

Potencialidades e limitações para o uso agrícola de solos arenosos na região semiárida da Bahia.

¹Alessandra Monteiro Salviano, ¹Tony Jarbas Ferreira Cunha, ²Nelci Olszewski, ³Manoel Batista de Oliveira Neto, ¹Vanderlise Giongo, ³Alessandra Fernandes de Queiroz, ⁵Flávia Jussara de Santana Menezes

¹Embrapa Semiárido, BR428 , Km152, C.P. 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: alessandra.salviano@embrapa.br , tony.cunha@embrapa.br; vanderlise.giongo@embrapa.br

² Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antonio Carlos Magalhães, 510, Santo Antônio, CEP 48902-300, Juazeiro, BA, Brasil. E-mail: nelci.olszewski@univasf.edu.br

³Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 40, Boa Viagem, CEP 51020-240, Recife, PE, Brasil. E-mail: manoel.neto@embrapa.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 288, CEP 59300-000, Nova Caicó, RN , Brasil. E-mail: alexsandrageografia@hotmail.com

⁵ Faculdade Maurício de Nassau, Av. Clementino Coelho, 714, Centro, CEP 56308-100, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: flavia.jussara@outlook.com

Resumo: Devido à expansão da agricultura no Vale do Submédio São Francisco, muitas áreas, sem aptidão ou de aptidão restrita são cultivadas, resultando em grande potencial de degradação, principalmente no caso dos solos arenosos. Assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar e classificar solos representativos do município de Remanso-BA a fim de ampliar o conhecimento sobre os solos na região do Lago de Sobradinho, em particular os arenosos, contribuindo para a sustentabilidade da atividade agrícola desenvolvida na região. Foram selecionadas quatro áreas próximas ao Lago de Sobradinho, realizadas descrições morfológicas e coletas de amostras para análises físicas e químicas, além de observações do ambiente. Os quatro perfis representativos: (P1: Latossolo Amarelo Distrófico psamítico – LAd; P2: Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico psamítico – LVAe; P3: Neossolo Quartzarênico Órtico plíntico – RQo; e P4 – Neossolo Quartzarênico Órtico plíntico - RQo) estão localizados em área de caatinga hiperxerófila pouco densa e relevo plano. O predomínio da areia entre as frações granulométricas, os baixos teores de matéria orgânica, são os principais fatores limitantes à produção agrícola dos solos avaliados, e quando mal manejados, elevam os riscos de contaminação dos mananciais próximos. Apesar dos problemas de ordem física e química, estes solos apresentam grande profundidade efetiva e topografia plana, permitindo a exploração agrícola mecanizada.

Palavras chave: Atributos químicos, Atributos físicos, Qualidade do solo.

Potentialities and limitations for the agricultural use of sandy soils in the semiarid region of Bahia

Abstract: Due to agricultural expansion in the Submiddle of the San Francisco Valley many areas without or restricted suitability are cultivated, resulting in great potential for degradation, especially in sandy soils. So, the aim of this study was to evaluate the potential and limitations for agricultural use four representative soils of the city of Remanso - BA from a morphologic, physical and chemical characterization in order to contribute to the sustainability of agriculture developed in the region. Four areas were selected near the Lake Sobradinho, where morphological descriptions and sample collections were made for physical and chemical analysis, and environmental observations. The four profiles (P1: Typic Dystrophic Yellow Latosol - LAd; P2: Plinthic Orthic Quartzarenic Neosol - RQo; P3- Latosolic Orthic Quartzarenic Neosol - RQo and P4 - a Typic Orthic Quartzarenic Neosol - RQo) are located in an area of caatinga hiperxerófila dense and relief plan.

The predominance of sand between the granulometric fractions and the low levels of organic matter are the main limiting factors for the agricultural production of the evaluated soils, and when poorly managed, raise the risk of contamination of the nearby springs. Despite the physical and chemical problems, these soils present great effective depth and flat topography, allowing mechanized agricultural exploitation.

Keywords: Chemical attributes, Physical attributes, Soil quality.

Introdução

A região do Vale do Submédio São Francisco é conhecida pelo forte desenvolvimento de atividades agrícolas diversas, desenvolvimento esse que aumentou após a construção do Lago de Sobradinho. A área de entorno do Lago caracteriza-se como uma região de atividades agropecuárias, tendo como destaque a agricultura irrigada, com o cultivo de hortaliças, principalmente a cebola e frutas, como uva, banana e manga. Além destas atividades, no município de Remanso, destaca-se a criação de caprinos, ovinos, gado de corte e leite.

Nessa região há uma grande extensão de solos arenosos, entre eles os Neossolos Quartzarênicos. Estes tem sua granulometria composta por, no mínimo, 85% de areia, enquadrando-se nas classes de textura areia e areia franca, apresentam baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, sendo, por isso, considerados ambientes muito frágeis. Segundo Sales et al. (2010), apesar da baixa aptidão para o cultivo de lavouras de ciclo anual, várias áreas de ocorrências desses solos são incorporadas ao processo de produção de maneira intensiva.

Práticas agropecuárias inadequadas como cultivo ou pastoreio intensivo, cultivo em vazantes, desmatamento e utilização de solos fisicamente inapropriados para o cultivo são os principais responsáveis pela degradação das terras (Lima et al., 2012). Além disso, nesses ambientes, o uso indiscriminado de defensivos e fertilizantes minerais é motivo constante de preocupação, principalmente quando as áreas de utilização estão tão próximas das fontes hídricas que são também utilizadas para consumo humano e animal.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo classificar e caracterizar quatro perfis de solos localizados no município de Remanso-BA,

com base nos atributos morfológicos, físicos e químicos, a fim de ampliar o conhecimento e contribuir para o estudo sobre os solos arenosos na região do Lago de Sobradinho e para a sustentabilidade da atividade agrícola local.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no município de Remanso – BA, coordenadas S09° 37' 18" W42° 04' 53". Localiza-se no entorno do Lago de Sobradinho sendo a vegetação predominante a Savana Estépica (Caatinga). Observam-se áreas em processo de desertificação nesta região, nas paleo-dunas quaternárias, onde não há vegetação ou a que existe é muito esparsa. Segundo a classificação de Köppen o clima é do tipo BSh', caracterizado por ser quente e seco. As precipitações variam entre 500 e 630 mm anuais, concentradas no período de dezembro a março, sendo em geral, intensas e intercaladas por períodos de veranicos. As médias anuais de temperaturas variam de 23 a 27 °C e de evaporação em torno de 2.000 mm ano⁻¹.

Para a realização do trabalho, foram selecionadas quatro propriedades rurais em função da proximidade da margem do lago e da representatividade do tipo de solo na região. Foram abertas trincheiras em áreas de vegetação secundária do bioma caatinga, sem uso agrícola há pelo menos 10 anos (Tabela 1) para a descrição morfológica e coleta de amostras de solos, segundo normas e definições descritas em Santos et al. (2013a). Os solos foram classificados de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (Santos et al., 2013b) e possuem como material de origem a alteração de sedimentos areno-argilosos do terciário com influências de rochas calcárias e rochas cristalinas do pré-cambriano (Cunha et al., 2008).

A profundidade efetiva do solo foi definida como a profundidade máxima que as raízes penetram livremente no corpo do solo, em razoável número e sem impedimentos (físicos ou químicos), proporcionando às plantas suporte físico e condições para absorção de água e nutriente (Lepsch et al., 2015).

Para caracterização física dos solos realizaram-se: análise granulométrica pelo método da pipeta; densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico; densidade do solo (Ds) pelo método da proveta e calculou-se a porosidade total (PT). Para caracterização química dos solos determinaram-se o pH em água na proporção 1:2,5 de solo:água; os teores de: P disponível, Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ e Al^{3+} trocáveis. A acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0. O teor de carbono orgânico (CO) foi obtido pelo método Walkley-Black. Os teores de Cu, Fe, Mn e Zn foram obtidos por meio da extração com Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) na proporção solo:solução de 1:5 e determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA).

A condutividade elétrica (CE) foi determinada no extrato da pasta de saturação. Calcularam-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação por bases (V), a porcentagem de saturação por sódio (PST), a saturação por alumínio (m) e o teor de matéria orgânica (MO).

Todas as análises foram realizadas conforme metodologias descritas em Donagema et al. (2011). As porosidades macro (Ma) e micro (Mi) foram estimadas utilizando-se modelo matemático proposto por Stolf et al. (2011) que tem como base as equações: $\text{Ma} = 0,650 - 1,341 * (\text{Ds}/\text{Dp}) + 0,321 * \text{Areia}$; $\text{Mi} = 0,350 + 0,341 * (\text{Ds}/\text{Dp}) - 0,321 * \text{Areia}$.

A curva característica de retenção de umidade dos solos nas tensões de 6; 10; 30; 60; 100 e 1500 kPa foi determinada pelo método da centrífuga (Nascimento et al., 2010) utilizando amostras deformadas.

Resultados e discussão

O solo do perfil 1 corresponde a um Latossolo Amarelo distrófico psamítico e, do perfil 2 a um Latossolo Vermelho Amarelo eutrófico psamítico (Tabela 2). São caracterizados por apresentar o horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, pela presença de minerais em estágio muito avançado de intemperismo e baixa saturação por bases (Santos et al., 2013b). Os perfis 3 e 4 enquadram-se na classe dos Neossolos Quartzarênicos (Tabela 2), que são solos essencialmente areno-quartzosos, predominantemente profundos a muito profundos, com drenagem acentuada a excessiva e apresentam teores de minerais primários alteráveis inferiores a 4% nas frações areia e cascalho nos primeiros 200 cm (Santos et al., 2013b). Esta característica confere aos solos uma baixa reserva mineral, especialmente de potássio, para as plantas. Nos perfis 3 e 4 (Neossolos) ocorre a presença de mosqueados na forma de plintita. A presença destes mosqueados indica que estes solos, mesmo sendo de textura arenosa, já passam por problemas de drenagem ou sofrem o efeito da elevação do lençol freático, quando do aumento da cota hídrica do lago de Sobradinho. A plintita tem sua origem devida a efeitos de ciclos repetidos de umedecimento e secagem e, segundo Anjos et al. (2007), a gênese desses materiais ferruginosos está relacionada com a segregação, mobilização, transporte e concentração do ferro no perfil do solo.

Do ponto de vista morfológico, os solos apresentam elevada profundidade efetiva (Tabela 2) não oferecendo impedimento ao desenvolvimento de raízes para as principais culturas anuais ou perenes. Os solos arenosos, de maneira geral, possuem condições físicas que favorecem a mecanização e utilização com as mais diversas culturas, principalmente, quando apresentam relevo plano, como é o caso da região. As propriedades morfológicas observadas, tanto no Latossolos quanto nos Neossolos, são semelhantes às encontradas em diversas regiões do semiárido nordestino, conforme estudos de Levantamento de solos de diversos estados.

Segundo Santos et al. (2012), as condições climáticas e a natureza semelhante dos materiais de origem ao longo da região semiárida são as principais responsáveis pela pequena variação apresentadas pelos Neossolos quartzarênicos. Vale ressaltar que, devido à sua distância do rio,

os perfis de Neossolos estudados sofrem pouca influência das cheias e, portanto, de materiais sedimentares referentes ao holoceno/quaternário que chegam com as inundações.

Tabela 1 - Coordenadas dos perfis com suas respectivas classes de solo e uso agrícola atual nas proximidades.

| Coordenadas (SAD69) | | Classe de solo | Espécies cultivadas nas áreas próximas |
|---------------------|---------|---|--|
| 176065 | 8927574 | Latossolo Amarelo distrófico psamítico-LAd | pastagem cultivada, feijão, mandioca e milho |
| 177892 | 8934441 | Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico psamítico-LVAe | mandioca |
| 176948 | 8934491 | Neossolo Quartzarênico órtico plíntico-RQo | tomate e mandioca |
| 170918 | 8935889 | Neossolo Quartzarênico órtico plíntico-RQo | banana e milho |

Os resultados dos atributos físicos (Tabela 3) evidenciam que, nos Latossolos, ocorre uma distribuição das frações granulométricas sem grandes variações, conferindo classe textural do tipo areia-franca nos horizontes superficiais e, franco-arenosa nos horizontes subsuperficiais.

No Latossolo Amarelo, há predominância de areia grossa sobre a areia fina, sendo esta, uma característica da grande maioria dos solos de textura arenosa ou média na região Nordeste. Também, foi observado o predomínio da areia fina sobre a soma das frações silte e argila, o que pode conferir a esses solos certa limitação em sua capacidade de infiltração de água, visto que a areia fina normalmente pode provocar diminuição na proporção de macroporos.

Por outro lado, pode ser favorável aos solos da região semiárida devido aos baixos teores de silte e argila, no sentido de reduzir a percolação da água e aumentar sua retenção e disponibilidade.

A relação silte/argila é baixa e inferior a 0,7 em todo o perfil do LAd indicando, que este solo apresenta, portanto, grau de intemperismo mais avançado do que no LVAe. Este últimos provavelmente tenha sofrido influência do

materiais cristalinos de origem local (Santos et al., 2013a; Cunha et. al, 2008). No Latossolo Vermelho Amarelo, há predominância da fração areia fina sobre a fração areia grossa e, semelhante ao Latossolo Amarelo, predomínio da areia fina sobre a soma das frações silte e argila.

Nos perfis dos Neossolos, a classe textural varia de arenosa a areia franca. O perfil 4 apresenta alta predominância da fração areia, mais de 900 g kg⁻¹ em todos os horizontes (Tabela 3), conferindo-lhes a classe textural arenosa. Apresenta ainda alta relação silte/argila (Tabela 3) o que demonstra seu menor grau de desenvolvimento pedogenético, condizente com a classe dos Neossolos. No perfil 4, a relação silte/argila é baixa até 70 cm de profundidade o que implica em material bastante intemperizado sem minerais para disponibilização. Provavelmente, estes Neossolos, podem estar relacionados aos materiais de textura mais arenosa do Terciário, levando à formação de solos a partir de material bastante intemperizado, correspondendo, segundo Jacomine et al. (1973), às áreas do Cristalino com predomínio de gnaisse, granitos, migmatitos e xistos, recobertos por materiais arenosos.

Tabela 2 - Atributos morfológicos das quatro classes de solos representativas da região de entorno do lago de Sobradinho, município de Remanso – BA.

| Hor | Prof cm | Cor Munsell | Úmida ⁽¹⁾ | Textura ⁽²⁾ | Estrutura ⁽³⁾ | Consistência Molhada ⁽⁴⁾ | Transição |
|--|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|---|-------------------------------------|-----------|
| Perfil 1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico - LAd | | | | | | | |
| A | 0-20 | 10YR br.amar. | 5/4 | areia fr. | gr.simples | nplás. npeg. | p.c. |
| Bw1 | 20-70 | 10YR amar.br. | 6/6 | areia fr. | gr.simples | nplás. npeg. | p.d. |
| Bw2 | 70-110 | 10YR amar.br. | 6/8 | areia fr. | gr.simples | lplás. lpeg. | p.d. |
| Bw3 | 110-160 | 10YR amar.br. | 6/8 | fr.arenosa | fr. me.peq. gran. | lplás. lpeg. | p.c. |
| Bw4 | 160-200 ⁺ | 10YR 6/8amar.br. | | fr.arenosa | fr. me.peq. gran. | lplás. lpeg. | - |
| Perfil 2 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico psamítico - LVAe | | | | | | | |
| A | 0-15 | 10YR br.amar.esc | 3/4 | areia fr. | fr. peq. bl. sub. peq. gran. | lig. plás. lig. peg. | p.c. |
| BA | 15-35 | 5YR verm.amar. | 4/6 | areia fr. | fr. peq.mé.bl. sub.peq. gran. | lig. plás. lig. peg. | p.c. |
| Bw1 | 35-90 | 2,5YR 4/6 verm. | 4/6 | fr.arenosa | fr. peq.mé.bl. sub.peq. gran. | plás. lig. peg. | p.d. |
| Bw2 | 90-130 | 5YR verm.amar. | 5/8 | fr.arenosa | fr. peq.mé. bl. sub.peq.mé. gran. | plás. peg. | p.c. |
| Bw3 | 130-170 | 7,5YR amar.br. | 5/8 | fr.arenosa | gr.simples ang.sub. | bl. plás. peg. | p.c. |
| Bw4 | 170-200 ⁺ | 10YR amar.averm | 6/8 | fr.arenosa | fr. peq. ang.sub. | bl. plás. peg. | - |
| Perfil 3 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico - NQo | | | | | | | |
| A | 0-15 | 10YR 5/3 br. | | arenosa | gr.simples | nplást. npeg | p.c. |
| C1 | 15-50 | 10YR br.amar. | 5/4 | areia fr. | gr.simples | nplást. npeg | p.c. |
| C2 | 50-90 | 10YR 6/4 amar.cl. | br. | areia fr. | gr.simples | nplást. npeg | p.g. |
| C3 | 90-140 | 10YR 7/3 m.cl.acinz. | br. | areia fr. | fr.peq. mé. gran. | lig. plás. lig. peg. | p.d. |
| C4 | 140-180 ⁺ | 10YR 5/3 cl. | acinz. | areia fr. | fr.peq.mé. ang. | bl. plás. lig. peg. | - |
| Perfil 4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico - NQo | | | | | | | |
| A | 0-15 | 10YR br.amar.esc | 3/4 | arenosa | gr.simples | nplást. npeg | p.c. |
| C1 | 15-40 | 10YR br.amar. | 5/4 | arenosa | gr.simples | nplást. npeg | p.g. |
| C2 | 40-70 | 10YR br.amar. | 5/6 | arenosa | gr.simples | nplást. npeg | p.d. |
| C3 | 70-150 | 10YR br.amar. | 5/8 | arenosa | gr.simples | nplást. npeg | p.c. |
| C4 | 150-200 ⁺ | 10YR br.amar. | 6/6 | arenosa | gr.simples | nplást. npeg | - |

⁽¹⁾ br.: bruno; amar.: amarelado; esc.: escuro; cl.: claro; m.cl.: muito claro; averm.: avermelhado; acinz.: acinzentado. ⁽²⁾ fr.arenosa: franco-arenosa; areia.fr.: areia franca; casc.: cascalhenta. ⁽³⁾ gr.simples: grãos simples; gran.: granular; mod.: moderada; fr.: fraca; peq.: pequena; méd.: média; gr.: grande; bl.: blocos; ang.: angulares; sub.: subangulares. ⁽⁴⁾ sol.: solta; du.: dura; fri.: friável; lig.: ligeiramente; ⁽⁵⁾ plás.: plástica; peg.: pegajosa; nplás.: não plástica; npeg.: não pegajosa; mplás.: muito plástica; mpeg.: muito pegajosa; lplás.: ligeiramente plástica; lpeg.: ligeiramente pegajosa; p.c.: plana e clara; p.d.: plana e difusa; p.g.: plana e gradual.

Em relação à densidade do solo (Ds), no Latossolo Amarelo, os valores oscilam muito ao longo do perfil (Tabela 3), o que pode ser indicativo de materiais de origem diferentes de cada camada. Isto está relacionado com sua posição na paisagem que permite a deposição de material sedimentar ou, resultado da formação destes solos a partir de sedimentos terciários areno-argiloso pré-intemperizados. No Latossolo Vermelho Amarelo e nos Neossolos Quartzarênicos, os valores de Ds não apresentaram grande variação ao longo do perfil

(Tabela 3), porém encontrando-se abaixo do limite crítico proposto por Reichert et al. (2003) para solos arenosos. Os referidos autores afirmam que somente valores de Ds maiores do que $1,70 \text{ kg dm}^{-3}$, diminuem ou impedem o crescimento radicular em função da elevada resistência à penetração. De modo geral, os menores valores de Ds foram observados nos horizontes superficiais, fato que pode estar relacionado aos maiores valores de matéria orgânica (Tabela 4).

Tabela 3 - Atributos físicos do perfil de quatro solos localizados na região de entorno do lago de Sobradinho, município de Remanso – BA.

| Hor | Ds | Dp | AG | AF | AT | Sil | Arg | AD | S/A | Ma | Mi | PT |
|--|--------------------------|------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|---|------|
| | --kg dm ⁻³ -- | | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | | | | | -----m ³ m ⁻³ ----- | |
| P1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico – LAd | | | | | | | | | | | | |
| A1 | 1,31 | 2,62 | 532 | 337 | 869 | 37 | 94 | 0,10 | 0,4 | 0,13 | 0,40 | 0,50 |
| A2 | 1,12 | 2,45 | 444 | 387 | 831 | 54 | 115 | 0,27 | 0,5 | 0,16 | 0,42 | 0,54 |
| A3 | 1,31 | 2,51 | 449 | 353 | 802 | 69 | 129 | 0,20 | 0,5 | 0,10 | 0,38 | 0,48 |
| Bw1 | 1,28 | 2,59 | 357 | 372 | 729 | 112 | 159 | 0,13 | 0,7 | 0,11 | 0,38 | 0,50 |
| Bw2 | 1,33 | 2,62 | 359 | 354 | 713 | 119 | 167 | 0,21 | 0,7 | 0,10 | 0,37 | 0,49 |
| P2 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico psamítico - LVAe | | | | | | | | | | | | |
| A | 1,43 | 2,58 | 351 | 513 | 864 | 93 | 43 | 0,17 | 2,2 | 0,80 | 0,36 | 0,45 |
| BA | 1,43 | 2,58 | 348 | 465 | 813 | 115 | 72 | 0,42 | 1,6 | 0,70 | 0,36 | 0,45 |
| Bw1 | 1,47 | 2,58 | 341 | 429 | 770 | 107 | 123 | 0,24 | 0,9 | 0,60 | 0,34 | 0,43 |
| Bw2 | 1,50 | 2,60 | 335 | 445 | 780 | 115 | 105 | 0,16 | 1,1 | 0,50 | 0,34 | 0,42 |
| Bw3 | 1,43 | 2,63 | 316 | 439 | 755 | 107 | 138 | 0,33 | 0,8 | 0,70 | 0,35 | 0,46 |
| Bw4 | 1,43 | 2,59 | 322 | 447 | 769 | 102 | 129 | 0,51 | 0,8 | 0,70 | 0,35 | 0,45 |
| P3 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico – RQo | | | | | | | | | | | | |
| A | 1,50 | 2,62 | 453 | 439 | 892 | 64 | 43 | 0,10 | 1,5 | 0,70 | 0,36 | 0,43 |
| C1 | 1,52 | 2,60 | 406 | 403 | 809 | 120 | 71 | 0,06 | 1,7 | 0,50 | 0,34 | 0,42 |
| C2 | 1,53 | 2,56 | 409 | 404 | 813 | 115 | 72 | 0,22 | 1,6 | 0,40 | 0,33 | 0,40 |
| C3 | 1,53 | 2,60 | 407 | 414 | 821 | 99 | 80 | 0,20 | 1,2 | 0,50 | 0,34 | 0,41 |
| C4 | 1,40 | 2,59 | 350 | 423 | 773 | 136 | 91 | 0,22 | 1,5 | 0,80 | 0,36 | 0,46 |
| P4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico – RQo | | | | | | | | | | | | |
| A | 1,59 | 2,59 | 521 | 431 | 952 | 19 | 29 | 0,26 | 0,7 | 0,50 | 0,33 | 0,39 |
| C1 | 1,56 | 2,62 | 554 | 393 | 947 | 15 | 38 | 0,21 | 0,4 | 0,60 | 0,35 | 0,41 |
| C2 | 1,53 | 2,64 | 541 | 394 | 935 | 25 | 40 | 0,26 | 0,6 | 0,70 | 0,36 | 0,42 |
| C3 | 1,61 | 2,62 | 568 | 346 | 914 | 44 | 42 | 0,34 | 1,0 | 0,50 | 0,33 | 0,39 |
| C4 | 1,61 | 2,60 | 483 | 419 | 902 | 55 | 43 | 0,11 | 1,3 | 0,40 | 0,32 | 0,38 |

Ds: Densidade do solo; Dp: densidade de partículas; AG: areia grossa; AF: areia fina; AT: areia total; Sil.: Silte; Arg.: Argila; AD: argila dispersa em água; CT: Classe Textural: ar.: areia; ar. fr.: areia franca; fr. ar.: franco arenosa; GF: Grau de flocação; S/A: Relação silte/argila; Ma: Macroporosidade; Mi: Microporosidade, PT: porosidade total.

A densidade de partículas (Dp) variou de 2,45 a 2,62 kg dm^{-3} no Latossolo Amarelo, de 2,58 a 2,63 kg dm^{-3} no Latossolo Vermelho Amarelo e, de 2,56 a 2,64 kg dm^{-3} nos Neossolos, apresentando-se condizente com a composição

mineralógica de solos arenosos com predomínio de quartzo e feldspatos e baixo teor de matéria orgânica. Mesmo sendo influenciada pelo material de origem e pela mineralogia, segundo Alho et al.

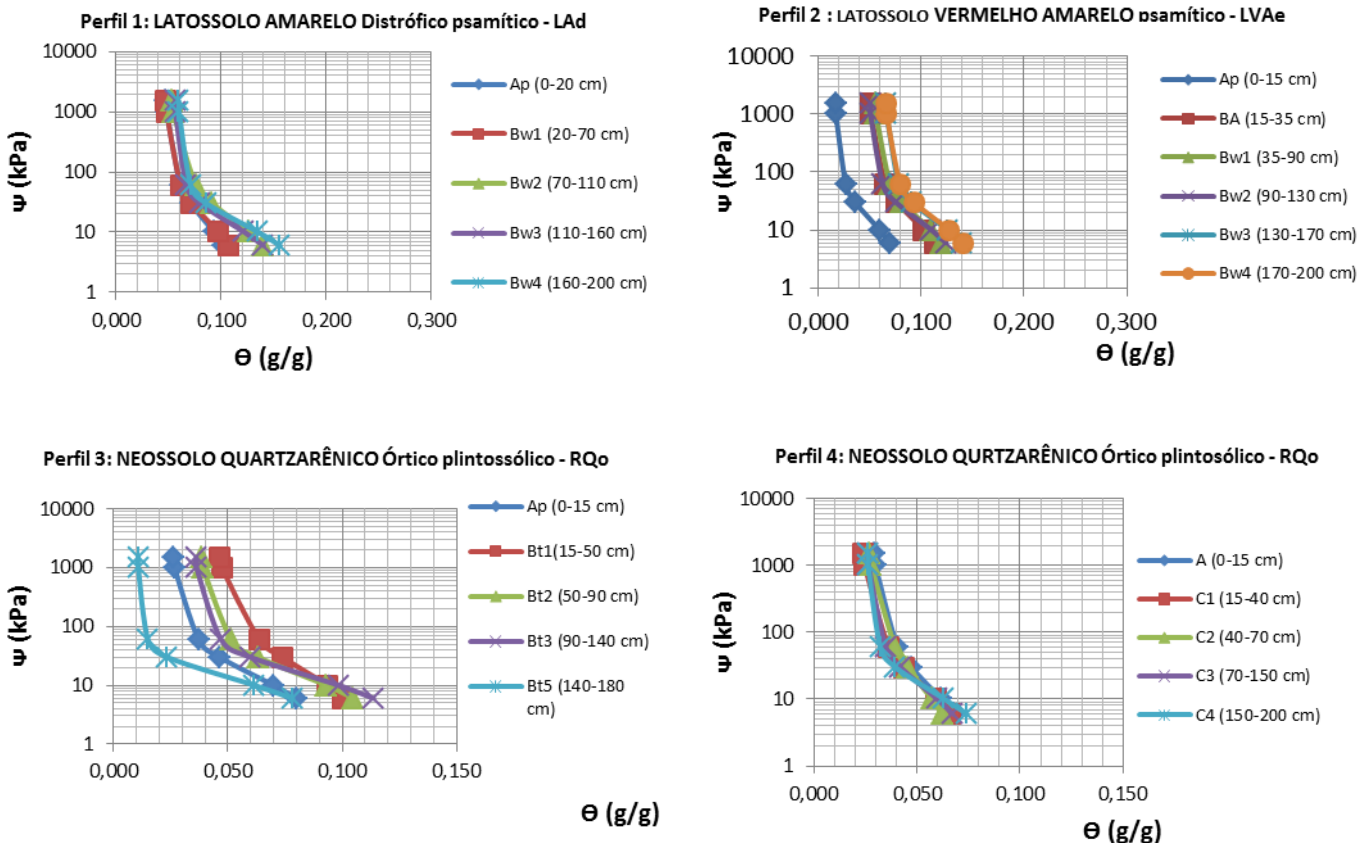
(2007), a densidade de partículas tende a ser afetada pelo teor de matéria orgânica no solo.

A porosidade total variou de 0,39 a 0,54 m³ m⁻³. Segundo Reichert et al (2014a), Reichert et al. (2014b) e Reichert et al. (2015) a faixa de porosidade considerada adequada para solos arenosos está situada entre 0,32 e 0,47 m³ m⁻³. No Latossolo Amarelo, foi composta basicamente pela microporosidade, provavelmente, em função da maior proporção de argila em relação ao Latossolo Vermelho Amarelo e aos Neossolos Quartzarênicos. De acordo com Reichert et al.

(2003) as frações mais finas têm a capacidade de formar microagregados e, conseqüentemente, uma maior quantidade de microporos contribuindo para o aumento da porosidade total.

A classe textural e a elevada PT conferem a estes solos maior facilidade de penetração dos sistemas radiculares, favorecendo o crescimento vegetal e uma elevada drenabilidade, com retenção de água praticamente insignificante. Considerando-se o relevo de ocorrência, o processo erosivo não é alto, porém, deve-se atentar para a ocorrência de erosão laminar ligeira.

Figura 1- Curva característica de retenção de água no perfil de quatro solos localizados na região de entorno do lago de Sobradinho, município de Remanso – BA.



Os quatro perfis apresentam baixa capacidade de retenção de água (Figura 1), sendo que a densidade e a porosidade

influenciam o comportamento da mesma. Nos quatro perfis observam-se elevados teores de areia e alta porosidade (Tabela 3), fatores que

podem contribuir para as pequenas variações da curva de retenção deste solo ao longo do perfil e baixo conteúdo de água no solo. Sendo esta a principal limitação física desses solos arenosos (Figura 1). Em função disso, o manejo de irrigação deve ser eficiente e capaz de suprir a necessidade das culturas, sendo realizado de forma mais intensa (ou seja, com maior frequência) e utilizando turnos de regas mais prolongados. A utilização de sistemas de irrigação pouco eficientes, nesta região, como a inundação, inferem baixa sustentabilidade aos sistemas agrícolas atualmente instalados.

Em relação às características químicas (Tabela 4), nos Latossolos, o pH varia de neutro nos horizontes superficiais a ácido nos horizontes subsuperficiais. Na profundidade efetiva desses solos, onde a maioria das culturas desenvolve o sistema radicular, essa característica apresenta valores considerados ideais e, conseqüentemente baixos valores de saturação por alumínio (m). Considerando que as culturas mais produzidas no município (mandioca, feijão, milho, melancia, olerícolas, banana e pastagem), possuem sistema radicular pouco profundo, não há necessidade de aplicação de corretivos de acidez. A saturação por bases é considerada adequada, no entanto, se a cultura for muito exigente, como as hortaliças, faz-se necessário o uso de práticas para o aumento da soma de bases no Latossolo Amarelo. Nos Neossolos (P3 e P4), os valores de pH são baixos e o valor m é alto em todos os horizontes, sendo considerados ácidos (Tabela 4), segundo Alvarez V. et al. (1999). A acidez ao longo dos perfis pode prejudicar o desenvolvimento radicular de culturas. A acidez ao longo dos perfis pode prejudicar o desenvolvimento radicular de culturas

com sistema radicular mais profundo, havendo, portanto, necessidade de práticas corretivas.

Os solos não apresentam restrição química relacionada à salinidade, como se pode observar nos valores de CE e PST e teores de Na⁺ (Tabela 4). Isso se deve, provavelmente, ao grau de intemperismo do solo, profundidade e classe textural que proporciona excelente capacidade de

drenagem e lixiviação de sais ao longo do perfil.

A MO é classificada como muito baixa ao longo de cada perfil (Tabela 4) e diminui com a profundidade dos solos, devido à baixa produção de resíduos orgânicos pelas plantas. Apesar de ser encontrada em pequena quantidade em comparação com a fração mineral, a MO é importante para os sistemas de produção agrícola devido aos efeitos que produz nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Santos et al. (2009) estudando a contribuição de argilominerais e matéria orgânica na CTC de solos com diferentes classes texturais observaram que a MO contribui significativamente para os valores de CTC.

O teor de fósforo (P) nesse tipo de solo é normalmente baixo, mas nos horizontes superficiais do Latossolo Amarelo e do Latossolo Vermelho Amarelo, os teores foram mais elevados, alcançando 67,0 e 23,8 mg dm⁻³, respectivamente, foram classificados como altos (Alvarez V. et al., 1999). Esses teores não estão de acordo com os valores normalmente observados em solos do semiárido. No entanto, essas áreas já foram utilizadas com cultivos agrícolas, estando em pousio, há cerca de 10 anos. Além disso, essas áreas estão circundadas por áreas com uso agrícola com diferentes culturas (Tabela 1) e são predispostas à inundações quando há grandes alterações na cota lago, que pode enriquecer o solo com este nutriente. Corrêa et al. (2009) observaram baixos teores de P em solos arenosos sob vegetação nativa do semiárido, variando de 7,4 mg dm⁻³ na camada de 0 – 10 cm, até 4,1 mg dm⁻³ na camada de 30 – 60 cm de profundidade, observando que os teores mais altos nas áreas sob diferentes usos agrícolas são devido ao aporte externo. Souza et al. (2010) e Araújo et al. (2004) também observaram baixos valores de P em solos do sertão pernambucano. Todavia, observa-se a existência de relação entre os altos teores de P com teores de Ca mais elevados, principalmente, nos horizontes mais superficiais, indicando a contribuição externa, pelo carreamento de material da cobertura proveniente de rochas calcárias localizadas na região.

Tabela 4 - Atributos químicos dos perfis de quatro solos localizados na região de entorno do lago de Sobradinho, município de Remanso – BA.

| Hor | pH | CE | MO | P | COMPLEXO SORTIVO | | | | | V | PST | m | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---|-----|-----------------------|-----------------------|------------------------|---|------------------|-----------------|----------------|------|--------|--------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | CTC | | | | | | | |
| | | dS m ⁻¹ | g kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | -----% | -----mg dm ⁻³ ----- | | | | | |
| P1 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico – LAd | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | 6,7 | 0,1 | 7,5 | 67,0 | 2,4 | 0,6 | 0,02 | 0,2 | 5,08 | 64 | 0 | 2 | 11 | 28 | 0,4 | 4,0 |
| Bw1 | 6,3 | 0,1 | 1,1 | 26,0 | 2,4 | 0,5 | 0,02 | 0,1 | 4,68 | 65 | 0 | 2 | 19 | 1,6 | 0,7 | 0,6 |
| Bw2 | 6,7 | 0,4 | 0,5 | 3,2 | 0,6 | 0,3 | 0,02 | 0,1 | 2,34 | 44 | 1 | 5 | 5 | 0,9 | 0,8 | 0,4 |
| Bw3 | 4,9 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 1,4 | 0,4 | 0,03 | 0,3 | 4,62 | 46 | 1 | 7 | 8 | 0,7 | 0,2 | 0,2 |
| Bw4 | 4,9 | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,05 | 0,5 | 2,98 | 45 | 2 | 7 | 13 | 1,6 | 0,2 | 0,2 |
| P2 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico - LVAe | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 6,9 | 0,06 | 12,2 | 23,8 | 4,2 | 0,8 | 0,00 | 0,4 | 6,96 | 79 | 1 | 1 | 41 | 42 | 0,2 | 2,0 |
| BA | 7,4 | 0,22 | 3,01 | 3,1 | 3,8 | 0,6 | 0,00 | 0,3 | 5,84 | 80 | 1 | 1 | 56 | 41 | 0,7 | 0,4 |
| Bw1 | 7,1 | 0,31 | 1,51 | 1,7 | 2,8 | 0,6 | 0,00 | 0,1 | 4,85 | 73 | 0 | 1 | 54 | 29 | 0,8 | 0,3 |
| Bw2 | 5,8 | 0,16 | 0,02 | 1,1 | 1,7 | 0,4 | 0,00 | 0,0 | 4,13 | 52 | 0 | 2 | 22 | 15 | 0,3 | 0,4 |
| Bw3 | 5,3 | 0,12 | 0,2 | 1,3 | 2,2 | 1,0 | 0,00 | 0,0 | 4,91 | 66 | 1 | 3 | 17 | 4,2 | 0,1 | 0,3 |
| Bw4 | 4,9 | 0,19 | 0,02 | 0,6 | 2,9 | 0,9 | 0,00 | 0,0 | 5,67 | 68 | 1 | 5 | 20 | 6,6 | 0,1 | 0,3 |
| P3 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico – RQo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 4,6 | 0,19 | 2,4 | 2,8 | 0,6 | 0,4 | 0,01 | 0,08 | 3,35 | 21 | 0 | 28 | 32 | 1,8 | 0,1 | 0,2 |
| C1 | 4,3 | 0,34 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 0,01 | 0,04 | 4,73 | 11 | 0 | 65 | 110 | 1,6 | 0,1 | 0,2 |
| C2 | 4,4 | 0,15 | 0,2 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,01 | 0,04 | 3,92 | 12 | 0 | 71 | 95 | 1,3 | 0,1 | 0,1 |
| C3 | 4,6 | 0,07 | 0,1 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,01 | 0,02 | 3,25 | 18 | 0 | 8 | 96 | 1,2 | 0,1 | 0,3 |
| C4 | 4,9 | 0,06 | 0,1 | 0,6 | 0,8 | 0,3 | 0,18 | 0,04 | 3,64 | 37 | 5 | 21 | 49 | 8,6 | 0,1 | 0,2 |
| P4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico – RQo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 5,1 | 0,19 | 4,2 | 9,6 | 1,5 | 0,6 | 0,01 | 0,07 | 6,14 | 36 | 0 | 8 | 116 | 23 | 0,1 | 0,5 |
| C1 | 4,3 | 0,22 | 1,0 | 1,7 | 0,7 | 0,4 | 0,01 | 0,04 | 5,28 | 22 | 0 | 39 | 250 | 6 | 0,2 | 0,3 |
| C2 | 4,5 | 0,19 | 0,2 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 0,01 | 0,06 | 3,88 | 15 | 0 | 46 | 200 | 1,2 | 0,1 | 0,3 |
| C3 | 4,5 | 0,14 | 0,3 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,01 | 0,07 | 3,38 | 12 | 0 | 57 | 190 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |
| C4 | 4,4 | 0,21 | 0,1 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,01 | 0,10 | 3,72 | 24 | 0 | 35 | 105 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |

pH: pH em água 1:2,5; CE: condutividade elétrica; MO: matéria orgânica; P: fósforo disponível extraído por Mehlich⁻¹; Ca²⁺: cálcio trocável; Mg²⁺: Magnésio trocável; Na⁺: sódio trocável; K⁺: potássio trocável; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; PST: percentagem de sódio trocável; m: saturação por alumínio; Fe: ferro disponível; Mn: manganês disponível; Cu: cobre disponível; Zn: zinco disponível. Micronutrientes extraídos com Mehlich⁻¹.

Nos Neossolos, os teores de bases trocáveis (Ca, Mg e K) são classificados como médios a baixos (Alvarez V. et al., 1999), sendo necessária a complementação desses nutrientes para a implantação da maioria das culturas, seja por meio de fertilização mineral ou orgânica. Estes baixos teores de cátions trocáveis estão relacionados à natureza do material de origem e à constituição essencialmente arenosa desses solos. Porém, nos Latossolos esses teores são considerados médios a altos, podendo ser atribuído a maior proporção de argila, destacando-se no LVAe.

Todavia, considerando as baixas concentrações de MO e de retenção de água, o uso de práticas que forneçam nutrientes e aumentem a concentração de MO são imprescindíveis para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Corrêa et al. (2009) estudando solos arenosos no semiárido também observaram baixos valores de Ca e Mg em vegetação nativa de caatinga, que variaram de 1,33 a 0,86 cmol_c dm⁻³ e de 0,12 a 0,07 cmol_c dm⁻³ até a profundidade de 60 cm, observando que os teores desses cátions tiveram considerável aumento nas áreas com diferentes usos (ciclo

curto, área descartada, fruticultura e pastagem), uma vez que a fertilidade do solo foi melhorada com o manejo adotado.

A saturação por bases (V) nos Neossolos é baixa, mas superior a 50 % nos Latossolos (Tabela 4), o que lhe confere o caráter eutrófico, sendo Ca o cátion predominante. No entanto, apesar do elevado valor de V, a fertilidade do solo é baixa, pois a constituição arenosa e os baixos teores de MO conferem baixa CTC a esses solos, expressa também na baixa soma de bases. O processo de hidrólise relativamente avançado promove a perda dos elementos alcalinos e alcalino terrosos, mesmo em se tratando de clima semiárido. No entanto, ressalta-se que essa característica química não é adequada para avaliar fertilidade em solos muito arenosos.

Sua pobreza em nutrientes torna imprescindível à aplicação de fertilizantes para o alcance de produções satisfatórias. Todavia, vale ressaltar que devido a baixa CTC, as adubações devem ser parceladas, de forma a evitar saturação do complexo sortivo, minimizando as perdas por lixiviação e conseqüentemente, os riscos de contaminação do lençol freático e de reservatórios de água mais próximos, como é o caso do Lago de Sobradinho.

Os teores de micronutrientes variaram de muito baixo para o Mn, baixo para Zn, Fe e Cu para a maioria das culturas agrícolas (Alvarez V. et al., 1999). O valor de Mn no horizonte A é elevado e considerado muito bom. Segundo Oliveira & Nascimento (2006), a avaliação dos teores desses nutrientes nos solos permite conhecer a sua capacidade de suprimento para as plantas, avaliar à potencialidade para resposta às adubações, prever deficiências e, ou, toxidez, bem como efeitos de manejo sobre seus teores. No que diz respeito ao perfil em estudo, a adubação com micronutrientes se faz necessária, levando em consideração o elevado teor de areia e a facilidade de lixiviação, sendo essencial o parcelamento da adubação bem como o uso de sistemas mais eficientes como a fertirrigação.

Assim, os solos avaliados são de textura arenosa e apresentam baixa fertilidade natural, tornando-se necessário que o manejo para o uso agrícola seja conduzido a partir da adoção de práticas conservacionistas, que contribuam com o aumento dos teores de matéria orgânica a fim de

melhorar sua qualidade. Além disso, com base nos atributos químicos e físicos dos solos avaliados, o uso intensivo e inadequado de fertilizantes e pesticidas nessa região tem potencial para aumentar os riscos de contaminação da água do Lago de Sobradinho.

Conclusões

O predomínio da areia entre as frações granulométricas e os baixos teores de matéria orgânica são os principais fatores limitantes à produção agrícola dos Neossolos quartzarênicos, e quando manejados inadequadamente, elevam os riscos de contaminação dos mananciais próximos.

Apesar dos problemas de ordem física e química, estes solos apresentam grande profundidade efetiva e topografia plana, permitindo a exploração agrícola mecanizada.

Agradecimentos

A Companhia Hidrelétrica do São Francisco [CHESF], Embrapa e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPq], pela concessão de recursos financeiros, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES] e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia [FAPESB] pela concessão das bolsas de mestrado.

Referências

- Alho, D. R., Jr., J. M., & Campo, M. C. C. (2007). Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2, 117-122.
- Alvarez V., V. H., Novais, R. F., Barros, N. F., Cantarutti, R. B., & Lopes, A. S. (Eds.). (1999). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais* (pp.25-32). Viçosa:

Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.

Anjos, L. H. C., Pereira, M. G., Pérez, D. V., & Ramos, D. P. (2007). Caracterização e classificação de plintossolos no município de Pinheiro – MA. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, 31, 1035-1044.

Araújo, M. S. B., Schaefer, C. E. G. R., & Sampaio, E. V. B. (2004). Frações de fósforo após extrações sucessivas com resina e incubação, em Latossolos e Luvisolos do semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 259-268.

Jacomine, P. K. T., Cavalcanti, A. C., Burgos, N., Pessoa, S. C. P. J., & Silveira, C. O. da. (1973). *Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco* (Boletim técnico, n.26, 713p.). Recife: SUDENE.

Corrêa, R. M., Freire, M. B. G. S., Ferreira, R. L. C., Freire, F. J., Pessoa, L. G. M., Miranda, M. A., & Melo, D. V. M. (2009). Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33, 305-314.

Cunha, T. J. F., Silva, F. H. B. B., Silva, M. S. L., Giongo, V., SA, I. B., Oliveira Neto, M. B., & Cavalcanti, A. C. (2008). *Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola* (Documentos n.211, 60p.) Petrolina: Embrapa Semi-Árido.

Donagema, G. K., Campos, D. V. B., Calderano, S. B., Teixeira, W. G., & Viana, J. H. M. (2011). *Manual de métodos de análise de solo* (2 ed., 230p). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

Lepsch, I. F., Espíndola, C. R., Vischi-Filho, O. J., Hernanl, L. C., & Siqueira, D.S. (2015). *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso* (170p). Viçosa: SBCS.

Lima, G.M., Dias, L. F., & Vale, R.M.C. (2012). Mapeamento geomorfológico como subsídio ao

estudo da desertificação no norte da Bahia. *Revista Geonorte*, 2, 588–598.

Nascimento, P. N. Bassoi, L. H., Paz, V. P. S., Vaz, C. M. P., Naime, J. M., & Manierei, J. M. (2010). Estudo comparativo de métodos para determinação da curva de retenção de água no solo. *Irriga*, 15, 193-207.

Oliveira, B.A., & Nascimento, C.W.A. (2006). Formas de manganês e ferro em solos de referência de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30, 99-110.

Reichert, J.M., Bervald, C.M.P., Rodrigues, M. F., Kato, O. R., & Reinert, D. J. (2014a). Mechanized land preparation in eastern Amazon in fire-free forest-based fallow systems as alternatives to slash-and-burn practices: Hydraulic and mechanical soil properties. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 192, 47-60.

Reichert, J.M., Rodrigues, M.F., Bervald, C.M.P., Brunetto, G., Kato, O.R., & Schumacher, M.V. (2014b). Fragmentation, fiber separation, decomposition, and nutrient release of secondary-forest biomass, mechanically chopped-and-mulched, and cassava production in the Amazon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 204, 8-16.

Reichert, J.M., Rodrigues, M.F., Bervald, C.M.P., & Kato, O.R. (2015). Fire-free fallow management by mechanized chopping of biomass for sustainable agriculture in eastern Amazon: Effects on soil compactness, porosity, and water retention and availability. *Land Degradation & Development*, 27, 1403–1412. DOI 10.1002/ldr.2395.

Reichert, J.M., Reinert, D.J., & Braidá, J.A. (2003). Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Ciência & Ambiente*, 27, 29-48.

Sales, L.E.O., Carneiro, M.A.C., Severiano, A.C., Oliveira, G.C., & Ferreira, M.M. (2010). Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 667-674.

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H.C., Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Cunha, T. J. F., & Oliveira, J. B.(2013b). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (3 ed. rev. e ampl., 353p). Brasília, DF: Embrapa.

Santos, J. C. B., Souza Jr., V. S., Corrêa, M. M., Ribeiro, M. R., Almeida, M. C., & Borges, L. E. P.(2012). Caracterização de neossolos regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36, 683-696.

Santos, R.D., Lemos, R.C. Santos, H.G., Ker, J .C., Anjos, L. H.C., & Shimizu, S. H. (2013a). *Manual de descrição e coleta de solo no campo* (100p) Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Santos, V. R., Moura Filho, G., Santos, C. G., Santos, M. A. L., & Cunha, J. L. X. L. (2009). Contribuição de argilominerais e da matéria orgânica na CTC dos solos do estado de Alagoas. *Caatinga*, 22, 27-36.

Souza, R. V. C. C., Ribeiro, M. R., Souza Jr., V. S., Corrêa, M. M., Almeida, M. C., Campos, M. C. C., Ribeiro Filho, M. R., & Schulze, S. B. B. (2010). Caracterização de solos em uma topoclimossequência no maciço de Triunfo – sertão de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 1259-1270.

Stolf, R. Thurler, A. M., Bacchi, O. O. S., & Reichardt, K. (2011). Method to estimate soil macroporosity and microporosity based on sand content and bulk density. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, 447-459.

Recebido em: 29/04/2015

Aceito em: 07/04/2017