	697,20
2 C	0,73-1,12	8,23	0,67	-	3,10	22,10	36,50	1383,00
Perfil 3, NeossoloFlúvico								
A	0,00-0,24	4,91	1,43	0,77	6,97	15,60	77,40	194,30
C	0,24-0,50	7,95	0,62	0,19	2,66	17,00	44,10	82,70
2 C	0,50-0,70	8,07	0,47	0,26	6,68	32,30	35,80	54,70
3 C	0,70-0,84	9,07	2,40	0,14	7,60	17,90	38,60	169,20

Prof: profundidade; pH: potencial hidrogeniônico; CE: condutividade elétrica; N: nitrogênio; MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo; K⁺: potássio; Na⁺: sódio.

Tabela 4. Continuação...

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	T	V	m	PST
			cmol _c dm ⁻³					%	
Perfil 1, Luvisolo Crômico									
5,34	3,27	0,00	3,19	9,01	9,01	12,20	74,00	0,00	0,00
3,73	2,63	0,00	2,92	6,61	6,61	9,53	69,00	0,00	1,00
7,30	3,18	0,05	3,08	10,72	10,72	13,8	78,00	0,00	1,00
7,15	3,92	0,00	2,97	11,28	11,28	14,25	79,00	0,00	1,00
Perfil 2, NeossoloFlúvico Sódico									
9,35	7,04	0,00	2,48	21,93	21,93	24,40	90,00	0,00	22,00
4,23	2,87	0,00	3,63	8,70	13,83	12,33	71,00	0,00	12,00
6,01	4,61	0,05	3,96	13,78	16,23	17,74	78,00	0,00	17,00
5,01	5,11	0,00	0,00	16,23	10,19	16,23	100,00	0,00	37,00

Perfil 3, NeossoloFlúvico

5,44	3,71	0,00	0,00	10,19	10,19	12,17	84,00	0,00	7,00
1,83	1,42	0,00	0,00	3,73	3,73	3,73	100,00	0,00	10,00
1,06	1,66	0,00	0,00	3,05	3,05	3,05	100,00	0,00	8,00
1,70	1,63	0,00	0,00	4,16	4,16	4,16	100,00	0,00	18,00

Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Al³⁺: alumínio; (H + Al): acidez potencial; SB: soma de bases; t: capacidade de troca catiônica efetiva; T: capacidade de troca catiônica potencial; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio trocável; PST: percentagem de sódio trocável.

Analisando os valores de pH, de modo geral ocorreu oscilação, tendendo a elevação em profundidade. Isso pode ser explicado devido a menor liberação de cargas negativas em decorrência da redução da matéria orgânica e pelo material de origem, fornecedor de cálcio e magnésio, que influenciam elevando o pH em profundidade. (BARRETO et al., 2012), estudando a distribuição espacial do pH e a condutividade elétrica em um solo aluvial no Rio Grande do Norte, encontrou valores de pH próximos a neutralidade. É importante ressaltar que em superfície no perfil 1 (Luvisolo Crômico), o pH decresce (6,28 a 5,75) nas duas camadas seguintes (0,18-0,44 m) e volta a elevar-se na última profundidade (0,44-0,58 m). Isso está relacionado com a escassez de água no local, que impossibilita a lixiviação dos cátions, principalmente cálcio e magnésio. No perfil 3 (NeossoloFlúvico), o horizonte superficial apresenta pH ácido (4,91), devido a oscilação do lençol freático em função da proximidade do açude e a predominância da fração areia, que favorece a lixiviação dos cátions. Segundo Ernani (2008) baixos valores de pH (<5,5) diminuem a decomposição da matéria orgânica, aumentando o alumínio trocável e também a solubilidade dos compostos de ferro e alumínio.

De modo geral os valores de CE diminuíram em profundidade, diferenciando-se no perfil 3 (NeossoloFlúvico), em que na camada 0,70 a 0,84 m, houve uma elevação para 2,40 dSm⁻¹. O perfil 2 (NeossoloFlúvico Sódico), destaca-se pela CE elevada na superfície (5,08 dSm⁻¹), sendo um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Este valor elevado da CE deve-se ao aumento da concentração de sódio trocável no solo.

Observa-se teores elevados de sódio nestes solos, principalmente no perfil 2 (NeossoloFlúvico Sódico), com os valores variando entre 351,60 a 1383,00 mgdm⁻³, o que constitui fator limitante às atividades agrícolas, sendo necessário primeiramente atentar para implantação de projetos de recuperação, utilizando preferencialmente plantas resistentes à salinidade e a sodicidade. Pode-se também optar pela remoção do sódio dos sítios de troca, proporcionada pela aplicação de gesso, seguida de lixiviação. Essa reação de troca entre gesso e o sódio do solo depende do contato do corretivo com as partículas do solo e da taxa de remoção de sódio da solução do solo (VITAL et al., 2005).

A percentagem de saturação por sódio é elevada nos perfis 2 e 3, estando normal no perfil 1. No perfil 2, esse índice é o responsável pela classificação desse solo como sódico (PST ≥ 15%), o que é limitante para o crescimento das plantas. No perfil 3, os valores variam entre 6 e 14%, classificando-o como solódico. No estudo desenvolvido por Aguiar Netto et al. (2007), no perímetro irrigado Califórnia, 54% das amostras apresentaram percentagem de saturação por sódio acima de e 15%, como consequência ocorre modificação da estrutura do solo.

Analisando os teores de nitrogênio (N) e matéria orgânica do solo (MOS), verifica-se que estes diminuem em profundidade, nos perfis 1 e 2 (Tabela 4). A pequena quantidade de matéria orgânica nesses solos explica o baixo teor de nitrogênio, pois a MOS é o grande reservatório de nitrogênio para as plantas. O nitrogênio é um nutriente difícil de ser medido, uma vez que está sujeito as alterações da MOS, que é dinâmica e influenciada pelas condições do ambiente. (PORTUGAL et al., 2008) Atualmente apenas as tabelas de recomendação dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e a região do Cerrado (AMADO et al., 2001), utilizam os resultados da MOS para ajustar as recomendações de nitrogênio para as diversas culturas. No perfil 3 (NeossoloFlúvico), há oscilação nos valores da matéria orgânica em profundidade, decrescendo de 4,39 a 1,50 g kg⁻¹ (0,00 a 0,70 m), elevando-se para 2,90 g kg⁻¹ (0,70 a 0,84 m). A deposição e as sobreposições de sedimentos ao longo do tempo contribuem para elevação da matéria orgânica em profundidade, conforme descrito na metodologia referente à localização deste perfil.

Os teores de fósforo para os três perfis em estudo apresentaram-se baixos, variando de 8,70 a 32,30 mgdm⁻³. Com o aumento do intemperismo, os solos passam gradualmente de fonte para dreno de fósforo. Em solos muito intemperizados, como os latossolos do Cerrado, este se torna um forte dreno de fósforo. Por outro lado, em solos menos intemperizados, com pH mais elevado, teoricamente, deveria haver menor adsorção de fósforo. No entanto, a presença de cátions (Ca²⁺ e Mg²⁺), em solução irão contrabalancear as cargas negativas, aumentando a adsorção de fósforo. Dessa forma, quando se realiza uma calagem, os recém formados polímeros de hidróxidos de alumínio, apresentam afinidade pelo fósforo, de modo que a adsorção do fósforo continua (SOUZA et al., 2007).

Avaliando as concentrações de potássio, verifica-se que são valores medianos, com tendência a diminuição em profundidade. O potássio provém do intemperismo de minerais primários e secundários que contém este elemento, principalmente o grupo das micas, dos feldspatos e dos feldspatóides (ERNANJ et al., 2007). Ainda de acordo com estes autores, os solos brasileiros mais jovens, como Neossolos, Vertissolos, Luvisolos e Chernossolos, podem apresentar maior reserva desse nutriente, graças à presença de teores expressivos de micas e feldspatos nas frações mais grosseiras.

As concentrações de cálcio e magnésio apresentam-se elevados em todos os perfis. Analisando os perfis 1 e 2 (Luvisolo Crômico e NeossoloFlúvico Sódico) verifica-se teores de cálcio muito bom. No perfil 3 (NeossoloFlúvico), ocorre redução desse nutriente em profundidade. Isso está relacionado à umidade do local, que pode proporcionar a lixiviação desse cátion. Em média, os teores de cálcio variaram entre 1,06 a 9,35 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$. De modo geral Ca^{2+} e Mg^{2+} apresentaram boa distribuição em profundidade em todos os perfis. O comportamento desses nutrientes é bastante similar, sendo sua variabilidade influenciada, provavelmente, pelos mesmos fatores.

As elevadas concentrações das bases trocáveis (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), fazem com que a soma de bases seja elevada. No perfil 3 há diminuição desses valores, em reflexo da presença de umidade do curso de água, contribuindo para lixiviação das bases trocáveis, assim como, a textura do solo em estudo que é praticamente constituída pela fração areia.

A CTC (efetiva e a pH 7,0), apresentou valores elevados, exceto no perfil 3, conforme justificado anteriormente, analisando a soma de bases. A saturação por bases (V) variou entre 71% a 100%, sendo classificado como eutrófico. Isso está refletido na nula saturação por alumínio, que é afetado diretamente pela elevação do pH. Dessa forma, é necessária análise especial em relação a esse atributo, que provavelmente indisponibiliza os micronutrientes para as plantas, que apesar de requeridos em pequenas quantidades, são essenciais ao desenvolvimento e produção vegetal

CONCLUSÕES

1. Os solos em estudo apresentaram boas concentrações dos cátions trocáveis, com caráter eutrófico, porém com limitação devido as altas concentrações de Na^+ , sendo considerado fator limitante para as principais atividades agrícolas;
2. Os solos em estudo são jovens e pouco intemperizados, em função das condições edafoclimáticas, apresentando relação silte/argila >1 , limitações físicas, dentre elas baixa profundidade efetiva e rochas em superfície;
3. No perfil 2 (NeossoloFlúvico Sódico) o solo apresentou caráter sódico ($\text{PST} \geq 15\%$), sendo assim, fator

limitante para a produção agrícola. No perfil 3 (NeossoloFlúvico) pela presença da água em função da oscilação do lençol freático, favorece o desenvolvimento de atividades agrícolas durante boa parte do ano;

4. Em função das potencialidades e restrições abordadas, os solos em estudo devem envolver práticas que promovam a melhoria ou manutenção da qualidade do solo, dentre elas a cobertura vegetal, preparo mínimo do solo e práticas conservacionistas de suporte.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O.; 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**, Piracicaba, v.37, p.1640-1645, 2007.

ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BORRÓN, V. Cor de solo, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto no extremo-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, p.985-1002, 2003.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C. L. P.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.189-197, 2001.

ARRUDA, L. V. **Caracterização de ambientes agrícolas e dos principais solos no município de Guarabira-PB**. Areia: UFPB. 2008. 105p. Tese de Doutorado

BARRETO, H. B. F.; AMARAL JÚNIOR, V. P.; LIRA, J. F. B.; MAIA, F. E. N.; MIRANDA, N. O. Distribuição espacial do pH e condutividade elétrica em um solo aluvial no Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, p.28-33, 2012.

BOCKHEIM, J. G.; GENNADIYEV, A. N.; HAMMER, R. D.; TANDARICH, J. P. Historical development of key concepts in pedology. **Geoderma**, v.24, p.23-36, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Diagnóstico do município de São Vicente**. Recife: CPRM/PRODEEM. 2005. 12p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sumário executivo do terceiro relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**. Brasília: MMA. 2006. 58p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS. 1997. 212p.

- ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: UDESC. 2008. 230p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. POTÁSSIO. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS. 2007. p.552-594.
- FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 37, n.1, p.22-30. 2007.
- GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1283-1296, 2008.
- GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Estoque de Carbono em Latossolo vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.4, p.597-602, 2012.
- GUBIANI, P. I.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Indicadores hídrico-mecânicos de compactação do solo e crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 1, p.2-10, 2013.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBCS. 1996. 84p.
- MELO, R. M.; BARROS, M. F. C.; Santos, P. M.; Rolim, M. M. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.376-380, 2008.
- PEREIRA, T. T. C.; KER, J. C.; ALMEIDA, C. C. Qualidade de solos cultivados com Eucaliptona região central de Minas Gerais: atributos físicos, químicos e mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, p.706-713, 2012.
- PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. A. V.; COSTA, L. M.; SANTOS, B. C. M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.249-258, 2008.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. 359p.
- SALGADO, B. G.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; Venturin, N. Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com café (Coffea arabica L.) em Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, p.343-349, 2006.
- SANTOS, J. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F.; SILVA, D. S.; SANTOS, E. M.; SILVA, A. P. G. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na micro região do Brejo Paraibano. **Ciência Rural**, Piracicaba, v. 40, p.2486-2492, 2010.
- SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F. Formas de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 31, p.1535-1544, 2007.
- TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p. 141-146, 1982.
- VITAL, A. F. M.; SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, J. S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratados com gesso e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p.30-36, 2005.