



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE
ECOSSISTEMAS, CURSO DE MESTRADO

**QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO EM POMARES DE CITROS
EM ÁREAS DE RELEVO ONDULADO EM SANTO ANTÔNIO DE JESUS,
BAHIA**

RITA TEREZINHA LOPES DA MOTA

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

JUNHO – 2015

**QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO EM POMARES DE CITROS
EM ÁREAS DE RELEVO ONDULADO EM SANTO ANTÔNIO DE JESUS,
BAHIA**

RITA TEREZINHA LOPES DA MOTA
Licenciada em Geografia
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Santo Antônio de Jesus, 2012.

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas.

**ORIENTADOR: PROF. DR. LUCIANO DA SILVA SOUZA
UFRB – CCAAB**

**COORIENTADOR: PROF. DR. JOELITO DE OLIVEIRA REZENDE
UFRB – CCAAB**

**COORIENTADORA: PROFa. DRa. ROZILDA OLIVEIRA VIEIRA SACRAMENTO
Universidade do Estado da Bahia – UNEB – Campus V**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM SOLOS E QUALIDADE DE ECOSSISTEMAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

M917q	<p>Mota, Rita Terezinha Lopes da.</p> <p>Qualidade física e química do solo em pomares de citros em áreas de relevo ondulado em Santo Antônio de Jesus, Bahia / Rita Terezinha Lopes da Mota. _ Cruz das Almas, BA, 2015.</p> <p>73f.; il.</p> <p>Orientador: Luciano da Silva Souza. Coorientador: Joelito de Oliveira Rezende.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Solos – Qualidade. 2.Solos – Manejo – Bahia. 3.Citricultura – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Sacramento, Rozilda Oliveira Vieira. III.Título.</p> <p>CDD: 631.4</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE
ECOSSISTEMAS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE RITA
TEREZINHA LOPES DA MOTA

Prof. Dr. Luciano da Silva Souza (Orientador)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Márcio Cláudio Mercês Brito
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas em _____, conferindo o Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas em _____.

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho a todas as pessoas
que proporcionam mais vida à minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Por mais que eu agradeça a todos que fizeram parte dessa trajetória, ainda será pouco diante de tudo que este trabalho representa para mim.

A Deus, que tudo pode e tudo sabe e me deu forças, coragem e sabedoria para realizar este trabalho, sem levar em consideração os meus erros e falhas.

Aos meus pais Elizeu e Venância, pessoas honestas, trabalhadoras, protetoras e carinhosas, que foram e são a base de tudo que sou.

Aos meus irmãos José, Paulo, Graça, Vane, Zezeu, Vando, Fernando, David e Tiane (minha psicóloga), todos maravilhosos, protetores, conselheiros, solícitos e amigos.

Aos meus filhos Gustavo e Amanda, presentes de Deus, que trazem para minha vida um coquetel de responsabilidade, orgulho, carinho, preocupação, amor...

Ao meu namorado Marcos, pelo apoio, carinho e compreensão em todos os momentos.

Aos meus colegas de sala, todos maravilhosos, que fizeram deste curso o melhor possível: Joise, Gorgiana, Marcos, Claudia, Karla, Marina, Avete, Taíza, Paula, Ricardo, Rivani, Rogério, Polianna, Taiano, Flávia, Fabiane, Passe, Ringo, Elielson, Ludmila e Angelina. Esses amigos-colegas, pessoas mais solidárias que eu já conheci, maravilhosos, fizeram do curso uma aventura inesquecível.

Aos técnicos do laboratório de Física Arivaldo (Val) e Ailton, pela imensa ajuda, cuidado, responsabilidade e competência na realização da pesquisa.

A todos os professores, em especial a professora Rozilda Oliveira Vieira Sacramento, maravilhosos, que sempre confiaram no meu trabalho e me apoiaram em todos os momentos.

Ao professor Luciano, orientador responsável, competente, dedicado e paciente que, com sua simplicidade e generosidade, me ensinou muito mais do que fazer uma dissertação.

Aos produtores, que disponibilizaram áreas em suas propriedades para que fosse realizada a coleta de amostras de solo, como também, a descrição e classificação do solo.

A todos os funcionários responsáveis pela limpeza e organização dos espaços, que se mostraram sempre muito solícitos.

A todo(a)s o(a)s amigo(a)s Lurdinha, Nanda (sobrinha), Daniela (cunhada), Edna (cunhada), Leidinha (cunhada), Jéssica (cunhada), Fabiane e Márcio, anjos que sempre tiveram palavras de incentivo e força para eu continuar o trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	x
Lista de figuras	Xii
Resumo	Xv
Abstract	Xvi
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	4
Qualidade física do solo e citricultura	4
Qualidade química do solo e citricultura	6
O caráter coeso dos solos nos Tabuleiros Costeiros	8
Indicadores físicos e químicos e índice de qualidade do solo	9
MATERIAL E MÉTODOS	11
Coleta de amostras de solos	12
Determinação de atributos físicos do solo	14
Determinação de atributos químicos do solo	16
Determinação do índice de qualidade do solo	16
Análises estatísticas	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
Atributos morfológicos, físicos e químicos do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA e do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico localizado em Cruz das Almas-BA .	21
Atributos físicos das áreas sob cultivo de citros avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA	23
Análise granulométrica, argila dispersa em água e grau de floculação	24

Porosidade total, macro e microporosidade	28
Análise de agregados	31
Retenção de água e condutividade hidráulica saturada	36
Atributos químicos das áreas sob cultivo de citros avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA	40
Índice de qualidade do solo (IQS)	50
CONCLUSÕES	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	66

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Funções principais, indicadores de qualidade, respectivos ponderadores e limites críticos para cada indicador utilizado no estabelecimento de índices de qualidade do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	19
Tabela 2. Dados morfológicos e físicos do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, e um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	22
Tabela 3. Resultados de análises químicas do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, e um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	23
Tabela 4. Probabilidade e significância para o teste F, para as variáveis físicas avaliadas em relação aos fatores área, horizonte e interação área x horizonte	25
Tabela 5. Médias de resultados de análise granulométrica, de argila dispersa em água e de grau de floculação do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	26
Tabela 6. Desdobramento da interação entre área x horizonte para porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3)	

de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	32
Tabela 7. Resultados de análise de agregados e diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados vias úmida e seca do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	35
Tabela 8. Desdobramento da interação entre área x horizonte para retenção de água e condutividade hidráulica saturada do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	41
Tabela 9. Probabilidade e significância para o teste F, para as variáveis químicas avaliadas em relação aos fatores área, profundidade e interação área X horizonte	44
Tabela 10. Resultados de análise química do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	45
Tabela 11. Cálculo para índice de qualidade (IQ) e para as funções principais crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenagem de água (CAA) e suprimento de nutrientes (SN), do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa da localização do Município de Santo Antônio de Jesus-BA, 2012. Fonte: Oliveira (2012). Elaborado com base nos dados do IBGE	11
Figura 2. Mapa geológico e de recursos minerais relativo a parte do Município de Santo Antônio de Jesus-BA. Ndl = refere-se a depósitos detrito-lateríticos recobrimo A4co; A4co = ortognaisses enderbíticos, charnoenderbíticos e charnockíticos, em parte migmatizados, calcialcalinos. Fonte: CPRM (2015)	12
Figura 3. Tipos de funções de padronização de escores utilizadas para cálculo de índice de qualidade do solo: a) mais é melhor; b) menos é melhor; e c) valor ótimo	18
Figura 4. Análise granulométrica do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA	29
Figura 5. Porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo e de partículas do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. PTC = porosidade total calculada; MAP = microporosidade; e MIP = microporosidade. Médias de um atributo seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)	29
Figura 6. Porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo e de partículas dos horizontes avaliados no Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico em Santo Antônio de Jesus-BA e no Latossolo Amarelo Distrocoeso típico de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz	

das Almas-BA. PTC = porosidade total calculada; MAP = macroporosidade; e MIP = microporosidade. Médias de um atributo seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) 30

Figura 7. Distribuição volumétrica para o Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. MIP = microporosidade; e MAP = macroporosidade 33

Figura 8. Densidades do solo (D_s) e de partículas (D_p) para o Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA 33

Figura 9. Análise de agregados e DMP via úmida do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA 37

Figura 10. Retenção de água (**A** e **B**) e condutividade hidráulica saturada (**C**) do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. U_{v10} = umidade volumétrica retida a 10 kPa; U_{v100} = umidade volumétrica retida a 100 kPa; U_{v300} = umidade volumétrica retida a 300 kPa; U_{v1500} = umidade volumétrica retida a 1.500 kPa; AD = água disponível (U_{v10} kPa – U_{v1500} kPa); e K_0 = condutividade hidráulica saturada. Médias de um atributo seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) 38

Figura 11. Retenção de água e condutividade hidráulica saturada do

Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA 42

Figura 12. Valores para o índice de qualidade (IQ) e para as funções principais crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenagem de água (CAA) e suprimento de nutrientes (SN), do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA 54

QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO EM POMARES DE CITROS EM ÁREAS DE RELEVO ONDULADO EM SANTO ANTÔNIO DE JESUS, BAHIA

Autor: Rita Terezinha Lopes da Mota

Orientador: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

Coorientador: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Coorientadora: Profa. Dra. Rozilda Oliveira Vieira Sacramento

RESUMO: A citricultura tem papel importante na economia da Bahia e do País, sendo aquele estado o segundo produtor nacional. Grande parte da produção se concentra nos Tabuleiros Costeiros, área relativamente plana no litoral do Nordeste, na qual se localiza o Município de Santo Antônio de Jesus-BA, que contribui expressivamente com a produção de laranjas da Bahia; porém, existe uma lacuna quanto a pesquisas em solos do município, no qual predomina relevo declivoso, característica que o diferencia das planícies que caracterizam os tabuleiros. Esses solos apresentam limitações em atributos físicos e químicos, como a presença de camadas coesas que dificultam a dinâmica da água no solo e o aprofundamento do sistema radicular e o caráter distrófico. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar atributos físicos químicos do solo em pomares de citros naquele município, e confrontar os resultados obtidos com um solo de referência localizado em relevo plano a suave ondulado em tabuleiro de Cruz das Almas-BA, de forma a contribuir para o planejamento e execução das atividades citrícolas e para a preservação do solo. Para tanto, amostras de solo deformadas e indeformadas foram coletadas em duas propriedades agrícolas representativas do sistema de produção local, nos horizontes A (0-11 cm), AB (11-21 cm), BA (21-47 cm) e Bw1 (47-97 cm), em três repetições. As análises laboratoriais foram realizadas utilizando métodos propostos pela EMBRAPA. O solo das três áreas avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA apresentou adensamento menos severo e, portanto, menos restritivo às plantas cítricas do que o da área de referência, localizada em Cruz das Almas-BA. As três áreas revelaram melhor potencial para a citricultura, apesar de apresentarem limitações em atributos como pH, saturação por bases, resistência do solo à penetração e condutividade hidráulica saturada, Além disso, o solo da área de referência ainda apresentou limitações em atributos como densidade do solo, macroporosidade e matéria orgânica.

Palavras chave: Latossolo Amarelo argissólico, variedades 'Pêra', 'Cravo' e 'Ponkan'.

PHYSICAL AND CHEMICAL SOIL QUALITY IN CITRUS ORCHARDS IN SLOPED AREAS IN SANTO ANTÔNIO DE JESUS COUNTY, BAHIA, BRAZIL

Author: Rita Terezinha Lopes da Mota

Advisor: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

Coadvisor: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Coadvisor: Profa. Dra. Rozilda Oliveira Vieira Sacramento

ABSTRACT: Citrus crop has an important role in the economy of State of Bahia, second national producer, and of Brazil. Most of the production is concentrated in the Coastal Table Lands, relatively flat area on the northeast coast. Santo Antônio County is located in this, which contributes significantly to Bahia citrus production. However, there is a research gap on local sloping lands, which is a different characteristic in relation to Coastal Table Lands. These soils have limitations in physical and chemical properties, such as cohesive layers presence that limits soil water dynamics and root system deepening, and chemical dystrophic character. Thus, this study aimed to evaluate soil physical and chemical attributes in citrus orchards in that situation, and compare the results obtained with a reference soil located in table land at Cruz das Almas County, in order to contribute to the citrus activities planning and execution and soil preservation. Therefore, disturbed and undisturbed soil samples were collected in two representative farms of local production citrus system, in the A (0-11 cm), AB (11-21 cm), BA (21-47 cm) and Bw1 (47-97 cm) horizons, in three replications. Laboratory analyses were performed using Embrapa methods. The soil of three areas assessed in Santo Antônio de Jesus showed less severe densification and therefore less restriction on citrus plants than the soil of the reference area. Three areas showed better potential for citrus crops, despite having limitations on soil attributes such as pH, base saturation, soil penetration resistance and saturated hydraulic conductivity. In addition, the soil of the reference area also presented limitations on attributes such as soil bulk density soil, organic matter and macroporosity.

Keywords: Yellow Latosol, Pera orange, Cravo and Ponkan tangerines.

INTRODUÇÃO

Desde o século XX busca-se definir o que é um solo de qualidade, para promover melhor aproveitamento do mesmo para a produção de alimentos, dentre outras funções. Em linhas gerais, a qualidade do solo dependerá da extensão em que o solo funcionará para o benefício humano, de acordo com a composição natural do mesmo, sendo também fortemente relacionada com as práticas intervencionistas do homem (ARAÚJO et al., 2012). O conceito de solo com atributos físicos e químicos ideais é complexo e depende da forma como o solo está sendo ou será utilizado; isso se constitui em ferramenta importante para garantir sua sustentabilidade e sua utilização futura.

Em termos agrícolas, entende-se por qualidade do solo a capacidade do mesmo em sustentar o pleno desenvolvimento das plantas (REICHERT et al., 2003). Isso significa que os atributos físicos do solo devem estar em perfeita harmonia entre si e associados com os atributos químicos e biológicos. Ainda sobre a importância da qualidade física do solo, Silveira et al. (2010) relataram que as condições físicas do solo influenciam direta e indiretamente a produção vegetal e a qualidade ambiental.

Tormena et al. (1998) destacaram que a capacidade do solo em promover condições físicas adequadas ao sistema radicular e, conseqüentemente, ao crescimento e desenvolvimento das plantas, é denominada qualidade física do solo. Esses autores defendem mecanismos que promovam um manejo adequado para a produção e a preservação da estrutura do solo.

A identificação de atributos físicos e químicos é de grande importância no conjunto de fatores que interferem na qualidade do solo. O seu conhecimento é necessário para orientar as práticas de manejo, de forma a contribuir para melhor aproveitamento do solo. Em razão disso, pesquisas caminham em direção de conhecer e definir o que é um solo de qualidade, com atributos físicos e químicos em condições adequadas para a manutenção ou a melhoria da produtividade. Em termos agrônômicos, os sistemas de uso e manejo devem manter a capacidade do solo em exercer as funções físicas para o crescimento e ancoragem das raízes (BLAINSKI et al., 2008).

Dentro do contexto de produção de alimentos, a citricultura tem papel fundamental na economia do Brasil. Os Estados da Bahia e Sergipe são,

respectivamente, segundo e terceiro produtores de citros do Brasil, com pomares instalados no ecossistema dos Tabuleiros Costeiros, ocupando uma área cultivada de 103.559 hectares, representando 11% da área nacional plantada (SOUZA et al., 2004).

O Município de Santo Antônio de Jesus-BA contribui com esses números e se destaca na produção de tangerinas (300 hectares) e laranja (200 hectares), sendo essa cultura muito importante para a economia municipal; a produção equivale a 5.000 toneladas ao ano (IBGE, 2013).

Mesmo situado na faixa dos Tabuleiros Costeiros, uma parte do município comporta relevo mais acidentado, com declividade acentuada, lembrando o mar de morros encontrado na literatura como sendo o “grau mais aperfeiçoado dos processos de mamelonização, conhecido ao longo do cinturão das terras intertropicais do mundo” (AB’SÁBER, 2003). O autor se refere a mar de morros encontrados na Região Sudeste. Não existem na literatura estudos que comprovem que os relevos acidentados que ocorrem dentro dos Tabuleiros Costeiros correspondem ao “mar de morros”; apenas se sabe que essa feição de relevo se difere das planícies predominantes nos Tabuleiros.

É nos Tabuleiros Costeiros que se encontra a maior produção de citros na Bahia, embora pesquisas revelem alguns fatores limitantes para o bom rendimento dessa e de outras culturas. O meio físico, representado principalmente pela presença de horizontes coesos, e o clima, pela má distribuição das chuvas, com 80 % delas concentrando-se nos meses de abril e setembro, são alguns dos fatores responsáveis pela baixa produtividade das espécies cultivadas nos Tabuleiros Costeiros (CINTRA et al., 2000).

As limitações impostas principalmente pelo solo para a produção de citros nesse ecossistema propiciaram estudos voltados para melhor entendimento sobre todos os atributos do solo. Na literatura existe ampla produção científica (REZENDE et al., 2002; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2008; MELO FILHO et al., 2007; SILVEIRA et al., 2010) sobre solos de Tabuleiros Costeiros ocupados por pomares de citros, que orienta diversos manejos nessa área. Porém, existe uma lacuna em relação a pesquisas voltadas para os solos de relevo semelhante ao “mar de morros”, dentro dos Tabuleiros, em que muitos produtores de citros manejam o solo com pouca orientação científica, como é o caso de parte da área citrícola do Município de Santo Antônio de Jesus-BA; para a outra parte, localizada em relevo plano a suave ondulado típico dos tabuleiros, podem ser aplicados os resultados obtidos pelos autores citados neste parágrafo.

Em Santo Antônio de Jesus-BA, portanto, a produção de citros é expressiva para o município (embora no Estado da Bahia existam municípios com produção bem maior), mas as pesquisas são incipientes, necessitando assim de trabalhos científicos que busquem estudar e difundir as potencialidades e limitações de atributos físicos (granulometria, textura, estrutura, densidade do solo e das partículas, porosidade total, macro e micro porosidade, retenção de água, resistência do solo à penetração em função da umidade, condutividade hidráulica saturada e análise de agregados) e químicos (pH, fósforo – P, potássio – K⁺, cálcio – Ca²⁺, magnésio – Mg²⁺, alumínio – Al³⁺, hidrogênio + alumínio – H+Al, soma de bases – S, capacidade de troca catiônica – CTC, saturação por bases – V, saturação por alumínio – m e matéria orgânica – MO) do solo em relevo com declividade mais acentuada dentro dos tabuleiros.

Assim, este trabalho objetivou avaliar atributos físicos e químicos em solo cultivado com citros em Santo Antônio de Jesus-BA, em relevo movimentado, comparando-o com um solo aqui considerado como referência, típico de Tabuleiro Costeiro, em relevo plano a suave ondulado e localizado em Cruz das Almas-BA.

Admitia-se como hipótese que aquele solo apresentava menores limitações e, portanto, maiores potencialidades para as plantas cítricas, principalmente pela existência de camada coesa com menor intensidade, em comparação com o solo de relevo plano a suave ondulado, típico de Tabuleiro Costeiro.

O estudo proposto permitirá avaliar a qualidade física e química do solo em citricultura em Santo Antônio de Jesus-BA e, com base nas limitações identificadas, orientar decisões relacionadas às práticas de manejo a serem implementadas.

REVISÃO DE LITERATURA

Qualidade física do solo e citricultura

A qualidade física do solo é entendida como uma harmonia entre os atributos físicos do solo e depende desde o material de origem até o clima da região onde o mesmo se encontra; além disso, fatores externos, principalmente o manejo, interferem na qualidade física do solo. Portanto, o conceito do que seja qualidade física do solo depende das interações internas e externas, dentro da sua funcionalidade.

Melo Filho et al. (2007) definem qualidade do solo como sua capacidade para funcionar como substrato para vegetais, filtro ambiental e regulador do fluxo de gases, água e energia.

Avaliar a qualidade física do solo não é tarefa fácil, sendo necessário utilizar indicadores representativos, ou seja, que respondam sobre a qualidade do solo. Segundo Ingaramo (2003), citado por Alves (2007), para avaliação da qualidade do solo alguns dos principais atributos físicos são considerados importantes, dentre eles: distribuição do tamanho de partículas, distribuição do tamanho de poros, densidade do solo, retenção de água condutividade hidráulica e profundidade em que as raízes crescem.

Segundo Rezende et al. (2002), a aptidão dos solos recomendados para citros deve ser definida em termos de profundidade, compactação e, ou adensamento, drenagem interna e disponibilidade de água. O autor faz uma discussão a respeito de atributos físicos do solo que várias pesquisas revelaram ser ideais para a produção de citros, em solos de Tabuleiros Costeiros.

Estudos realizados em um pomar comercial de citros localizado em Governador Mangabeira-BA evidenciaram, quanto à qualidade física, que a resistência do solo à penetração é considerada o atributo mais adequado para expressar o grau de compactação e, ou de adensamento do solo e, conseqüentemente, a facilidade de penetração das raízes (SILVEIRA et al., 2010).

Estudos realizados por Souza et al. (2004) na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas-BA, em Latossolo Amarelo Distrocoeso, evidenciaram algumas limitações que impedem o pleno desenvolvimento das plantas. Houve aumento da densidade do solo no horizonte AB, o que significa aumento da resistência do solo à penetração; ocorreu também diminuição da porosidade total e da

macroporosidade, medidas que caracterizaram esse horizonte como coeso, dificultando a passagem de água e de ar e a penetração de raízes.

Dentre os atributos físicos investigados, a água exerce papel fundamental na dinâmica do solo. Nesse sentido, Cintra et al. (2000) afirmaram que o conhecimento de como as plantas cítricas utilizam a água no solo e de como respondem aos níveis de armazenagem a partir do balanço hídrico pode ser uma saída viável para o estabelecimento de estratégias eficazes de manejo, visando ao melhor uso possível das reservas de água no solo pelas culturas.

Pesquisa realizada no norte do Paraná em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, em pomar de laranja com histórico de compactação, destacou a forte influência de equipamentos pesados como agravante da compactação, e apontou a escarificação e a subsolagem como possíveis alternativas para melhoria dos atributos físicos do solo. Essas operações modificam a estrutura do solo, reduzem a resistência do solo à penetração radicular, contribuem na melhoria da circulação de ar, água e nutrientes e aumentam o volume de solo a ser explorado pelas raízes (BORDIN et al., 2005).

Estudos realizados no noroeste do Paraná avaliaram a homogeneidade dos atributos físicos do solo com cobertura vegetal na entrelinha em pomar de laranja, em Argissolo Vermelho Distrófico latossólico textura arenosa/média. De acordo com Fidaslki & Tormena (2007), os resultados apresentados sugeriram que o manejo do solo na entrelinha dos pomares pode contribuir para reduzir o gradiente de qualidade física do solo da linha das plantas em direção ao centro das entrelinhas, ampliando a área de crescimento das raízes e a disponibilidade de água às plantas.

Nessa perspectiva, determinar o índice de qualidade física do solo compreende o estudo do maior número possível de atributos, visto que todos estão interligados. A correta avaliação da qualidade exige métodos sistemáticos para medir e interpretar as contribuições dos atributos do solo que podem ser utilizados como indicadores de qualidade (MELO FILHO et al., 2007).

Pesquisas voltadas para a avaliação da qualidade física dos solos têm-se tornado constantes na literatura mundial em virtude das interferências na produtividade das culturas e sustentabilidade dos ecossistemas ligados ao solo (VASCONCELOS et al., 2013).

Qualidade química do solo e citricultura

O conhecimento das transformações causadas pelo uso do solo nos atributos químicos constitui importante meio para que se possa empregar um manejo mais apropriado e minimizar possíveis restrições advindas de sua utilização. A avaliação das alterações ocorridas em atributos dos solos em função do seu uso e manejo assume grande importância prática, uma vez que o entendimento das modificações ocorridas em atributos químicos, decorrentes do seu cultivo, pode fornecer elementos para produção em bases sustentáveis (CANELLAS et al., 2003; RANGEL, 2007; SILVA, 2007; COSTA et al., 2008; CARNEIRO et al., 2009).

Essa avaliação é complexa e deve ser realizada em função de um conjunto de indicadores específicos (atributos) e suas inter-relações, já que se tem verificado que indicadores isolados não são suficientes para explicar a perda ou o ganho potencial dos cultivos em determinado solo (CARNEIRO et al., 2009).

Nesse sentido, Magalhães & Souza (2009) e Coelho & Souza (2009) abordaram as exigências nutricionais de laranjeiras e de lima ácida 'Tahiti', considerando que elas requerem os mesmos nutrientes que as outras plantas superiores. De maneira geral, os diversos órgãos da planta cítrica armazenam nutrientes na seguinte ordem decrescente: $Ca > N > K > Mg > P > S$; as folhas são os mais importantes. A exportação de nutrientes pelos frutos ocorre na seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > P > Mg = S$, para os macronutrientes, e $Fe > Mn > B > Zn > Cu$. Os frutos de laranjeiras precoces 'Hamlin' e 'Baianinha' apresentam teores mais baixos de N, P e K do que os de laranjeiras tardias 'Pêra', 'Natal', e 'Valência', como resultado da menor ou maior permanência na planta.

No entanto, Souza et al. (2003), ao avaliar a qualidade do solo para citros em toposseqüência composta por Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, ambos Distrocoesos, e Argissolo Acinzentado, não coeso, em Tabuleiro Costeiro de Sapeaçu-BA, baseando-se em resultados anteriores obtidos no mesmo local por Paiva et al. (1998) e Souza et al. (2008), estabeleceram menor ponderador para os aspectos relacionados com o suprimento de nutrientes pois, no Argissolo Acinzentado, quimicamente mais pobre, o desenvolvimento vegetativo da laranjeira 'Hamlin' foi bem maior do que nos outros dois solos, quimicamente mais bem supridos. Os autores consideraram que isso ocorreu pelo fato de o Argissolo Acinzentado ter apresentado água disponível durante todo o período de avaliação (dois anos), até a profundidade de

1,50 m – nos outros solos ocorreram vários períodos de déficit hídrico –, e também maior densidade de raízes em profundidade em relação aos outros dois solos, havendo assim exploração de maior volume de solo e contínuo processo de absorção de nutrientes. Com isso houve uma compensação em relação ao menor nível de nutrientes no Argissolo Acinzentado.

A respeito do solo mais recomendável para produção de citros, Bueno & Gasparotto (1999) relataram que os citros exigem solos bem manejados em suas características físicas (preparo adequado de áreas) e químicas (uso eficiente de corretivos e de fertilizantes minerais e orgânicos). Esses autores afirmaram que na ausência de um nutriente, sejam macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) ou micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), os citros apresentam sintomas visuais de deficiência que se refletem principalmente nas folhas e, em alguns casos, nas flores e frutos.

Fidalski & Auler (2008), em estudos com calagem superficial, no solo com laranjeira 'Pêra' enxertada sobre o limoeiro 'Cravo' implantado em 1993 em uma área ocupada por pastagem de *Brachiaria humidicola*, em Alto Paraná-PR, salientaram que a utilização de calcário na citricultura brasileira se deve à restrição química dos solos ácidos com a presença de Al^{3+} e baixa disponibilidade de Ca^{2+} e de Mg^{2+} para as plantas cítricas. Os autores observaram que a produção de laranja correlacionou-se negativamente com o Al^{3+} e positivamente com o pH- $CaCl_2$, com o Ca^{2+} e com o Mg^{2+} ; a calagem superficial elevou a saturação por bases, na camada de 0-20 cm de profundidade, até 46 e 64 %.

Conduzindo experimento em condições de campo, em um pomar comercial de laranjeira, na Fazenda Morumbi, em Estrela D'Oeste-SP, Calgaro et al (2007), ressaltaram que a maioria dos solos brasileiros, inclusive aqueles onde foram instalados os pomares cítricos, apresenta reação ácida. Esta é, sem dúvida, a principal condição desfavorável dos solos e um dos fatores limitantes da produção em solos tropicais.

Diante desses aspectos é importante conhecer as deficiências ou potencialidades do solo cultivado com citros e, a partir disso, buscar estratégias para alcançar a maior produtividade da cultura.

O caráter coeso dos solos nos Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros Costeiros ocupam faixa expressiva na Região Nordeste; frente a isso, trabalhos de pesquisa buscaram e buscam identificar características comuns ao horizonte coeso presente nos solos dessa feição de relevo.

Nessa perspectiva, pesquisa realizada em Alagoas, em solos classificados como Argissolo Amarelo Distrocoeso fragipânico, Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e Argissolo Acinzentado Distrocoeso fragipânico, evidenciou que, em condições naturais, eles apresentam uma fraca organização estrutural e são geralmente maciços, com consistência muito dura ou extremamente dura quando secos, passando a friáveis ou firmes quando úmidos (LIMA NETO et al., 2009).

Pesquisa realizada por Lima et al. (2005) em Pacajus-CE, em solo classificado como Argissolo Acinzentado Distrocoeso arênico, no qual foram analisados alguns atributos físicos, confirmou a hipótese de que os solos coesos do Ceará apresentam as mesmas restrições físicas identificadas em solos coesos de outros estados brasileiros.

O caráter coeso é de natureza pedogenética (adensamento) e típico de horizontes subsuperficiais (AB, BA e parte do Bw ou Bt), de textura média a argilosa, encontrado normalmente entre 30 e 70 cm de profundidade, muito comum em solos originados de sedimentos muito intemperizados da Formação Barreiras, referidos ao período Terciário (LIMA NETO et al., 2009).

Diante da expressiva manifestação de coesão em solos dos Tabuleiros Costeiros, estudos foram desenvolvidos no Município de Sapeaçu-BA, usando três solos classificados como Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico, Argissolo Amarelo Distrocoeso e Argissolo Acinzentado, não coeso (SOUZA et al., 2008). Os autores avaliaram o sistema radicular de laranjeira e as limitações impostas pelos solos e observaram que as raízes conseguiram alcançar maior profundidade no solo com ausência de camada coesa. O desenvolvimento radicular em profundidade foi mínimo nos solos coesos, pois as raízes tendem a desenvolver-se apenas nas fraturas existentes nas camadas coesas.

Assim, maiores informações sobre os horizontes coesos não só contribuiriam para o entendimento dos fatores e processos relacionados com sua formação, mas também permitiriam estabelecer métodos e práticas de manejo adequadas ou adaptadas a esses tipos de solos, minimizando os efeitos negativos da presença desses horizontes (SANTANA et al., 2006).

Indicadores físicos e químicos e índice de qualidade do solo

O estabelecimento de um índice de qualidade do solo é necessário e importante para identificar problemas de produção nas áreas agrícolas, fazer estimativas realísticas da produção de alimentos, monitorar mudanças na sustentabilidade e qualidade ambiental em relação ao manejo agrícola e orientar políticas governamentais voltadas para o uso sustentável do solo (DORAN & PARKIN, 1994). Uma avaliação voltada para a produção das culturas pode incluir indicadores físicos e químicos diferentes de outra voltada para analisar a suscetibilidade à erosão, ou até incluir os mesmos indicadores, porém com diferentes importâncias relativas de cada um deles (KARLEN & STOTT, 1994).

Souza et al. (2003) utilizaram metodologia proposta por Karlen & Stott (1994) para estimar o índice de qualidade do solo (IQS) com base em indicadores físicos e químicos do solo, envolvendo três diferentes classes de solos coesos (Latosolo Amarelo-LA, Argissolo Amarelo-PA e Argissolo Acinzentado-PAC) dos Tabuleiros Costeiros, com ênfase na cultura dos citros. Os índices de qualidade estimados foram baixos para todos os solos, ou seja, menores do que 0,5, na seguinte ordem decrescente: PAC (0,496) > PA distrófico (0,411) > LA distrófico (0,377) > PA álico (0,325) > LA álico (0,308). Com base nas limitações observadas quanto aos indicadores físicos e químicos utilizados os autores propuseram as seguintes ações para sua correção: a) reduzir a resistência à penetração, a densidade do solo e a saturação por alumínio no LA e PA álicos e apenas os dois primeiros atributos no LA e PA distróficos; b) aumentar a condutividade hidráulica saturada em LA e PA e aumentar a retenção e a armazenagem de água em PAC; e c) aumentar o teor de matéria orgânica em todos os solos e preferencialmente no PAC, como também aumentar a saturação por bases em todos os solos, principalmente no LA e PA álicos.

Souza et al. (2006), em trabalho complementar, abordaram a avaliação da qualidade do solo a partir de indicadores físicos e microbiológicos, mas sem estimar o IQS.

Melo Filho et al. (2007) também avaliaram a qualidade do solo utilizando a metodologia de Karlen & Stott (1994) para estimar o IQS para os horizontes subsuperficiais em um Latossolo Amarelo coeso argissólico (LAX) de Tabuleiro Costeiro, sob floresta natural, obtendo um valor de 0,462 para o IQS, indicando que o

solo possui baixa qualidade para produção vegetal e seu uso em sistemas agrícolas exige melhorias nos indicadores de qualidade para o suprimento de nutrientes e condução e armazenagem de água no solo.

Nessa perspectiva, a metodologia proposta por Karlen & Stott (1994) foi considerada prática por Souza et al. (2003) e por Melo Filho (2007) pois, além de avaliar a qualidade física e química do solo, estabelecendo o IQS, por meio do agrupamento de indicadores selecionados, permitiu identificar as limitações existentes e orientar decisões relacionadas às correções a serem implementadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Município de Santo Antônio de Jesus-BA, que está localizado a 188 km de Salvador, entre as coordenadas 12°58'08" de Latitude Sul e 39°15'41" Longitude Oeste, com 259,21 km² de extensão, tipo climático subúmido a seco, temperatura média anual de 24,1 °C, período chuvoso de março a julho e pluviosidade média anual de 1.154 mm (Figura 1); a geomorfologia é composta por Tabuleiros Interioranos e Tabuleiros Pré-Litorâneos e a geologia compreende depósitos eluvionares e coluvionares, gnaisses e granulitos (SEI, 2010).

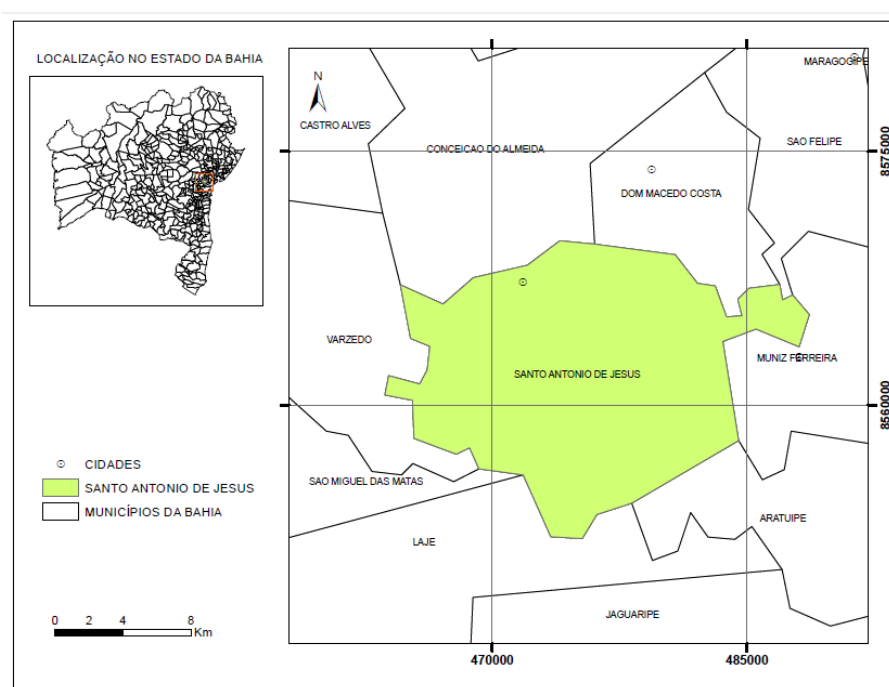


Figura 1. Mapa da localização do Município de Santo Antônio de Jesus-BA, 2012. Fonte: Oliveira (2012). Elaborado com base nos dados do IBGE.

Como parte do mapa geológico e de recursos minerais do Brasil (CPRM, 2015), a folha SD.24-V-B mostra que uma menor parte do Município de Santo Antônio de Jesus-BA tem como origem geológica depósitos detrítico-lateríticos (Ndl) recoberto ortognaisses enderbíticos, charnoenderbíticos e charnockíticos (A4co), em parte migmatizados, calcialcalinos (Figura 2).

A feição de relevo predominante se concentra em morros arredondados, também conhecidos como meias-laranjas, resultantes da erosão em terrenos do cristalino. As áreas de topo são de relevo plano a suave ondulado, mas com pequenas

extensões; a parte declivosa é bastante acentuada, sendo esculpida nos sedimentos terciários do Barreiras e modeladas sobre rochas metamórficas Pré-Cambrianas que formam o Complexo Granulítico (Ribeiro, 1998).

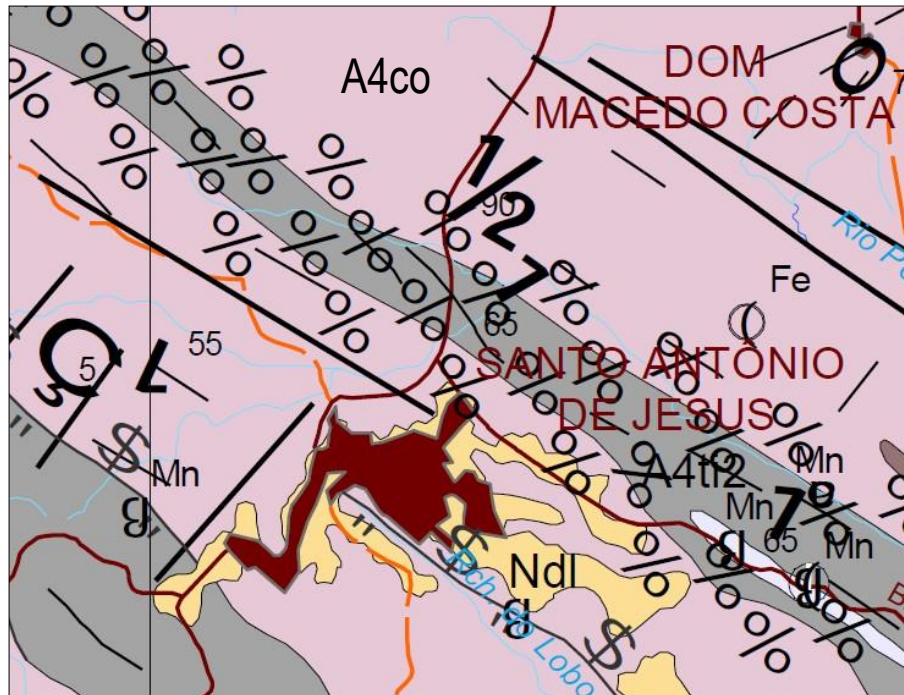


Figura 2. Mapa geológico e de recursos minerais relativo a parte do Município de Santo Antônio de Jesus-BA. Ndl = refere-se a depósitos detrítico-lateríticos recobrimo A4co; A4co = ortognaisses enderbíticos, charnoenderbíticos e charnockíticos, em parte migmatizados, calcialcalinos.

Fonte: CPRM (2015).

Segundo EMBRAPA (1977), no Município de Santo Antônio de Jesus-BA predominam Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, ambos originados de sedimentos do Barreiras, e Argissolos Vermelho-Amarelos originados de rochas metamórficas (gnaisses). Apesar dessa informação julgou-se imprescindível a descrição de um perfil e a classificação do solo na área sob avaliação.

Coleta de amostras de solos

O estudo foi desenvolvido em duas propriedades rurais, no município de Santo Antônio de Jesus-BA, em pomares de laranja 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], tangerina 'Cravo' e tangerina 'Ponkan' [ambas, *Citrus reticulata* Blanco]. As duas

propriedades agrícolas selecionadas são representativas do sistema local de produção de citros, embora apresentem diferenças quanto ao manejo do solo.

Na propriedade localizada na Comunidade de Baixa do Morro o solo é usado para o cultivo de laranja 'Pêra' e tangerina 'Cravo'; na implantação do pomar foram realizadas aração e gradagem para preparar o solo, seguida de calagem e adubação para correção do pH e melhorar o suprimento de nutrientes. O controle de plantas espontâneas é realizado com herbicida à base de glifosate.

Na propriedade situada na Comunidade Cruzeiro do Riachão, o solo em questão é usado para o cultivo de tangerina 'Ponkan'; na implantação o preparo do solo foi feito com gradagem e a partir daí o manejo vem sendo feito com adubação orgânica e controle das plantas espontâneas por meio de roçagem.

Inicialmente, na propriedade localizada na Comunidade de Baixa do Morro foi aberto um perfil até pouco mais de 2,00 metros de profundidade, para descrição e classificação do solo, sendo coletadas amostras deformadas e indeformadas em cada horizonte, para análises laboratoriais.

Em seguida, em cada pomar selecionado foram abertas três trincheiras para coleta de amostras de solo com estrutura deformada e indeformada nos horizontes A (0-11 cm), AB (11-21 cm), BA (21-47 cm) e Bw1 (47-97 cm), para análises físicas e químicas.

As amostras de solo com estrutura deformada, coletadas por horizonte, acondicionadas em sacolas plásticas e identificadas, foram posteriormente secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com abertura de malha de 2 mm de diâmetro, obtendo-se dessa maneira a terra fina seca ao ar (TFSA). As amostras com estrutura indeformada tiveram retirado o excesso de solo em ambos os lados do cilindro volumétrico, em seguida foi colocado um tecido em um dos lados, para evitar a perda de solo nas análises subseqüentes.

As amostras para análises físicas foram conduzidas ao Laboratório de Física do Solo na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus de Cruz das Almas. As amostras para análises químicas foram beneficiadas e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante na Universidade Federal de Viçosa-MG.

Determinação de atributos físicos do solo

As análises físicas consistiram nas determinações da granulometria, argila dispersa em água, densidade do solo e das partículas, porosidade total, macro e micro porosidade, estabilidade de agregados via seca e via úmida, condutividade hidráulica saturada, curva de retenção de água no solo e curva de resistência do solo à penetração em função da umidade, para cada horizonte.

Para a análise granulométrica utilizou-se o método da pipeta, utilizando como dispersante químico o NaOH 1N e agitando 15 minutos em coqueteleira de agitação rápida (DAY, 1965). A argila dispersa em água foi obtida seguindo essa mesma metodologia, suprimindo-se o uso de dispersante químico e utilizando a água destilada. Com base na proporção entre argila total e argila dispersa em água foi calculado o grau de floculação.

Após devidamente preparadas, as amostras com estrutura indeformada coletadas em cilindro de Uhland com volume de 310 cm³ foram saturadas e determinadas a porosidade total, a macro e a microporosidade do solo, pelo método da mesa de tensão (OLIVEIRA, 1968). A quantificação dos valores de macroporosidade e microporosidade foi obtido submetendo as amostras saturadas ao potencial de -6 kPa, utilizando a mesa de tensão. O volume de microporos foi estimado como sendo o conteúdo volumétrico de água retido no potencial de -6 kPa. A macroporosidade foi estimada pela diferença entre a porosidade total calculada ($PT_c = 1 - D_s/D_p$) e o volume de microporos.

A densidade do solo foi determinada pelo método do cilindro volumétrico (BLAKE, 1965), como parte da determinação da porosidade total, macro e microporosidade acima descrita. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, tendo como líquido penetrante o álcool etílico.

Para análise de agregados (via úmida) as amostras de solo úmidas foram passadas em peneira com malha 7,93 mm, recolhendo-se o que ficou retido em peneira com 2 mm de malha, sendo essa fração utilizada na análise. A distribuição das classes de agregados foi obtida pela agitação em água das amostras de solo em conjunto de peneiras com aberturas de malhas de 2,00; 1,00; 0,50; e 0,25 mm. Para análises de agregados (via seca) foi repetido o mesmo procedimento, porém

realizando-se a agitação em um tamisador (KEMPER & CHEPIL, 1965). Em ambos os casos foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP).

A determinação da condutividade hidráulica do solo saturado (K_0) foi feita por meio do permeâmetro de carga decrescente descrito por Libardi (2012), onde cilindros volumétricos com altura e diâmetro de 5 cm, depois de saturados por 24 horas, foram inseridos em dispositivo contendo, na parte superior, um tubo de acrílico delimitado por dois pontos denominados de H_1 e H_2 , de modo que fosse possível acompanhar os respectivos tempos (t_1 e t_2), por meio de um cronômetro, para que o nível de água no tubo caísse de H_1 para H_2 . A condutividade hidráulica do solo saturado, em cm h^{-1} , foi então calculada a partir da seguinte equação analítica:

$$K_0 = \frac{a \times L}{A \times \Delta t} \ln \left(\frac{H_1}{H_2} \right) \quad [1]$$

sendo:

K_0 – condutividade hidráulica saturada, cm h^{-1} ;

a – área da seção transversal do tubo de acrílico, em cm^2 , no qual se mede os potenciais inicial e final;

L – altura da amostra de solo, em cm;

A – área da seção transversal da amostra do solo, em cm^2 ;

Δt – intervalo de tempo, em horas, para o nível da água no tubo de acrílico cair de H_1 para H_2 ; e

H_1 e H_2 – altura da coluna de água inicial e final, respectivamente, em cm;

A retenção de água no solo foi determinada em amostras com estrutura indeformada coletadas em cilindros volumétricos com 5 cm de diâmetro e de altura. Essas amostras foram saturadas e submetidas às pressões de 0,01; 0,1 e 0,3 MPa na câmara de Richards (RICHARDS, 1965). A retenção de água a -1,5 MPa foi determinada em amostras indeformadas.

Para a determinação da resistência do solo à penetração a 100 kPa foram utilizadas as amostras equilibradas na câmara de Richards nessa tensão, utilizada para a determinação da curva de retenção de água no solo. Foi utilizado um penetrômetro de bancada composto por um atuador linear elétrico com motor de passo, um painel para controle da velocidade, uma base metálica para sustentação do conjunto mecânico e da amostra durante o teste, e uma célula de carga com capacidade

nominal de 20 kg, acoplada a um microcomputador para a aquisição e armazenamento das informações. A agulha utilizada nesse equipamento tinha um diâmetro de 4,0 mm. A velocidade de penetração foi de 10 mm por minuto, medindo-se da superfície do solo no cilindro até a profundidade de 4,0 cm, e os 60 valores iniciais acima e abaixo foram descartados por conta do efeito de bordadura. Aproveitaram-se, portanto, os dados dos 3 cm centrais da amostra, calculando-se a média da resistência do solo à penetração das várias medições realizadas nesse intervalo. Os dados de RP foram expressos em MPa.

Determinação de atributos químicos do solo

As análises químicas foram feitas em laboratórios de análises da Universidade Federal de Viçosa e consistiram nas determinações de pH em água, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, matéria orgânica e P-rem; por cálculo foram obtidas soma de bases, CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T), saturação por bases e saturação por alumínio (DONAGEMA et al., 2011).

Os atributos químicos avaliados foram o teor de matéria orgânica (MO) determinado pelo método de Walkley-Black ($MO = C_{org} \times 1,724$); o pH do solo foi determinado em água na relação 1:2,5; os teores de fósforo e potássio foram extraídos com a solução de Mehlich-1 (HCl a 0,05 N + H₂SO₄ a 0,0125 N); o Ca, Mg e Al foram extraídos em KCl a 1 mol L⁻¹; o H+Al foi extraído em acetato de cálcio a 0,5 mol L⁻¹, a pH 7,0; o P-rem foi determinado utilizando procedimento descrito em Silva (2009), no qual amostras de solo foram agitadas em 75 mL de solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ contendo 60 mg L⁻¹ de P, na forma de KH₂PO₄; após 16 horas foi determinado o fósforo remanescente na solução; por cálculo foram obtidas soma de bases, CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

Determinação do índice de qualidade do solo

Para estabelecer o índice de qualidade do solo (IQS) para as áreas cultivadas com 'Pêra', 'Cravo', 'Ponkan' e um solo de referência foi aplicado o método proposto por Karlen & Stott (1994), considerando como indicadores de qualidade alguns atributos físicos e químicos avaliados neste trabalho.

A aplicação dessa metodologia baseou-se no trabalho de Souza et al. (2003), com pequenas alterações, que estabeleceram índices de qualidade para três classes de solos de Tabuleiro Costeiro, tendo como foco a produção vegetal, no caso a cultura dos citros.

Foram assim definidas as funções principais, os indicadores de qualidade e os respectivos ponderadores e os limites críticos para cada indicador (Tabela 1).

Devido às diferentes unidades de medição dos valores médios dos indicadores obtidos para cada área avaliada neste trabalho foi feita a padronização dos mesmos para escores variando de 0 a 1, com base na seguinte equação (Wymore, 1993, citado por Glover et al., 2000):

$$v = \frac{1}{\left\{ 1 + \left[\frac{(B-L)}{(x-L)} \right]^{2S(B+x-2L)} \right\}}, \quad [2]$$

onde v é o escore padronizado; B é o valor crítico do indicador, cujo escore padronizado é 0,5; L é o valor inicial; S é a declividade da tangente da curva no valor crítico do indicador; e x é o valor do indicador observado ou medido.

Por meio da equação [2] foram geradas funções típicas de padronização de escores do tipo: 1) **mais é melhor** (MAM) – para atributos do solo em que a qualidade do solo está associada a maiores valores dos mesmos (por exemplo, capacidade de troca de cátions) ; 2) **menos é melhor** (MEM – para atributos do solo em que a qualidade do solo está associada a menores valores dos mesmos (por exemplo, resistência do solo à penetração); e 3) **valor ótimo** (OT) – para atributos do solo que tem um efeito positivo crescente na qualidade do solo até um valor ótimo e a partir daí seu efeito é negativo (por exemplo, pH em água), (Figura 3).

O IQS foi calculado em duas etapas:

$$q(FP_n) = I_1 \times w_1 + \dots + I_n \times w_n \quad (1^a \text{ etapa}) \quad [3]$$

$$Q_s = q_{CRP} \times w_{CRP} + q_{CAA} \times w_{CAA} + q_{SN} \times w_{SN} \quad (2^a \text{ etapa}), \quad [4]$$

onde $q(FP_n)$ são as funções principais CRP, CAA e SN (Tabela 1), I são os escores padronizados para os indicadores de qualidade associados a cada função principal, w são os ponderadores associados a cada indicador ou a cada função principal e Q_s é o índice de qualidade do solo.

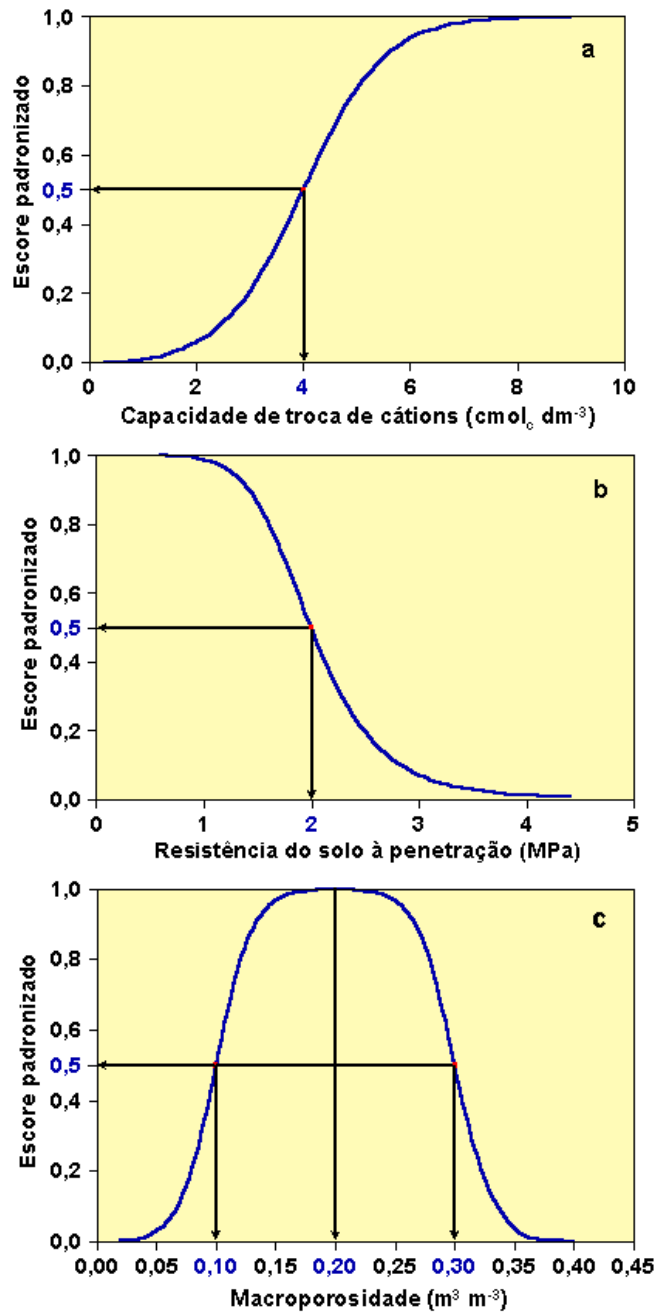


Figura 3. Tipos de funções de padronização de escores utilizadas para cálculo de índice de qualidade do solo: a) mais é melhor; b) menos é melhor; e c) valor ótimo.

Análises estatísticas

Foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado em esquema experimental de parcelas subdivididas no espaço, testando nas parcelas as áreas com laranja ‘Pêra’, tangerina ‘Cravo’, tangerina ‘Ponkan’ e um solo de referência, e nas subparcelas os horizontes avaliados (A, AB, BA e Bw1).

Tabela 1. Funções principais, indicadores de qualidade, respectivos ponderadores e limites críticos para cada indicador utilizado no estabelecimento de índices de qualidade do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Funções principais	Ponderadores das funções principais	Indicadores de qualidade ⁽¹⁾	Ponderadores dos indicadores	Curva de padronização	Valores iniciais	Limites críticos ⁽³⁾		Valores ótimos	Declividade da curva de padronização
						Inferiores	Superiores		
Crescimento radicular em profundidade (CRP)	0,40	RP _{100kPa}	0,40	MEM	0	2,0	-	-	-1,6683
		Mp	0,30	OT	0	0,10	0,30	0,20	16,6834
		Ds	0,10	MEM	0	1,52	-	-	-5,0050
		m	0,20	MEM	0	50	-	-	-0,03337
Condução e armazenagem de água (CAA)	0,40	K ₀	0,25	OT	0	0,5	20	15	0,2002
		Mp	0,25	OT	0	0,10	0,30	0,20	16,6834
		UV _{100kPa} /PT	0,50	OT	0	0,35	0,65	0,50	7,1500
Suprimento de nutrientes (SN)	0,20	pH	0,10	OT	0	5,0	9,0	7,0	0,7150
		CTC	0,40	MAM	0	4,0	-	-	0,3337
		V	0,20	MAM	0	50	-	-	0,0501
		MO	0,30	MAM	0	15	-	-	0,1251

⁽¹⁾RP_{100kPa} = resistência do solo à penetração a 100 kPa de tensão de umidade do solo, expressa em MPa; Mp = macroporosidade, em m³ m⁻³; Ds = densidade do solo, em kg dm⁻³; m = saturação por alumínio, em %; K₀ = condutividade hidráulica saturada, em cm h⁻¹; UV_{100kPa}/PT = relação umidade volumétrica retida a 100 kPa/porosidade total; pH = pH em água, relação 1:2,5; CTC = capacidade de troca de cátions, em cmol_c dm⁻³; V = saturação por bases, em %; e MO = matéria orgânica, em g kg⁻¹.

⁽²⁾MEM = curva de padronização de escores do tipo menos é melhor; MAM = curva de padronização do tipo mais é melhor; e OT = curva de padronização do tipo valor ótimo.

⁽³⁾RP_{100kPa} = Taylor et al. (1966); Mp = Carter (2002); Ds = estabelecido com base no valor limite de densidade do solo relativa (DsR = Ds/DsMáx) de 0,82 apresentado por Carter (2002) e utilizando o valor de densidade máxima do solo obtido por Santana (2003) para o Latossolo Amarelo Distrocoeso (1,85 kg dm⁻³); m = Lepsch (1983); K₀ = Lepsch (1983); UV_{100kPa}/PT = estabelecido considerando o valor crítico para porosidade de aeração de 0,10 m³ m⁻³ definido por Carter (2002); CTC = Lepsch (1983); V = Lepsch (1983); e MO = Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (1989).

Como solo de referência foi selecionado um perfil de Latossolo Amarelo Distrocoeso de tabuleiro, localizado em relevo plano na área experimental de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas-BA, com a referência LAd3, para o qual havia disponibilidade de dados (EMBRAPA, 1993; SOUZA; SOUZA, 2001) para os mesmos atributos avaliados nas áreas em Santo Antônio de Jesus-BA.

A comparação entre médias foi feita utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os coeficientes de variação foram classificados como baixo (<10 %), médio (10-20 %), alto (20-30 %) e muito alto (> 30 %), de acordo com Gomes (1984).

Foi ainda realizada a análise de correlação entre alguns atributos do solo, visando explorar as associações e as possíveis complementaridades entre eles, para a finalidade em questão.

Todas as análises utilizadas foram feitas por meio do aplicativo SAS, versão 9.0 (SAS, 2004). Os gráficos foram realizados utilizando os aplicativos Harvard Graphics 4 e Microsoft Excel 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos morfológicos, físicos e químicos do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA e do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico localizado em Cruz das Almas-BA

Os solos avaliados foram classificados como Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico (LAdx), localizado em Santo Antônio de Jesus-BA, e Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3)⁽¹⁾, localizado em Cruz das Almas-BA. Segundo Oliveira et al. (1992), essa classe compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, baixos teores de Fe₂O₃ e fração argila de natureza essencialmente caulínica.

De acordo com os atributos físicos apresentados na tabela 2 observou-se semelhança em ambos os solos quanto à granulometria, com o LAdx apresentando textura franco-argiloarenosa nos dois primeiros horizontes e argilo-arenosa nos outros dois, enquanto que no LAd3 a textura foi franco-argiloarenosa no primeiro horizonte e argilo-arenosa nos demais. Os dados de estrutura e consistência permitiram detectar a presença de coesão em ambos os solos; no entanto, os dados de porosidade e de densidade do solo permitiram considerar a coesão mais severa no solo LAd3 – neste trabalho considerado como referência para fins de comparação com o LAdx –, que apresentou menores valores de porosidade total e de macroporosidade e maiores de densidade total em relação ao solo LAdx. Os valores de macroporosidade no LAd3 situaram-se próximos ou abaixo de 0,10 m³ m⁻³, considerado por Carter (2002) como limite crítico para aeração e para crescimento radicular.

A análise química dos solos avaliados (Tabela 3) mostrou similaridades entre eles. Os maiores valores para pH, potássio e saturação por bases e menores para saturação por alumínio no solo LAd3 podem ser atribuídos ao fato de que o perfil descrito para esse solo encontrava-se em área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, certamente tendo recebido aplicações anteriores de calcário e de adubos.

Resultados obtidos por Paiva et al. (1998), Paiva et al. (2000) e Souza et al. (2008) revelaram grande influência da coesão do solo na redução da dinâmica, da armazenagem

⁽¹⁾Optou-se por manter a sigla LAd3 para o solo localizado em Cruz das Almas-BA, por ser ela utilizada em Embrapa (1993) para definir uma das unidades de mapeamento delimitadas naquele levantamento de solos.

Tabela 2. Dados morfológicos e físicos do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Horizontes	Estrutura	Consistência	Areia	Silte	Argila	Porosidade			Densidade do solo
						Total	Macro	Micro	
----- cm -----	-	-	----- g kg ⁻¹ -----			----- m ³ m ⁻³ -----			kg dm ⁻³
Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico (LAdx) – Santo Antônio de Jesus-BA									
Ap (0-11)	Moderada grande blocos subangulares	Friável a firme, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso ⁽¹⁾	659	116	225	0,4319	0,1582	0,2647	1,47
AB (11-21)	Fraca grande blocos subangulares	Friável, pegajoso, ligeiramente plástico	684	72	244	0,4668	0,1668	0,2251	1,50
BA (21-47)	Maciça muito coesa	Friável a firme, plástico e pegajoso	537	94	369	0,4712	0,1176	0,2834	1,48
Bw1 (47-97 ⁺)	Maciça muito coesa	Firme, plástico e pegajoso	464	142	394	0,4207	0,1017	0,3103	1,52
Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) – Cruz das Almas-BA									
Ap (0-9)	Moderada pequena granular e fraca pequena blocos subangulares	Ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso	620	100	280	0,3480	0,1175	0,2305	1,66
AB (9-38)	Fraca pequena e média blocos subangulares	Ligeiramente duro a duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso	560	80	360	0,3165	0,0589	0,2576	1,70
Bw1 (38-72)	Fraca pequena e média blocos subangulares	Ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso	530	90	380	0,3651	0,0924	0,2727	1,56
Bw2 (72-120)	Fraca pequena e média blocos subangulares	Ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso	510	90	400	0,4175	0,1178	0,2997	1,42

⁽¹⁾Não foi descrita a consistência seca para todos os horizontes do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico pois o perfil se encontrava úmido no momento da descrição.

Tabela 3. Resultados de análises químicas do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Horizontes ----- cm -----	pH H ₂ O ⁽¹⁾ -	P ---- mg kg ⁻¹ ----	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC ----- cmol _c kg ⁻¹ -----	V ----- % -----	m	MO - g kg ⁻¹ -
Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico (LAdx) – Santo Antônio de Jesus-BA									
Ap (0-11)	5,6	16	105	1,73	0,71	5,84	46	8	23,2
AB (11-21)	5,2	3	63	0,73	0,32	4,90	24	32	14,8
BA (21-47)	4,6	1	24	0,41	0,23	4,15	18	42	10,6
Bw1 (47-97)	4,7	1	20	0,33	0,22	4,00	16	38	8,7
Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) – Cruz das Almas-BA									
Ap (0-9)	6,0	10	207	2,00	0,50	4,80	65	0	15,3
AB (9-38)	5,2	... ⁽³⁾	98	0,90 ⁽²⁾	-	3,30	36	20	6,7
BA (38-72)	4,8	...	55	0,90 ⁽²⁾	-	3,00	37	21	5,3
Bt1 (72-120)	4,7	...	51	0,80 ⁽²⁾	-	2,80	36	33	5,0

⁽¹⁾pH H₂O = pH em água relação 1:2,5; P e K⁺ = fósforo e potássio; Ca²⁺ e Mg²⁺ = cálcio e magnésio trocáveis; CTC = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; e MO = matéria orgânica.

⁽²⁾Ca+Mg.

⁽³⁾Dados não disponíveis.

e da disponibilidade de água no perfil ao longo do tempo, bem como no crescimento e aprofundamento do sistema radicular da laranjeira ‘Hamlin’, resultando em menor desenvolvimento vegetativo (diâmetro do caule, altura da planta e circunferência da copa) da mesma,

Assim, os atributos morfológicos, físicos e químicos apresentados e discutidos para os dois solos permitem considerar o LAdx com melhor potencial para a citricultura, em relação ao LAd3. Isso sinalizou para a confirmação da hipótese que o LAdx apresentava menores limitações e, portanto, maiores potencialidades para as plantas cítricas, principalmente pela existência de camada coesa com menor intensidade, em comparação com o solo LAd3.

Atributos físicos das áreas sob cultivo de citros avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA

A análise estatística revelou significância estatística, pelo teste F, para a maioria dos atributos físicos para a comparação entre áreas e entre horizontes (Tabela 4). No caso de áreas, como era esperado, não ocorreram diferenças quanto à análise

granulométrica, especificamente para silte e para argila. Por outro lado, houve diferenças para os atributos relacionados com a porosidade e para a distribuição de agregados por vias úmida e seca, neste último caso apenas para as classes de agregados de menor tamanho e para o DMP e, mesmo assim, apenas para $0,01 < p < 0,05$; também ocorreram diferenças significativas para atributos relacionados com a água no solo.

No caso de horizontes, como era esperado, ocorreram diferenças significativas para a análise granulométrica e, por conseqüência, para atributos ligados à água no solo, bem como para as densidades do solo e de partículas, que tem muito a ver com a profundidade do solo, em função das diferenças granulométricas e do teor de matéria orgânica; ocorreram também diferenças estatísticas entre horizontes para a distribuição de agregados por vias úmida e seca. Por outro lado, não houve diferenças para distribuição de poros por tamanho, embora tenha ocorrida para a porosidade total.

Análise granulométrica, argila dispersa em água e grau de flocculação

Os resultados apresentados na tabela 5, para análise granulométrica, mostraram que a área cultivada com tangerina 'Cravo' apresentou teor médio significativamente maior de areia total e menor de argila, em comparação com as outras áreas, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), embora todas elas apresentassem classe textural franco-argiloarenosa. A subdivisão da fração areia total revelou, em todas as áreas, a seguinte distribuição: areia fina > areia média > areia grossa > areia muito fina > areia muito grossa, com algumas diferenças estatísticas entre áreas para cada fração.

Quanto aos horizontes, como era esperado os mais profundos (BA e Bw1) apresentaram teores médios significativamente menores de areia total e maiores de argila, com textura argilo-arenosa; o contrário ocorreu no horizonte A, com textura franco-arenosa, enquanto que valores intermediários foram observados em AB, com textura franco-argiloarenosa. Como não poderia ser diferente, o comportamento das frações resultantes da subdivisão da areia total foi o mesmo daquele observado para a comparação entre áreas.

Com base nesse comportamento observado para a análise granulométrica é de esperar para os demais atributos físicos avaliados maiores diferenças entre horizontes do que entre áreas.

Tabela 4. Probabilidade e significância para o teste F, para as variáveis físicas avaliadas em relação aos fatores área, horizonte e interação área x horizonte.

Fontes de variação	AMG ⁽¹⁾	AG	AM	AF	AMF	AT	SILTE	ARGILA	ARGD	GF	MAP
	Probabilidade e significância para o teste F da análise de variância										
Área (A)	<0,0001** ⁽²⁾	<0,0001**	0,0612ns	0,1939ns	0,2506ns	0,0027**	0,2924ns	0,0675ns	0,0549ns	0,0281*	<0,0001**
Horizonte (H)	0,1600ns	<0,0001**	<0,0001**	0,0011*	0,5601ns	<0,0001**	0,1401ns	<0,0001**	0,0301*	<0,0001**	0,0548ns
A x H	0,7243ns	0,0003**	0,1022ns	0,0887ns	0,2311ns	0,0679ns	0,0441*	0,0797ns	0,0591ns	0,0007**	0,0065**
CV (%)	26,7	10,5	8,4	15,8	41,8	4,7	42,7	13,8	60,2	37,9	21,5

Fontes de variação	MIP	PTc	Ds	Dp	Agregados via úmida					Agregados via seca	
					7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25	DMP	7,93-2,00
Área (A)	0,0007**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0006**	0,0191*	0,0030*	0,0008**	0,0005**	<0,0001**	0,0546ns
Horizonte (H)	0,0677ns	0,0002**	<0,0001**	0,0025*	<0,0001**	0,0168*	<0,0001**	0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,1227ns
A x H	0,0098**	0,0003**	<0,0001**	0,1880ns	0,0015*	0,1139ns	0,0080**	0,0034**	0,0059**	0,0011**	0,1353ns
CV (%)	6,9	5,2	3,0	1,6	41,8	17,2	11,9	12,3	16,0	22,6	13,8

Fontes de variação	Agregados via seca					Uv10 kPa	Uv100 kPa	Uv300 kPa	Uv 1500 kPa	AD10-1500 kPa	K ₀
	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25	DMP						
Área (A)	0,0729ns	0,1127ns	0,0173*	0,0208*	0,0421*	0,0028**	0,0099**	0,0503ns	0,0296**	0,4132ns	0,0474*
Horizonte (H)	<0,0001**	0,0223*	0,0008**	0,0028**	0,0322ns	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,0119*	0,0001**
A x H	0,2151ns	0,2708ns	0,0145*	0,0118*	0,0722ns	0,3347ns	0,0296*	0,0193*	0,0063**	0,0171*	0,0149*
CV (%)	10,8	14,6	30,3	51,3	9,6	9,6	10,9	11,8	11,3	29,2	89,9

⁽¹⁾AMG = areia muito grossa; AG = areia grossa; AM = areia média; AF = areia fina; AMF = areia muito fina; AT = areia total; ARGD = argila dispersa em água; GF= grau de floculação; MAP = macroporosidade; MIP = microporosidade; PTC= porosidade total calculada; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partículas; Uv10 kPa = umidade volumétrica retida a 10 kPa; Uv100 kPa = umidade volumétrica retida a 100 kPa; Uv 300 kPa = umidade volumétrica retida a 300 kPa; Uv 1500 kPa = umidade volumétrica retida a 1.500 kPa; AD10-1500 kPa = água disponível (Uv10 kPa – Uv1500 kPa); K₀ = condutividade hidráulica saturada.

⁽²⁾* = significativo a 5 %; ** = significativo a 1 %; e ns = não significativo.

Tabela 5. Médias de resultados de análise granulométrica, de argila dispersa em água e de grau de flocculação do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Fontes de variação	Análise granulométrica (g kg ⁻¹)								Classe textural	Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	Grau de flocculação (%)
	AMG ⁽¹⁾	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argila			
ÁREAS											
Laranja 'Pêra'	37 a ⁽²⁾	110 b	185 a	201 ab	100 a	633 ab	67 b	300 a	Franco-argiloarenosa	170 a	34 b
Tangerina 'Cravo'	34 a	114 b	196 a	231 a	85 a	660 a	89 ab	251 b	Franco-argiloarenosa	79 b	59 a
Tangerina 'Ponkan'	31 a	102 b	167 b	189 b	71 a	560 c	120 a	320 a	Franco-argiloarenosa	92 ab	59 a
Solo LAd3	12 b	143 a	180 ab	221 ab	70 a	626 b	82 ab	292 ab	Franco-argiloarenosa	158 ab	57 a
HORIZONTES											
A (0-11 cm)	33 a	156 a	240 a	222 ab	93 a	744 a	101 a	155 c	Franco-arenosa	125 ab	28 b
AB (11-21 cm)	27 a	127 b	209 b	241 a	78 a	682 b	81 a	237 b	Franco-argiloarenosa	168 a	35 b
BA (21-47 cm)	26 a	94 c	143 c	198 bc	74 a	535 c	73 a	392 a	Argilo-arenosa	138 ab	69 a
Bw1 (47-97 cm)	27 a	91 c	137 c	181 c	80 a	516 c	105 a	379 a	Argilo-arenosa	70 b	77 a

⁽¹⁾AMG = areia muito grossa; AG = areia grossa ; AM = areia média; AF= areia fina; AMF = areia muito fina; e AT = areia total.

⁽²⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

A textura do solo, definida em função da análise granulométrica, é muito importante para classificação do solo bem como para o manejo do solo, visto que se trata de uma característica do mesmo, por não estar sujeita a mudanças rápidas. Portanto, a composição granulométrica do solo é considerada uma característica intrínseca do próprio material e é pouco alterada por variáveis externas (CORÁ et al., 2009).

Com relação ao coeficiente de variação (CV), com base no critério de Gomes (1984) verificou-se que ele foi baixo (<10 %) para as variáveis areia média e areia total, médio (10-20 %) para areia grossa, areia fina e argila, alto (20-30 %) para areia muito grossa e muito alto (>30 %) para areia muito fina e silte (Tabela 4).

Na avaliação da argila dispersa em água (ADA), o solo da área com 'Pêra' (Tabela 5) apresentou o maior valor, estatisticamente superior ao da área com 'Cravo', sendo as áreas com 'Ponkan' e LAd3 semelhantes entre si e com as duas áreas anteriores. Com relação aos horizontes, maiores teores de ADA foram encontrados nos mais superficiais (A, AB e BA), com diferença estatística apenas entre AB e Bw1. Resultado semelhante foi obtido por Silva & Carvalho (2007) em estudos com Latossolo Amarelo no Estado de Alagoas, que encontraram maior teor de ADA no horizonte BA (coesos), em relação aos horizontes não coesos, concluindo que ela é transportada por eluviação/iluviação, causando o preenchimento de poros e contribuindo para maior adensamento nesse horizonte.

O grau de flocculação (GF) apresentou pouca variação entre as áreas com 'Cravo', 'Ponkan' e LAd3, sendo que apenas a área com 'Pêra' apresentou valor estatisticamente mais baixo em relação às demais. Com relação aos horizontes observou-se que o GF aumentou com a profundidade, sendo significativamente superior nos horizontes BA e Bw1 em relação ao A e ao AB. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Oliveira et al. (2008), que avaliaram Latossolos Amarelos em Barra do Choça-BA, ao quais também observaram aumento do GF em profundidade; segundo esses autores, os horizontes superficiais dos solos apresentaram menor valor de GF em comparação com horizontes subsuperficiais diagnósticos pelo fato de que a redução de matéria orgânica em profundidade resulta em menor densidade de cargas negativas e, conseqüentemente, menor repulsão mútua entre as partículas com mesmo campo elétrico; além disso, menores valores de pH em profundidade também concorrem para diminuir o número de cargas negativas

no meio. É importante ainda considerar que, geralmente, também ocorre o aumento de óxidos em profundidade, contribuindo para aumentar o GF.

Estudo realizado por Lima et al. (2013) em Argissolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, no Espírito Santo, revelaram a existência de relação entre os teores de ADA e GF, ou seja, o menor valor de ADA foi acompanhado de maior valor do GF nas duas áreas avaliadas. No presente trabalho foi observada correlação significativa e negativa ($r = 0,717^{**}$) entre ADA e GF. O CV foi muito alto (>30 %) tanto para ADA como para GF (Tabela 4).

A figura 4 ilustra a distribuição granulométrica em profundidade para as quatro áreas, mostrando a grande similaridade entre as de 'Pêra', 'Cravo' e 'Ponkan', com a segunda apresentando menor teor de argila no horizonte superficial e mais próximo do solo de referência (LAd3); este último solo apresentou mais baixo teor de areia muito grossa que os demais, em todo o perfil. O teor de silte foi baixo em todas as áreas e em profundidade, em relação ao teor de argila, com maiores teores na área com 'Ponkan'. Portugal et al. (2010), estudando Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na Zona da Mata mineira, também encontraram baixos valores de silte em relação à argila, resultando em reduzida relação silte/argila, o que indica elevado grau de intemperização do solo.

Porosidade total, macro e microporosidade

A porosidade total e a macroporosidade foram significativamente menores na área utilizada como referência (LAd3), associando-se a valor estatisticamente superior para a densidade do solo (Figura 5), devido à forte coesão apresentada por solos de tabuleiro na região de Cruz das Almas-BA (SOUZA; SOUZA, 2001). O valor médio de macroporosidade na área LAd3 chegou inclusive a ser inferior a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, valor considerado por Carter (2002) como limite crítico para aeração e para crescimento radicular.

Santana et al. (2006) consideraram a macroporosidade como atributo físico importante para identificar a presença de coesão no solo, pela redução ocorrida nos horizontes coesos AB de Latossolo Amarelo (LAd3) em Cruz das Almas-BA e BA de Argissolo Acinzentado em Rio Real-BA.

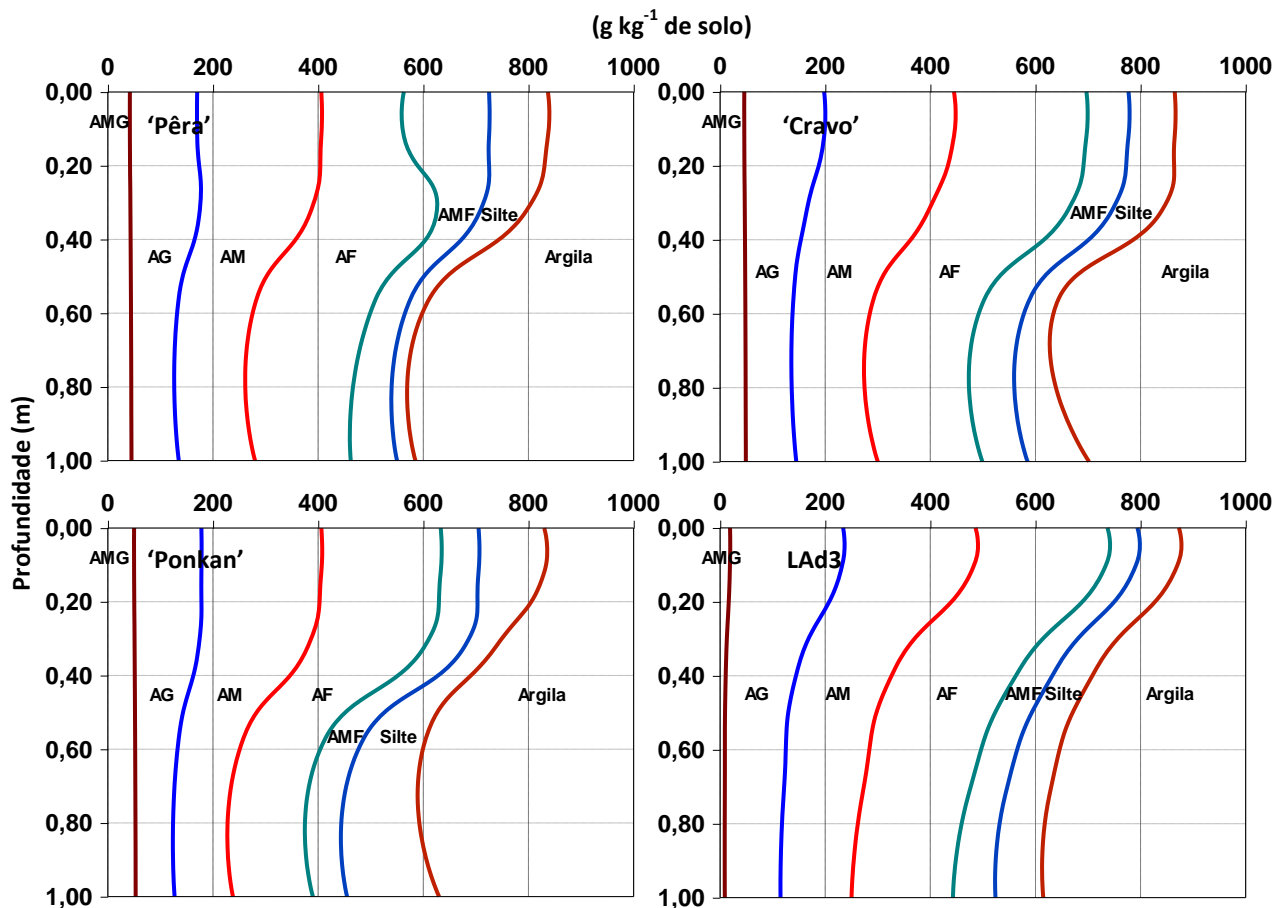


Figura 4. Análise granulométrica do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

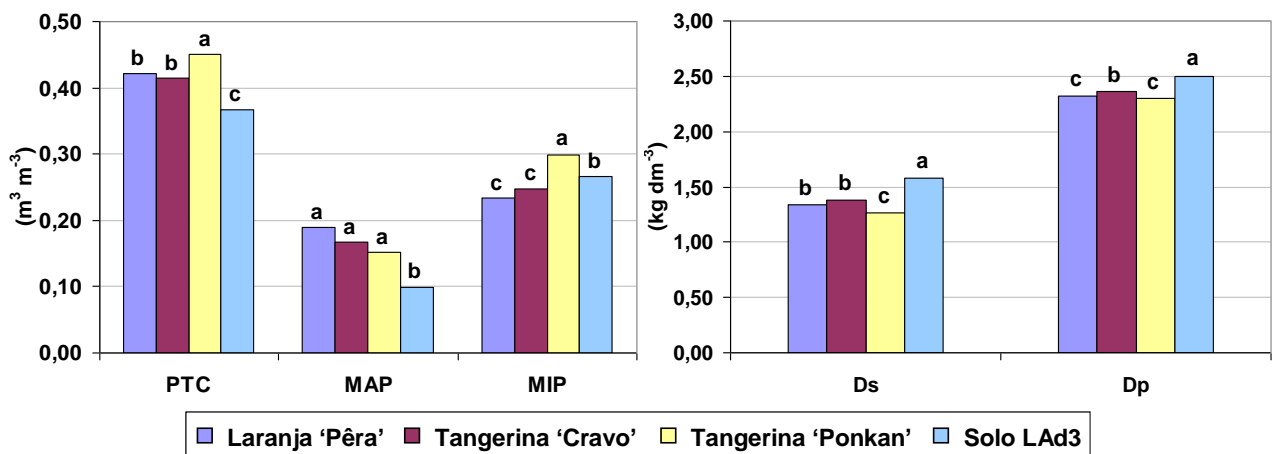


Figura 5. Porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo e de partículas do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. PTC = porosidade total calculada; MAP = macroporosidade; e MIP = microporosidade. Médias de um atributo seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação aos horizontes, a porosidade total e a macroporosidade foram significativamente menores no horizonte AB (0-11 cm), também se associando a valor estatisticamente superior para a densidade do solo nesse horizonte (Figura 6), confirmando resultados apresentados por Santana et al. (2006), já discutidos. A maior macroporosidade no horizonte A possivelmente evidencia a presença da matéria orgânica atuando na formação de agregados, favorecendo portanto a macroporosidade.

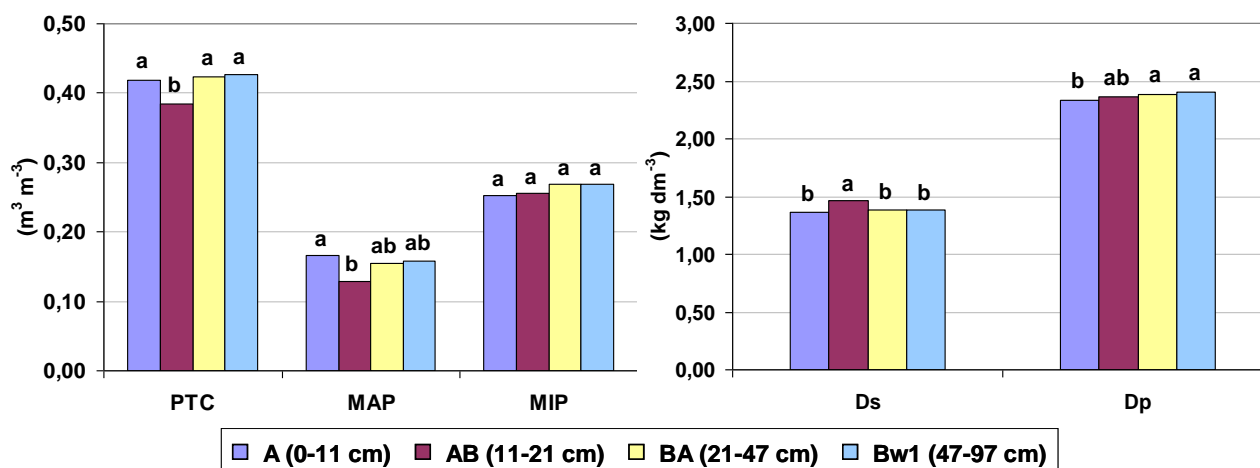


Figura 6. Porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo e de partículas dos horizontes avaliados no Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico em Santo Antônio de Jesus-BA e no Latossolo Amarelo Distrocoeso típico de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. PTC = porosidade total calculada; MAP = macroporosidade; e MIP = microporosidade. Médias de um atributo seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Klein & Libardi (2002), na camada mais superficial de solo sob mata, não observaram alteração da densidade do solo e, portanto, do volume de sólidos, concluindo que as alterações no volume de micro e macroporos são consequência da atividade biológica e do arranjo de agregados nessa camada.

Centurion et al. (2007) encontraram maior valor de macroporosidade na camada de 0-10 cm em Latossolos Vermelhos sob mata nativa em Jaboticabal-SP, atribuindo ao maior teor de matéria orgânica refletindo em melhorias na estruturação do solo.

A quantidade de microporos variou entre as áreas, com a cultivada com tangerina 'Ponkan' apresentando valor significativamente superior ao das demais áreas (Figura 5). Não foi observada diferença significativa para a microporosidade entre horizontes, embora os mais profundos tenham apresentado maiores valores absolutos. Em pesquisa realizada em Cruz das Almas-BA, em Latossolo Amarelo, Dias (2013)

encontrou redução de macroporos e conseqüente acréscimo de microporos no horizonte Ap, nas áreas cultivadas com cana de açúcar e pastagem em relação ao solo sob mata. Isso não ocorreu no presente trabalho, concluindo-se que a menor porosidade observada na área LAd3 e no horizonte AB foram devidos à menor macroporosidade, associada à maior densidade do solo, e não ao aumento da microporosidade.

Em trabalho realizado por Paiva et al. (2000), a redução da macroporosidade e aumento da microporosidade refletiram na redução do crescimento radicular e da condutividade hidráulica do solo saturado.

Como a análise estatística (Tabela 4) revelou a existência de interação significativa entre áreas x horizontes para esses atributos, o desdobramento dessa interação (Tabela 6) possibilitou melhor entendimento de aspectos conceituais dos mesmos em relação às áreas e aos horizontes. Assim, ficou mais clara a diferença entre áreas, com a LAd3 apresentando maiores valores de densidade do solo e menores de porosidade total e, principalmente, de macroporosidade, neste caso abaixo ou igual ao valor de crítico de $10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (CARTER, 2002); a área de 'Ponkan' também apresentou valor de macroporosidade abaixo do limite crítico no horizonte AB.

A densidade de partículas foi significativamente maior na área LAd3 (Figura 5) e variou pouco entre horizontes (Figura 6), com valor estatisticamente mais elevado no horizonte Bw1.

O CV foi alto (20-30 %) para macroporosidade e baixo (<10 %) para porosidade total, microporosidade e densidades do solo e de partículas (Gomes, 1984), revelando pequena variação para esses últimos atributos (Tabela 4).

A figura 7 ilustra a distribuição volumétrica em profundidade para as quatro áreas, mostrando-se mais favorável na seguinte ordem: 'Pêra' > 'Cravo' > 'Ponkan' > LAd3. Quanto à densidades do solo e de partículas, predominaram maiores valores na área LAd3, em todas as profundidades avaliadas (Figura 8).

Análise de agregados

A análise de agregados via úmida revelou maior proporção de agregados nas classes de 1,00-0,50, 0,50-0,25 e <0,25 mm em todas as quatro áreas, sendo que a área cultivada com 'Ponkan' foi a que apresentou o maior valor de diâmetro médio ponderado (DMP) (1,82 mm), o qual está relacionado com a maior proporção de

Tabela 6. Desdobramento da interação entre área x horizonte para porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo do Latossolo Amarelo Distrocoeso argiloso das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Horizontes	PTC ⁽¹⁾	MAP	MIP	Ds
	----- m ³ m ⁻³ -----			-- kg dm ⁻³ --
'Pêra'				
A (0-11 cm)	0,4130 a ⁽²⁾ A ⁽³⁾	0,1807 a A	0,2323 a AB	1,35 ab A
AB (11-21 cm)	0,3999 a A	0,1918 a A	0,2081 a B	1,39 a B
BA (21-47 cm)	0,4225 a B	0,1760 a AB	0,2465 a A	1,36 ab B
Bw1 (47-97 cm)	0,4534 a A	0,2059 a A	0,2475 a A	1,26 b C
'Cravo'				
A (0-11 cm)	0,4276 a A	0,2134 a A	0,2142 b B	1,33 a A
AB (11-21 cm)	0,4025 a A	0,1617 a AB	0,2408 ab B	1,40 a B
BA (21-47 cm)	0,4161 a B	0,1533 a AB	0,2628 ab A	1,39 a B
Bw1 (47-97 cm)	0,4153 a AB	0,1402 a B	0,2751 a A	1,40 a B
'Ponkan'				
A (0-11 cm)	0,4109 c A	0,1234 ab A	0,2875 a A	1,32 a A
AB (11-21 cm)	0,4164 bc A	0,0993 b AB	0,3171 a A	1,33 a B
BA (21-47 cm)	0,4908 a A	0,2008 a A	0,2900 a A	1,18 b C
Bw1 (47-97 cm)	0,4828 ab A	0,1859 ab AB	0,2969 a A	1,21 ab C
LAd3				
A (0-11 cm)	0,4219 a A	0,1458 a A	0,2761 a A	1,43 c A
AB (11-21 cm)	0,3203 b B	0,0623 a B	0,2580 a B	1,71 a A
BA (21-47 cm)	0,3668 ab B	0,0902 a B	0,2766 a A	1,57 b A
Bw1 (47-97 cm)	0,3559 ab B	0,1000 a B	0,2559 a A	1,65 ab A

⁽¹⁾PTC = porosidade total calculada; MAP = macroporosidade; MIP = microporosidade; Ds= densidade do solo; Dp = densidade de partículas.

⁽²⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada área, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

⁽³⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, para o mesmo horizonte, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

agregados de maior tamanho (7,93-2,00 m) encontrada nessa área (Tabela 7); não houve qualquer relação com os teores de matéria orgânica observados nas mesmas (Tabela 10), que seguiram a seguinte ordem: 'Pêra' > 'Cravo' > 'Ponkan' > LAd3. Segundo Castro Filho et al. (1998), o DMP é tanto maior quanto maior for a percentagem de agregados grandes.

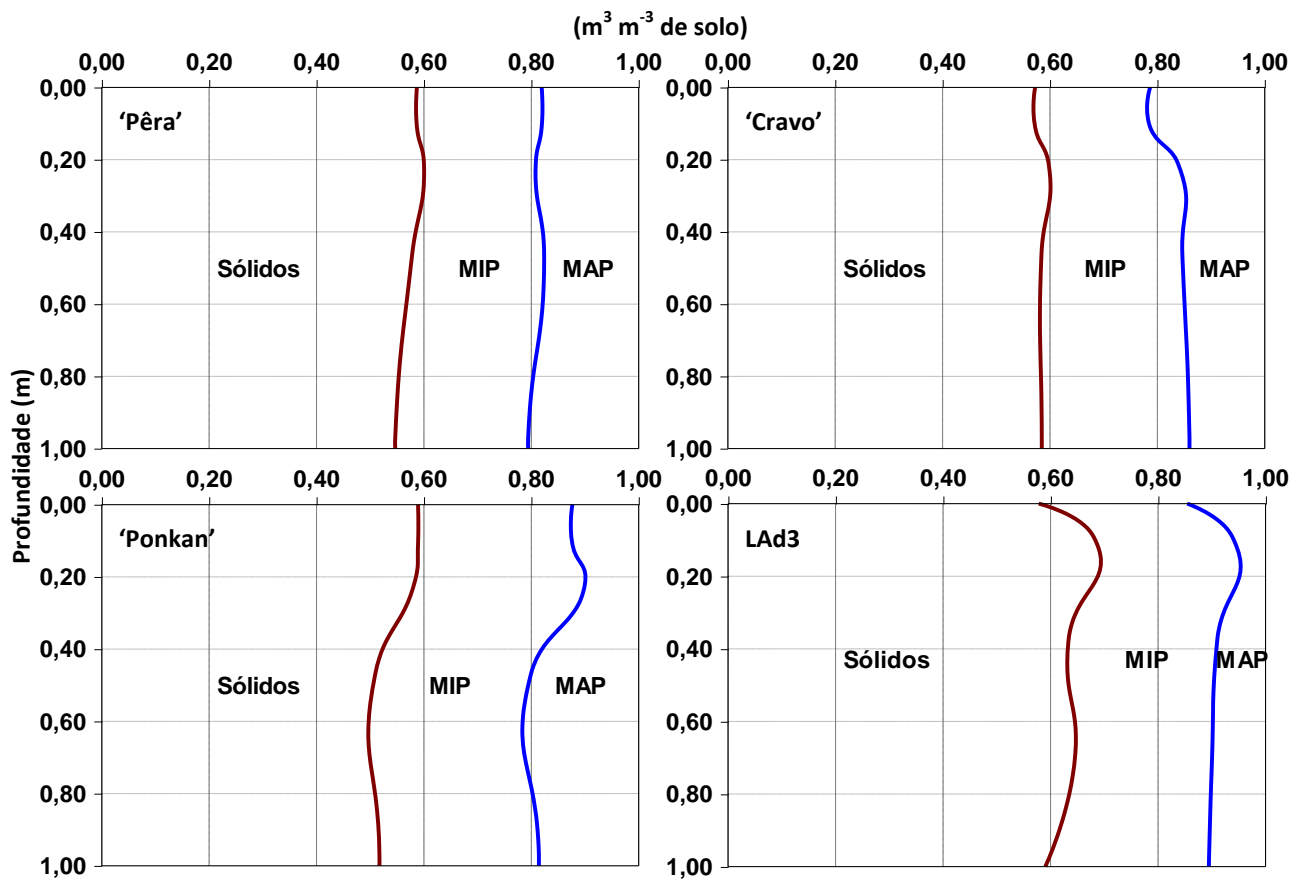


Figura 7. Distribuição volumétrica para o Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. MIP = microporosidade; e MAP = macroporosidade.

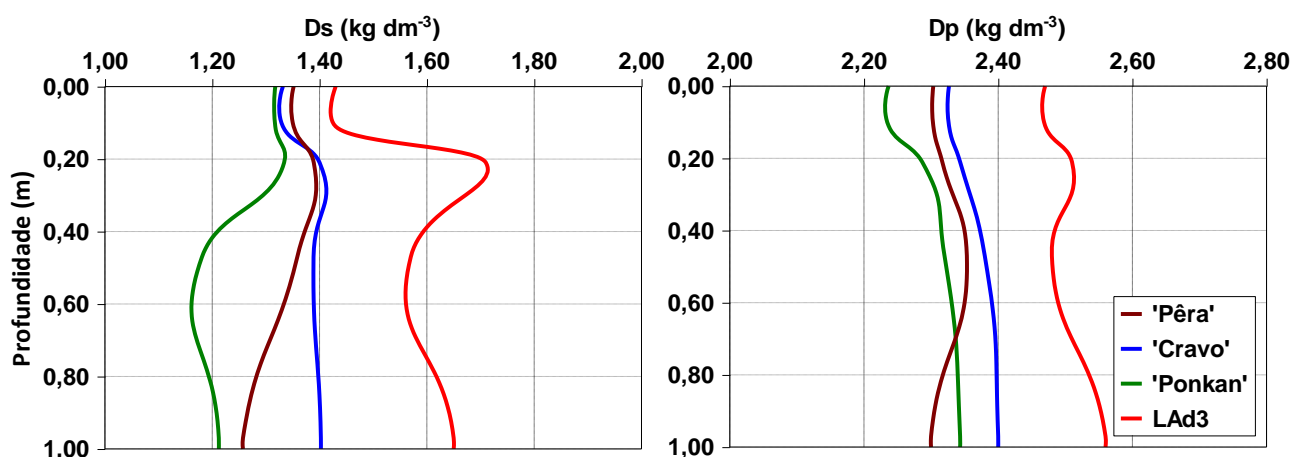


Figura 8. Densidades do solo (D_s) e de partículas (D_p) para o Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Com relação aos horizontes, os valores de DMP foram significativamente maiores nos horizontes A e AB, em relação a BA e Bw1, também devido à maior proporção de agregados de maior tamanho naqueles horizontes, como resultado dos maiores teores de matéria orgânica nos mesmos (Tabela 10).

Castro Filho et al. (1998), estudando um Latossolo Roxo Distrófico na região de Londrina PR, encontraram resultados semelhantes na profundidade de 0-10 cm, em consequência do aumento significativo de agregados na classe >2,00 mm nessa camada.

A esse respeito, Silva et al. (2014a), estudando estabilidade de agregados e teor de matéria orgânica em um Latossolo Amarelo Distrocoeso em Cruz das Almas-BA, sob diferentes tipos de vegetação, encontraram maior quantidade de agregados de maior tamanho (4,73-2 mm), na camada de 0-10 cm. Em outro trabalho, Silva et al. (2014b) observaram relação entre matéria orgânica e agregação em vários solos do Estado da Bahia, incluindo Latossolo Amarelo Distrocoeso, tanto em via úmida quanto em via seca.

Também trabalhando com Latossolo Amarelo Distrocoeso, Santos et al. (2014) observaram que as camadas superficiais das áreas avaliadas apresentaram melhor agregação do solo, fato que pode ter sido influenciado possivelmente pelo maior teor de material orgânico oriundo das raízes de gramíneas na área de pastagem e da fitomassa de folhas e pseudocaules, além das raízes, na área de bananeira. É importante ressaltar que ambas as áreas possuem grande potencial para aporte de material orgânico no solo, em função do tipo de vegetação.

Na análise de agregados via seca a maior proporção de agregados ocorreu nas classes de 7,93-2,00, 2,00-1,00 e 1,00-0,50 nas três áreas avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA – não foram encontrados na literatura dados de análise de agregados via seca para o solo da área de referência (LAd3) –, sendo que a área cultivada com ‘Ponkan’ foi também a que apresentou o maior valor de diâmetro médio ponderado (DMP) (3,0 mm), o qual está relacionado com a maior proporção de agregados de maior tamanho (7,93-2,00 m) encontrada nessa área (Tabela 7).

Com relação aos horizontes, os valores de DMP foram estatisticamente semelhantes entre si, como resultado da semelhança entre os valores de agregados na classe de 7,93-2,00 mm, que atingiram proporção acima de 40 % (Tabela 7); o teor decrescente de matéria orgânica em profundidade nas áreas (Tabela 10) não influenciou o DMP nas mesmas, na análise via seca.

Tabela 7. Resultados de análise de agregados e diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados vias úmida e seca do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro em Cruz das Almas-BA.

Fontes de variação	Classes de agregados (mm) e DMP, via úmida						Classes de agregados (mm) e DMP, via seca					
	7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25	DMP	7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25	DMP
	----- % -----					- mm -	----- % -----					- mm -
ÁREAS												
Laranja 'Pêra'	12,5 bc ⁽¹⁾	16,2 ab	26,9 a	21,8 ab	22,6 b	1,18 bc	44,6 ab	22,9 a	20,7 b	8,0 b	3,8 a	2,7 b
Tangerina 'Cravo'	6,8 c	13,8 bc	27,3 a	24,7 a	27,4 a	0,88 c	39,8 b	19,5 b	24,3 a	11,5 a	4,9 a	2,5 b
Tangerina 'Ponkan'	25,9 a	18,2 a	24,6 a	17,4 c	13,9 c	1,82 a	50,8 a	23,2 a	19,3 b	5,5 b	1,2 b	3,0 a
Solo LAd3	17,6 b	12,9 c	20,0 b	20,5 b	29,0 a	1,33 b	... ⁽²⁾
HORIZONTES												
A (0-11 cm)	29,8 a	14,3 b	20,8 b	17,6 b	17,5 c	1,94 a	41,7 a	18,2 c	23,8 a	11,3 a	5,0 a	2,6 a
AB (11-21 cm)	17,4 b	14,2 b	24,7 a	21,3 a	22,4 b	1,37 b	43,3 a	21,0 bc	22,6 ab	9,5 ab	3,6 ab	2,7 a
BA (21-47 cm)	7,8 c	17,5 a	27,3 a	23,1 a	24,3 b	0,97 c	47,7 a	23,8 ab	19,3 b	6,2 b	3,0 ab	2,9 a
Bw1 (47-97 cm)	7,8 c	15,1 ab	25,9 a	22,5 a	28,7 a	0,93 c	47,7 a	24,4 a	20,1 ab	6,3 b	1,5 b	2,9 a

⁽¹⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

⁽²⁾Dados não disponíveis.

A esse respeito, Vasconcelos et al. (2010), em trabalho realizado com Latossolo Amarelo Distrocoeso no litoral do Estado de Alagoas, afirmaram que o processo de estabilização dos agregados desse solo está associado ao teor de matéria orgânica. Na camada superficial, principalmente, a diminuição do teor de matéria orgânica, seja pelo revolvimento excessivo do solo ou pelo baixo aporte de material orgânico proporcionado pelos sistemas de manejo, resultou em decréscimo da estabilidade dos agregados desse solo.

Segundo FIALGO (2005), o DMP foi baixo (<1,8 mm) para as áreas de LAd3, 'Pêra' e 'Cravo' e horizontes AB, BA e Bw1 e suficiente (1,8-2,4 mm) para 'Ponkan' e horizonte A na análise via úmida; na análise via seca o DMP foi considerado alto (>2,4 mm) em todas as áreas e horizontes avaliados.

Maior variação foi observada na análise de agregados via úmida, em que o CV foi médio (10-20 %) para agregados nas classes de 2,00-1,00, 1,00-0,50, 0,50-0,25 e <0,25 mm, alto (20-30 %) para o DMP e muito alto (>30 %) para a classe de agregados de 7,93-2,00 m (GOMES, 1984). Na análise via seca o CV foi médio (10-20 %) para agregados nas classes de 7,93-2,00, 2,00-1,00 e 1,00-0,50, muito alto (>30 %) para a classe de agregados de 0,50-0,25 e <0,25 mm e baixo (<10 %) para o DMP (GOMES, 1984).

A figura 9 ilustra a interação entre áreas e profundidades para a análise de agregados via úmida, mostrando a ordem decrescente do DMP de 'Ponkan' > LAd3 > 'Pêra' > 'Cravo' no horizonte A, mas esse atributo foi maior para a 'Ponkan' e semelhante para as demais áreas nos horizontes AB, BA e Bw1. Isso repetiu fielmente a distribuição das áreas em relação à classe de agregados de 7,93-2,00 mm, confirmando a predominância da classe de maior tamanho na definição do DMP.

Retenção de água e condutividade hidráulica saturada

Com relação à retenção de água no solo das áreas avaliadas (Figura 10A), a umidade volumétrica retida a 10 kPa foi estatisticamente semelhante entre elas, enquanto que a umidade a 1500 kPa foi estatisticamente superior no solo da área LAd3; isso resultou em menor valor para a água disponível ($U_{v10kPa} - U_{v1500kPa}$) nessa área.

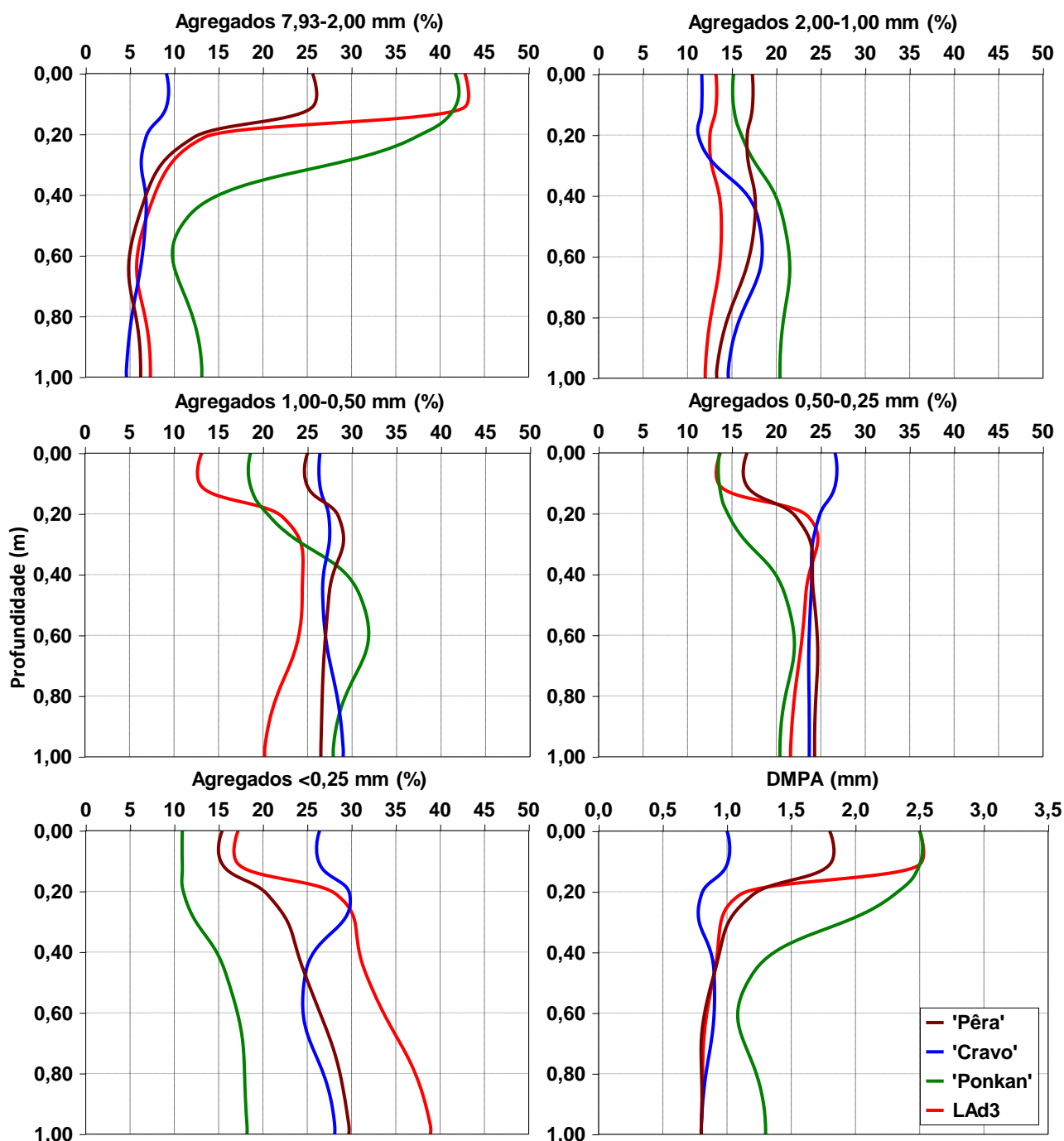


Figura 9. Análise de agregados e DMP via úmida do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

A comparação entre os horizontes, por meio dos dados médios apresentados na figura 10B, não reflete bem os aspectos conceituais relacionados entre a presença de coesão e a retenção de água no solo, desde quando a análise estatística (Tabela 4) revelou a existência de interação significativa entre área x profundidade para

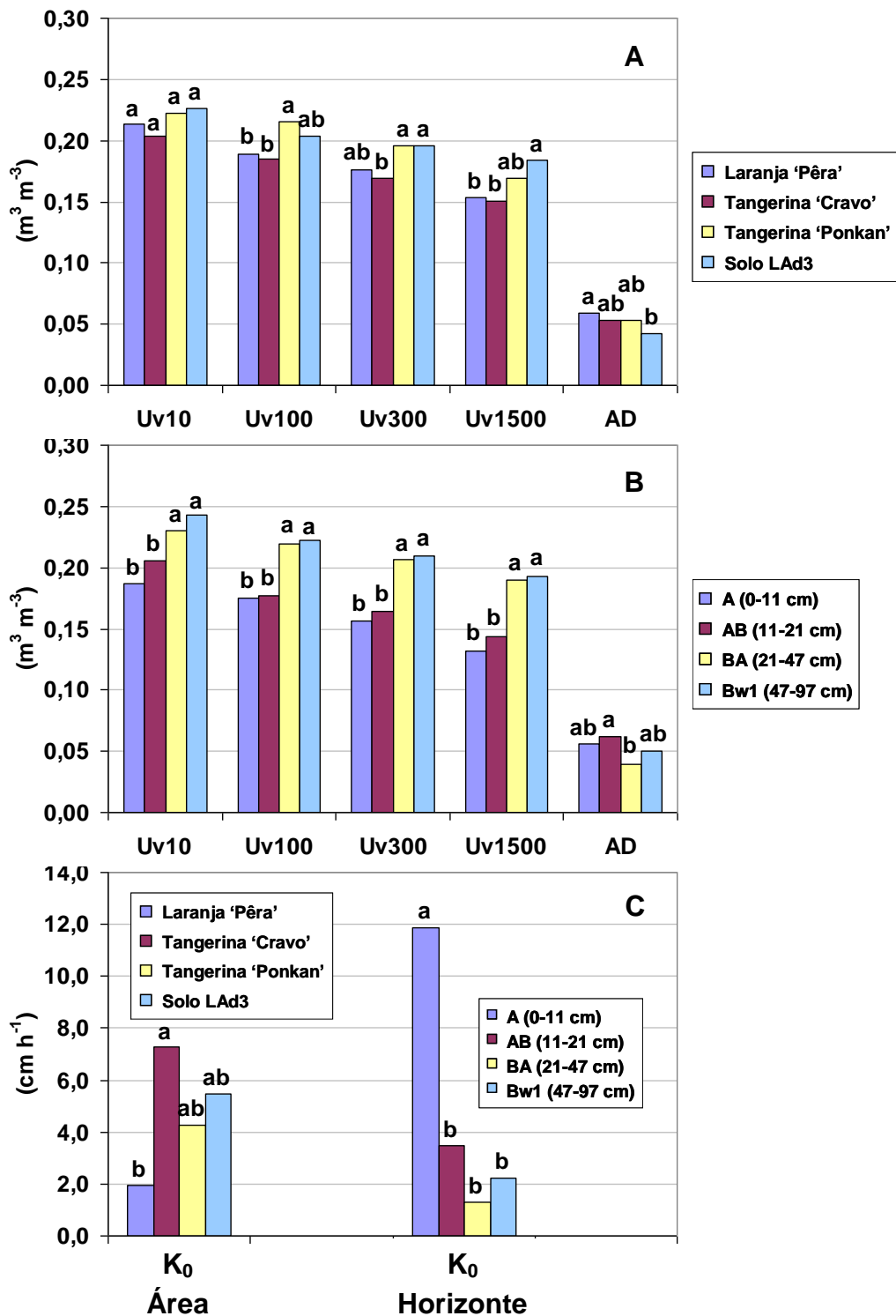


Figura 10. Retenção de água (A e B) e condutividade hidráulica saturada (C) do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA. Uv10 = umidade volumétrica retida a 10 kPa; Uv100 = umidade volumétrica retida a 100 kPa; Uv 300 = umidade volumétrica retida a 300 kPa; Uv 1500 = umidade volumétrica retida a 1.500 kPa; AD = água disponível (Uv10 kPa – Uv1500 kPa); e K_0 = condutividade hidráulica saturada. Médias de um atributo seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo, Uv1500 kPa e água disponível. O desdobramento dessa interação (Tabela 8) revelou comportamento diferenciado da área LAd3 em profundidade em relação às demais áreas, quanto aos atributos citados.

Assim, como a área LAd3 apresentou no horizonte AB maiores valores para densidade do solo e menores para porosidade total e para a macroporosidade, em relação às demais áreas, a umidade volumétrica a 1500 kPa foi maior nesse horizonte, em relação ao mesmo horizonte das demais áreas, resultando assim em menor valor para a água disponível (Tabela 8).

Esse resultado mostra que solos que tem maior grau de coesão, como o LAd3, são mais restritivos quanto à água disponível, devido às alterações na densidade do solo e na distribuição de poros por tamanho resultarem em maior aumento da umidade no ponto de murchamento permanente (Uv1500 kPa) do que na capacidade de campo (Uv10 kPa), ocorrendo redução, portanto, na água disponível.

É importante observar que os CVs apresentaram-se baixos (<10 %) a médios (10-20 %) para as umidades retidas em todas as tensões, mas classificou-se como alto (20-30 %) para a água disponível (Tabela 4), evidenciando a maior variação dos valores obtidos para esse atributo, (GOMES, 1984).

A figura 11 (A, B e C) ilustra a interação entre áreas e profundidades para Uv10 kPa, Uv1500 kPa e para a água disponível (Uv10kPa-Uv1500kPa), mostrando menor e maior valor para água disponível nas áreas LAd3 e 'Pêra', respectivamente, nos horizontes A e AB, com valores semelhantes em todas as áreas nos horizontes BA e Bw1, por motivos já abordados.

Quanto à condutividade hidráulica saturada (K_0), a área de 'Pêra' apresentou valor significativamente menor do que a área de 'Cravo', com semelhança entre as áreas de 'Ponkan' e LAd3 (Figura 10C). Isso ocorreu apesar do valor muito alto observado para o CV (89,9 %), fato este inerente a esse atributo, que geralmente apresenta alta variabilidade. Medeiros et al. (2009), trabalhando com a influência do preparo e manejo em atributos físico-hídricos em Latossolo Roxo Distrófico na região de Campinas, SP, observaram alta variabilidade dos dados, tanto para a condutividade hidráulica saturada quanto para a infiltração básica, com coeficientes de variação próximos a 50%.

A comparação entre os horizontes, por meio dos dados médios apresentados na figura 10C não reflete bem os aspectos conceituais relacionados entre a presença de

coesão e K_0 , desde quando a análise estatística (Tabela 4) revelou a existência de interação significativa entre área x profundidade para esse atributo, O desdobramento dessa interação (Tabela 8) revelou comportamento diferenciado da área LAd3 em profundidade em relação às demais áreas, com uma redução significativa de K_0 nos horizontes AB, BA e Bw1, em função de esses horizontes apresentarem uma associação de elevados valores de densidade do solo e menores de porosidade total e, principalmente, de macroporosidade (Figura 5). A área de 'Cravo' também apresentou redução significativa de K_0 nos horizontes AB, BA e Bw1 (Figura 10C), porém sem qualquer relação com o comportamento dos dados de porosidade total, de macroporosidade, de microporosidade e de densidade do solo dessa área (Figura 5).

A redução de K_0 é imputada ao decréscimo da macroporosidade com o aumento da densidade do solo, uma vez que o movimento de água no solo está diretamente associado à porosidade de drenagem, que se constitui no caminho preferencial do fluxo de água no solo, sobretudo em resposta à força da gravidade (RIBEIRO et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2013).

Nesse sentido, Souza e Paiva (2001), estudando uma toposseqüência composta por Latossolo Amarelo argissólico (LAa), Argissolo Amarelo (PA) e Argissolo Acinzentado (PAC) em Sapeaçu, BA, verificaram que a camada coesa dificultou o fluxo de água no solo, tanto no processo de molhamento como no de secamento. Em conseqüência, o potencial total da água em solos com camada coesa variou bruscamente na camada mais superficial, ao longo do tempo, e mais lentamente nas camadas mais profundas.

A figura 11 (D) ilustra a interação entre áreas e profundidades para K_0 , mostrando a grande redução observada nesse atributo a partir do horizonte AB, nas áreas de 'Cravo', LAd3 e 'Ponkan'; essas duas últimas áreas apresentaram valores reduzidos também no horizonte BA, enquanto a área de 'Pêra' não apresentou maiores flutuações de K_0 em todo o perfil avaliado.

Atributos químicos das áreas sob cultivo de citros em Santo Antônio de Jesus-BA

A análise estatística revelou significância estatística, pelo teste F, para a comparação entre áreas para a grande maioria dos atributos químicos avaliados

Tabela 8 Desdobramento da interação entre área x horizonte para retenção de água e condutividade hidráulica saturada do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Horizontes	Uv10 kPa ⁽¹⁾	Uv1500 kPa	AD10-1500 kPa	K ₀
	----- m ³ m ⁻³ -----			-- cm h ⁻¹ --
'Pêra'				
A (0-11 cm)	0,1788 a A	0,1222 c AB	0,0566 ab A	2,21 a B
AB (11-21 cm)	0,2141 a A	0,1243 bc B	0,0898 a A	2,70 a A
BA (21-47 cm)	0,2253 a A	0,1873 a A	0,0380 b A	2,24 a A
Bw1 (47-97 cm)	0,2350 a A	0,1814 ab A	0,0536 ab A	0,66 a A
'Cravo'				
A (0-11 cm)	0,1658 b ⁽²⁾ A ⁽³⁾	0,0989 b B	0,0669 a A	19,22a A
AB (11-21 cm)	0,1716 b B	0,1149 b B	0,0567 a AB	5,91 b A
BA (21-47 cm)	0,2336 a A	0,1906 a A	0,0430 a A	0,33 b A
Bw1 (47-97 cm)	0,2430 a A	0,1970 a A	0,0460 a A	3,64 b A
'Ponkan'				
A (0-11 cm)	0,2017 a A	0,1409 b AB	0,0608 a A	8,76 a A
AB (11-21 cm)	0,2107 a AB	0,1392 b AB	0,0715 a AB	17,34a A
BA (21-47 cm)	0,2331 a A	0,1935 ab A	0,0396 a A	2,22 a A
Bw1 (47-97 cm)	0,2451 a A	0,2043 a A	0,0408 a A	0,56 a A
LAd3				
A (0-11 cm)	0,2026 a A	0,1635 a A	0,0391 a A	17,30 a A
AB (11-21 cm)	0,2255 a A	0,1964 a A	0,0291 a B	0,03 b A
BA (21-47 cm)	0,2267 a A	0,1880 a A	0,0387 a A	0,46 b A
Bw1 (47-97 cm)	0,2501 a A	0,1887 a A	0,0614 a A	4,00 b A

⁽¹⁾Uv10 kPa = umidade volumétrica retida a 10 kPa; Uv 1500 kPa = umidade volumétrica retida a 1.500 kPa; AD10-1500 kPa = água disponível (Uv10 kPa – Uv1500 kPa); K₀ = condutividade hidráulica saturada.

⁽²⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada área, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

⁽³⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, para o mesmo horizonte, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

(Tabela 9), com exceção de pH em água, P, MO e P-rem; o mesmo ocorreu entre os horizontes, com uma única exceção, no caso H+Al. Conforme Gomes (1984), coeficientes de variação (CV) baixos (<10 %) foram observados para pH em água e P-remanescente, médios (10-20 %) para H+Al, t, T e V, altos (20-30 %) para Ca, Mg soma de bases e muito altos (>30 %) para P, K, Al, m e MO. Como o CV é uma medida adimensional, pode ser utilizado para inferir sobre a variabilidade de atributos do solo,

sendo que quanto maior o CV, maior a variabilidade, no caso observada para P, K, Al, m e MO.

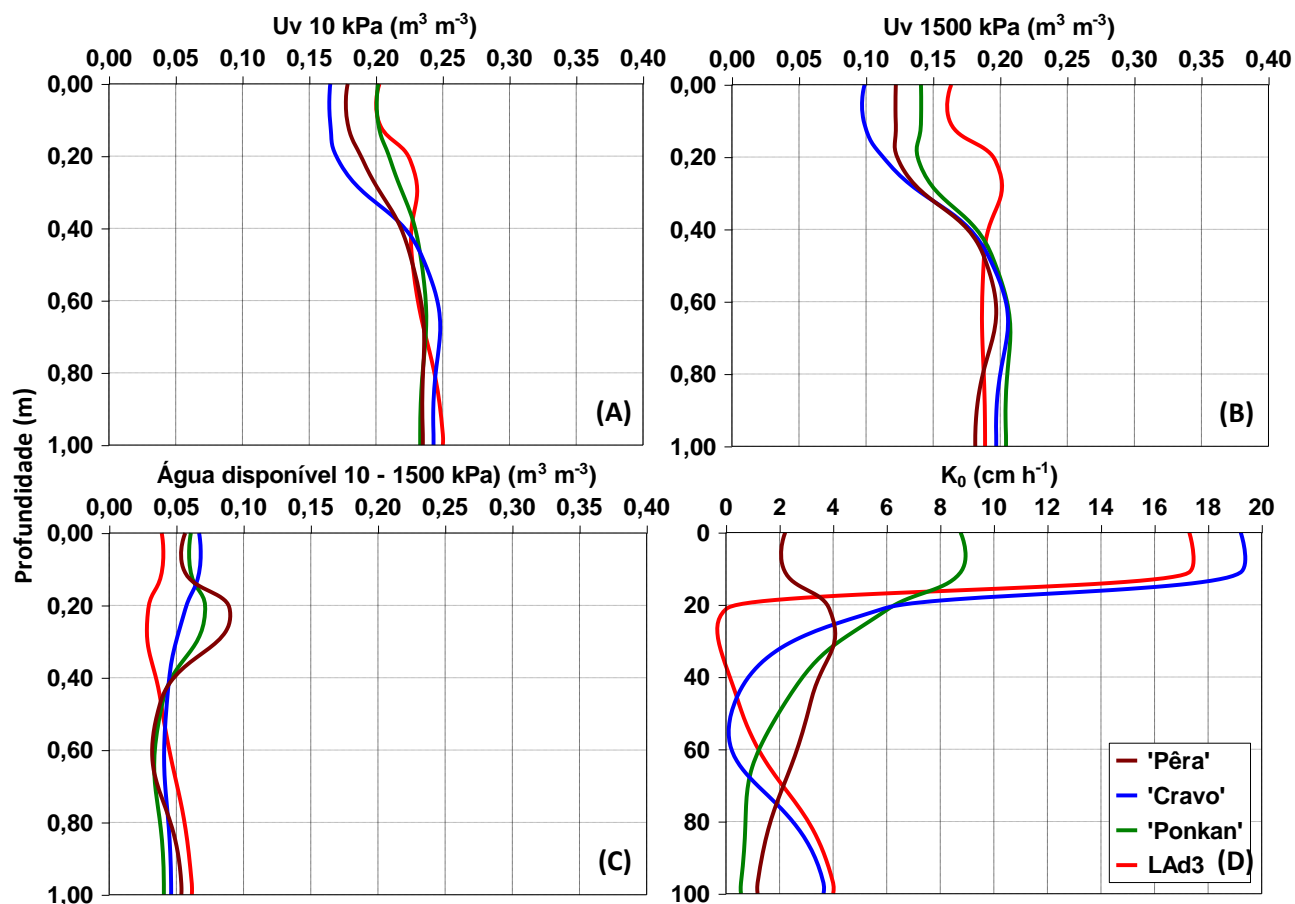


Figura 11. Retenção de água e condutividade hidráulica saturada do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e profundidades avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Segundo Silveira et al. (2000), existe bastante variabilidade em atributos químicos e físicos de um solo, mesmo em uma área uniforme segundo suas características visíveis de campo como topografia, cor e vegetação.

Os valores médios para as áreas avaliadas (Tabela 10) mostraram menor valor de pH em água na área de tangerina 'Cravo', significativamente diferente da área de laranja 'Pêra'. Já para horizontes, valores significativamente mais baixos foram encontrados nos dois mais profundos (BA e Bw1), entre 21 e 97 cm. Os valores mais elevados encontrados na área de 'Pêra' e nos dois horizontes superficiais (A e AB) acompanharam os maiores valores de Ca^{2+} , de Mg^{2+} e de MO, como resultado, possivelmente, da aplicação de calcário e de adubos nas camadas mais superficiais

pelos produtores proprietários das áreas. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo de atributos físicos e químicos em pomar de tangerineira localizado em Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico, em Jaboticabal-SP, realizado por Müller et al. (2011), salientando o autor que o pH foi decrescendo ao longo do perfil devido à adição de adubação orgânica na superfície. O autor afirmou ainda que a constante adição de compostos orgânicos, bem como a permanência da vegetação espontânea na superfície do solo, gerou aumento nos teores de matéria orgânica e de nutrientes na camada de 0-10 cm, em comparação com as demais profundidades.

Os solos agrícolas brasileiros, na maioria, apresentam média a alta acidez (pH em água < 5,5), que traz como consequência a baixa produtividade das culturas. Os solos ácidos geralmente apresentam alumínio e manganês em níveis tóxicos, além de deficiências de cálcio, magnésio e fósforo (VELOSO et al., 1992).

Segundo faixas de acidez apresentadas por Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (1989), apenas a área de 'Pêra' apresentou acidez média ($5,1 < \text{pH} < 6,0$), com as demais na faixa de acidez elevada ($\text{pH} \leq 5,0$). Os valores de pH demonstraram pouca variação em todas as áreas e, conseqüentemente, baixo coeficiente de variação (7,1 %). Segundo Lopes (2004), o nível adequado dos nutrientes para o desenvolvimento da maioria das plantas é obtido em valores de pH entre 5,5 a 6,5. Nessa condição há aumento da mineralização da matéria orgânica, o que favorece a disponibilidade principalmente de formas absorvíveis de bases como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , além de N, P e S e dos micronutrientes em menores quantidades (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). É, portanto, um dos atributos químicos do solo mais importantes para a produção agrícola (FAGERIA, 2000).

Esse resultado relativo ao pH caracteriza bem os solos em questão, ou seja, são solos quimicamente empobrecidos e com acidez média a elevada; isso se justifica, pelo menos em parte, por causa do intemperismo intenso próprio das áreas de Tabuleiros Costeiros. A presença dos horizontes coesos, associada às limitações químicas, tais como a elevada acidez e a presença de Al trocável em altas percentagens, indicam que esses solos podem apresentar, sob condição natural, baixo índice de qualidade para crescimento das plantas e produção vegetal (MELO FILHO et al., 2007).

A esse respeito, Barreto & Fernandes (2001) afirmaram que o cultivo dos solos com a retirada contínua da produção, sem a adoção de práticas que visem pelo menos a reposição de biomassa vegetal residual em áreas tropicais, promove, no decorrer do

Tabela 9. Probabilidade e significância para o teste F, para as variáveis avaliadas em relação aos fatores área, profundidade e interação área X horizonte.

Fontes de variação	pH ⁽¹⁾	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL
	Probabilidade e significância para o teste F da análise de variância						
Área (A)	0,0799ns	0,3752ns	0,0346*	0,0216*	0,0169*	0,0268*	0,0027**
Horizonte (H)	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,0133*	0,3554ns
A x H	0,0635ns	0,0046**	0,0297*	<0,0001**	<0,0001**	0,0804ns	0,6004ns
CV (%)	7,1	65,4	47,2	25,2	27,2	54,9	16,5

Fontes de variação	SB	t	T	V	m	MO	P-Rem
	Probabilidade e significância para o teste F da análise de variância						
Área (A)	0,0225*	0,0437*	0,0014**	0,0251*	0,0084**	0,1606ns	0,1188ns
Horizonte (H)	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,0028**	<0,0001**
A x H	<0,0001**	<0,0001**	0,1646ns	0,0007**	0,0038**	0,5468ns	0,2662ns
CV (%)	21,3	15,2	11,6	18,2	43,0	55,1	8,2

⁽¹⁾pH H₂O – pH em água relação 1:2,5; P e K = fósforo e potássio, extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ = cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extrator KCl 1mol L⁻¹; H+Al = hidrogênio + alumínio, extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; SB = soma de bases trocáveis; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; MO = matéria orgânica, Walkley-Black (MO = C_{org} x 1,724); e P-rem = fósforo remanescente.

Tabela 10. Resultados de análise química do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Fontes de variação	pH H ₂ O ⁽¹⁾	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	MO	P-Rem
	-	-----mg dm ⁻³ -----	----- cmol dm ⁻³ -----						----- % -----	g kg ⁻¹	mg L ⁻¹			
ÁREAS														
Laranja 'Pêra'	5,4 a ⁽²⁾	5,81b	83,00a	1,27a	0,65a	0,12b	3,06b	2,14a	2,26a	5,19a	37,86a	7,93c	18,57a	38,50a
Tangerina 'Cravo'	4,6 b	6,26b	24,17b	0,40c	0,17c	0,49a	4,06a	0,63c	1,12c	4,69a	12,96c	46,87a	15,00ab	35,32b
Tangerina 'Ponkan'	4,9 ab	2,11b	35,75b	0,70b	0,39b	0,47a	3,97a	1,18b	1,66b	5,15a	20,74b	39,14ab	13,41ab	32,59b
Solo LAd3	5,0ab	24,00a	80,79a	0,86b	0,20c	0,37a	1,96c	1,26b	1,64b	3,22b	36,70a	23,43bc	7,46b	... ⁽³⁾
HORIZONTES														
A (0-11 cm)	5,55a	16,24a	105,15a	1,73a	0,71a	0,15b	3,13a	2,71a	2,86a	5,84a	45,82a	7,50b	23,24a	44,09a
AB (11-21 cm)	5,17a	2,63b	63,35b	0,73b	0,32b	0,40a	3,69a	1,22b	1,62b	4,90b	24,28b	32,08a	14,85ab	40,10b
BA (21-47 cm)	4,59b	1,07b	24,15c	0,41c	0,23b	0,48a	3,45a	0,70c	1,18c	4,15c	17,84c	42,34a	10,60b	29,52c
Bw1 (47-97 cm)	4,71b	0,69b	20,42c	0,33c	0,22b	0,42a	3,40a	0,60c	1,02c	4,00c	15,68c	38,39a	8,66b	28,18c

⁽¹⁾pH H₂O – pH em água relação 1:2,5; P e K = fósforo e potássio, extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ = cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extrator KCl 1mol L⁻¹; H+Al = hidrogênio + alumínio, extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; SB = soma de bases trocáveis; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; MO = matéria orgânica, Walkley-Black (MO = C_{org} x 1,724); e P-rem = fósforo remanescente.

⁽²⁾Médias de um atributo seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

⁽³⁾Dados não disponíveis para o solo LAd3.

tempo, degradação de seus atributos físicos, químicos e biológicos, e isto se verifica principalmente em decorrência de uma significativa redução dos teores de matéria orgânica.

De acordo com a tabela 10, os valores de P, K, Ca, e Mg foram maiores nas áreas de 'Pêra' e LAd3 e nos horizontes superficiais (A e AB), corroborando resultados obtidos por Corá et al. (2004), em estudo sobre a variabilidade espacial de atributos do solo em Jaboticabal-SP, quando identificaram que, em geral, os valores médios de P, K e Mg foram menores na profundidade de 60-80 cm e maiores de 0-20 cm, afirmando que esses resultados podem ser atribuídos às freqüentes aplicações de fertilizantes e calcário ao longo do tempo nessa camada. Correlações positivas e significativas foram encontradas entre o K ($r = 0,823^{**}$), o Ca ($r = 0,844^{**}$) e o Mg ($r = 0,757^{**}$) com o pH do solo. Os CVs foram muito altos (> 30 %) para P e K e altos (20-30 %) para Ca e Mg, evidenciando grande variação entre as áreas e horizontes, possivelmente devido a diferenças na aplicação de calcário e adubos entre elas.

O teor de Al variou entre as áreas, com valor significativamente menor na área de 'Pêra', em relação às demais, provavelmente devido ao processo acima citado. Entre os horizontes, valores significativamente maiores ocorreram nos mais profundos (AB, BA e Bw1) e o menor no A. A correlação do Al com o pH do solo foi negativa e significativa ($r = -0,533^{**}$), acompanhando de forma semelhante as variações de Ca e Mg, já que o Al tóxico para as plantas é reduzido na medida em que o pH aumenta como resultado do aumento de Ca e Mg no solo. O baixo pH do solo e os elevados teores de alumínio trocável estão diretamente relacionados com a gênese do solo, mineralogia e condição de fertilidade, podendo ocasionar baixas produtividades agrícolas, redução no desenvolvimento radicular e limitação na absorção de nutrientes e de água (FERREIRA et al., 2014). O CV para o Al foi muito alto (54,9 %), revelando grande variação para esse atributo.

A esse respeito, Silva (2010), em trabalho com subsolagem, calagem e adubação mineral em pastagem degradada situada em Latossolo Amarelo coeso de Tabuleiro Costeiro, em Cruz das Almas-BA, observou que a calagem, associada à subsolagem, reduziu os teores de Al^{+3} , elevou o pH, a saturação por bases trocáveis (V%) e a CTC efetiva. A combinação entre subsolagem, calagem, nitrogênio, fósforo e potássio melhorou o ambiente radicular da gramínea, promovendo aumento do crescimento e da densidade de raízes.

Os valores de acidez potencial (H + Al) apresentaram pouca variação entre os horizontes, sem diferença significativa entre si. Entre as áreas, a de referência (LAd3) apresentou valor significativamente mais baixo em relação às demais, sendo as de 'Cravo' e de 'Ponkan' as que apresentaram valores significativamente mais altos; a de 'Pêra' apresentou valor intermediário e significativamente diferente de todas as demais áreas. O CV foi médio (16,5 %) para H+Al.

Como era esperado, a soma de bases (SB) e a CTC efetiva (t) acompanharam as variações de K, Ca e Mg, tanto entre áreas como entre horizontes. Assim, as áreas de 'Pêra' e de 'Cravo' apresentaram, respectiva e significativamente, o maior e o menor valor para SB e para t, enquanto que as áreas de 'Ponkan' e LAd3 apresentaram valores intermediários. Valores decrescentes para ambos os atributos e também para a CTC a pH 7,0 (T) foram observados entre horizontes, estando diretamente ligados aos teores de K, Ca, Mg e MO, maiores nos mais superficiais (A e AB), como resultado do aporte de biomassa vegetal residual e de adubação.

A correlação entre T e MO foi significativa (0,456**), confirmando a grande participação da MO na composição da CTC em solos tropicais (RAIJ, 1969). Em relação a esse aspecto, Souza et al. (2004), em trabalho realizado em Latossolo Amarelo de tabuleiro, observaram que, apesar do aumento da argila em profundidade, a CTC diminuiu, demonstrando que seu maior valor no horizonte Ap foi devido à matéria orgânica.

Entre as áreas, T foi significativamente maior nas áreas de 'Pêra', 'Cravo' e 'Ponkan', em relação a LAd3. A CTC de um solo representa a quantidade total de cátions (Ca + Mg + K + H + Al) retidos na superfície dos colóides do solo, em condição permutável (RONQUIM, 2010).

Auler et al. (2008), em estudos sobre produção de laranja 'Pêra' em sistema de preparo de solo nas entrelinhas, afirmaram que houve correlação positiva dos teores de Ca e Mg, soma de bases e saturação por bases com os teores de carbono orgânico, sendo a magnitude dessa relação de dependência maior na camada de 0-20 cm.

A CTC efetiva (t) reflete a capacidade efetiva de troca de cátions do solo ou, em outras palavras, a capacidade do solo em reter cátions próximo ao valor do seu pH natural (LOPES & GUILHERME, 2004); isso significa que a CTC efetiva (t) não

considera os íons H^+ adsorvidos na superfície das argilas. A CTC a pH 7,0 (T) considera, além de Ca, Mg e K, também o H+A. Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca, Mg e K, pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H e Al, esse será um solo pobre, (RONQUIM, 2010). Portanto, para o manejo adequado do solo com vistas à produção agrícola é importante conhecer os valores de t e T.

O CV foi alto para SB (21,3 %) e médio para t e T (15,2 e 11,6 %, respectivamente) (Tabela 9).

A saturação por bases (V) apresentou valores significativamente mais elevados nas áreas de 'Pêra' e LAd3, menor em 'Cravo' e intermediária em 'Ponkan' (Tabela 10). O CV foi classificado como médio (18,2 %) (Tabela 9). Já entre horizontes seguiu o mesmo comportamento do K, Ca e Mg e da CTC (t e T), ou seja, mostrou-se mais elevada nos horizontes superficiais com decréscimo em profundidade. A saturação por bases é um indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RONQUIM, 2010). No entanto, não se deve esquecer que é um índice relativo para com a CTC, podendo existir saturação por bases elevada mesmo em solo com CTC baixa.

A esse respeito Lima Neto et al. (2009), em trabalho realizado em solos do Cerrado avaliando carbono total e atributos químicos, também encontrou maiores valores de V em superfície, decrescendo em profundidade.

Quanto à saturação por alumínio (m), o solo sob cultivo de laranja 'Pêra' apresentou valor significativamente mais baixo, seguido pelo solo da área de referência (LAd3), sendo observados valores mais elevados no solo das demais áreas de 'Cravo' e de 'Ponkan'. Em profundidade o valor foi significativamente mais baixo no horizonte A (0-11 cm), devido ao fato de que foram observados maior valores de Ca e Mg e menor de Al, principalmente na área de 'Pêra'. Já nas áreas cultivadas com 'Cravo' e 'Ponkan' foram detectados valores mais altos principalmente nos horizontes mais profundos (BA e Bw1). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima Neto et al. (2009) em Latossolos e Argissolos de Tabuleiro Costeiro do Estado de Alagoas, onde foram verificados elevados valores de saturação por alumínio acompanhados de limitada disponibilidade de nutrientes, com baixos valores de soma de bases, de capacidade de troca de cátions e

elevados teores de alumínio trocável. O CV para a saturação por alumínio foi classificado como muito alto (43,0 %).

Segundo a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (1989), os teores de matéria orgânica foram médios (15 a 30 g kg⁻¹) nas áreas de 'Pêra' e 'Cravo' e baixos (<15 g kg⁻¹) em 'Ponkan' e LAd3, sem haver diferença estatística entre as três primeiras (Tabela 10). Como o solo LAd3 está localizado na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas-BA, possivelmente o menor teor de MO deve-se a uma maior frequência no controle da vegetação nativa e realizado de forma mecanizada, contribuindo assim para maior decomposição da biomassa vegetal residual adicionada ao solo. Como era esperado, a MO decresceu em profundidade, como resultado do maior aporte de biomassa vegetal residual atingindo os horizontes mais superficiais, como também foi observado por Santos et al. (2012) em sete áreas sob diferentes usos e manejo, em Latossolo Vermelho Distrófico típico de Uberlândia-MG, que constataram redução da MO de 25,6 g kg⁻¹ nos primeiros 20 cm do solo para 13,6 g kg⁻¹ na profundidade de 40-60 cm.

O teor de fósforo remanescente (P-rem), avaliado apenas nas áreas de 'Pêra', de 'Cravo' e de 'Ponkan', variou de 32,59 a 38,50 mg L⁻¹ nas três áreas, com o maior valor na primeira (Tabela 10), e CV considerado baixo (8,2 %) (Tabela 9). Esse comportamento revela baixa capacidade de retenção de fósforo pelo solo, pois o P-rem mede a quantidade de P que permanece em solução de equilíbrio em resposta a uma concentração de P adicionada ao solo (DONAGEMMA et al., 2008). Como o P-rem está diretamente ligado ao tipo de argila, isso está de acordo com o baixo poder de retenção da argila caulinítica predominante nos solos dessas áreas. Lisboa et al. (2012) afirmaram que teores de caulinita não influenciaram os valores de P-rem no solo, mostrando a baixa participação desse argilomineral na adsorção de P em Latossolos de cerrado.

Foram encontrados valores significativamente mais elevados nos horizontes superficiais (A e AB), em relação aos subjacentes (BA e Bw1), o que pode ser explicado pelos menores teores de argila nos primeiros. Eberhardt et al. (2008), pesquisando Latossolos de cerrado sob pastagens nos estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais, encontraram valores de P-rem variando de 5,2 a 40,8 mg L⁻¹ e afirmaram que a amplitude dos valores pode estar relacionada com a variabilidade das características granulométricas e mineralógicas desses solos.

A esse respeito, Donagema et al. (2008), em estudos utilizando amostras coletadas no horizonte A de sete Latossolos do Estado de Minas Gerais, os quais foram selecionados por apresentarem diferentes materiais de origem e teores elevados de óxidos de Fe, observaram que, de modo geral, quanto mais oxídico foi o solo a tendência foi de maior incremento na adsorção, com conseqüente redução dos valores de P-rem. A diminuição dos valores de P-rem foi maior quanto maior foi a remoção de MO.

Índice de qualidade do solo (IQS)

A tabela 11 resume o cálculo do IQS para cada área, com base nos valores médios observados e nos escores padronizados para os atributos físicos e químicos selecionados como indicadores de qualidade do solo.

De acordo com a metodologia proposta por Karlen & Stott (1994) para estimar IQS, se todos os valores observados para os indicadores de qualidade forem iguais aos respectivos limites críticos o IQS será igual a 0,5. Portanto, valores estimados de IQS abaixo de 0,5 representariam solos com maiores limitações, o contrário, evidentemente, ocorrendo para os valores acima de 0,5. Como o valor máximo possível para o IQS é 1,0, quanto mais próximo desse valor melhor será a qualidade do solo para a finalidade da sua avaliação (SOUZA et al., 2003).

Seguindo esse princípio, os resultados obtidos para as quatro áreas avaliadas (Tabela 11) mostraram valores de IQS acima de 0,5 para as áreas de 'Pêra' (0,672), de 'Cravo' (0,602) e de 'Ponkan' (0,621), enquanto a área LAd3 (0,376) apresentou valor abaixo de 0,5.

A figura 12 mostra que a maior contribuição na composição do IQS, em todas as áreas, originou-se da função condução e armazenagem de água (CAA), seguida da função crescimento radicular em profundidade (CRP) e, finalmente, da função suprimento de nutrientes (SN).

Com relação à função CRP, os IQS de todas as áreas foram prejudicados pela alta resistência do solo à penetração e, no caso da LAd3, também pelo maior valor médio de densidade do solo e menor de macroporosidade (Tabela 11), este chegando a situar-se abaixo do limite crítico de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (CARTER, 2002).

Para a função CAA, que mais contribuiu na composição do IQS, todas as áreas foram prejudicadas pelo menor valor médio de condutividade hidráulica

saturada e, no caso da LAd3, também pelo menor valor médio de macroporosidade observado (Tabela 11), como já comentado no parágrafo anterior.

Quanto à função SN, que menos contribuiu na composição do IQS, todas as áreas foram prejudicadas pelos menores valores médios de pH e de saturação por bases e, no caso da LAd3, também pelo menor valor médio de matéria orgânica (Tabela 11).

O valor de IQS estimado para a área LAd3 pode ser considerado semelhante aos encontrados por Souza et al. (2003), para solos da mesma classe pedológica (0,308 e 0,377), e por Melo Filho et al. (2007), também para Latossolo Amarelo (0,426), ambos utilizando a mesma metodologia.

Ações visando melhorar os índices de qualidade devem prioritariamente voltar-se para melhorar a contribuição da função SN em todas as áreas, concentrando-se na correção da saturação por bases, o que refletiria positivamente no aumento do pH em água; o aumento do teor de matéria orgânica seria também recomendado, especialmente para a área LAd3, o que resultaria indiretamente em melhorias na CTC e na retenção de umidade. Para melhorar a contribuição da função CRP seriam oportunas ações visando reduzir a resistência do solo à penetração e a densidade do solo em todas as áreas, reduzir a saturação por alumínio nas áreas de 'Cravo', 'Ponkan' LAd3 e aumentar a macroporosidade na área LAd3. Para melhorar a contribuição da função CAA seriam recomendáveis práticas visando aumentar a macroporosidade e a condutividade hidráulica saturada em todas as áreas, especialmente na LAd3.

Conforme já abordado por Souza et al. (2003) e Melo Filho et al. (2007), essa metodologia para estimação de IQS pode ser considerada prática; no caso específico deste trabalho ela permitiu não apenas considerar as áreas avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA com melhor potencial para a citricultura do que a área de referência LAd3, localizada em Cruz das Almas-BA, como ainda identificar os atributos limitantes e sugerir práticas de manejo visando corrigir ou minimizar suas limitações.

Pode-se assim considerar atingido o objetivo dessa pesquisa, de avaliar atributos físicos e químicos em solo cultivado com citros em Santo Antônio de Jesus-BA, em relevo movimentado, comparando-o com um solo típico de Tabuleiro Costeiro, em relevo plano a suave ondulado e localizado em Cruz das Almas-BA.

Tabela 11. Cálculo para índice de qualidade (IQ) e para as funções principais crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenagem de água (CAA) e suprimento de nutrientes (SN), do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Solo	Funções principais	Ponderadores (A)	Indicadores de qualidade	Ponderadores (B)	Valores observados	Escores padronizados (C)	(B) x (C)	%	Soma (B) x (C) = (D)	(D) x (A)	%	Índice de qualidade
Laranja 'Pêra'	CRP ⁽¹⁾	0,40	RP100kPa ⁽²⁾	0,40	7,2	0,0004	0,0002	0	0,597	0,239	36	0,672
			Mp	0,30	0,1886	0,9978	0,2993	50				
			Ds	0,10	1,34	0,9749	0,0975	16				
			Sat Al	0,20	8	0,9992	0,1998	34				
	CAA	0,40	K ₀	0,25	1,95	0,0004	0,0001	0	0,742	0,297	44	
			Mp	0,25	0,1886	0,9978	0,2495	34				
			Uv10kPa/PT	0,50	0,5052	0,9847	0,4924	66				
	SN	0,20	pH	0,10	5,4	0,7585	0,0759	11	0,683	0,137	20	
			CTC	0,40	5,2	0,8336	0,3334	49				
			V	0,20	38	0,0819	0,0164	2				
			MO	0,30	18,6	0,8592	0,2578	38				
	Tangerina 'Cravo'	CRP	0,40	RP100kPa	0,40	7,9	0,0002	0,0001	0	0,511	0,204	
Mp				0,30	0,1671	0,9898	0,2969	58				
Ds				0,10	1,38	0,9441	0,0944	19				
Sat Al				0,20	47	0,5988	0,1198	23				
CAA		0,40	K ₀	0,25	7,27	0,0993	0,0248	3	0,764	0,305	51	
			Mp	0,25	0,1671	0,9898	0,2475	33				
			Uv10kPa/PT	0,50	0,4899	0,9827	0,4914	64				
SN		0,20	pH	0,10	4,6	0,2415	0,0242	5	0,462	0,092	15	
			CTC	0,40	4,7	0,7184	0,2874	62				
			V	0,20	13	0,0002	0,0000	0				
			MO	0,30	15,0	0,5000	0,1500	33				

⁽¹⁾CRP = crescimento radicular em profundidade; CAA = condução e armazenagem de água; e SN = suprimento de nutrientes.

⁽²⁾RP_{100kPa} = resistência do solo à penetração a 100 kPa de umidade do solo, expressa em MPa; Mp = macroporosidade, em m³ m⁻³; Ds = densidade do solo, em kg dm⁻³; m = saturação por alumínio, em %; K₀ = condutividade hidráulica saturada, em cm h⁻¹; pH = pH em água; Uv_{10kPa}/PT = relação umidade volumétrica retida a 10 kPa/porosidade total; CTC = capacidade de troca de cátions, em cmol_c dm⁻³; V = saturação por bases, em %; e MO = matéria orgânica, em g kg⁻¹.

Tabela 11. Continuação...

Solo	Funções principais	Ponderadores (A)	Indicadores de qualidade	Ponderadores (B)	Valores observados	Escores padronizados (C)	(B) x (C)	%	Soma (B) x (C) = (D)	(D) x (A)	%	Índice de qualidade
Tangerina 'Ponkan'	CRP	0,40	RP100kPa	0,40	7,0	0,0004	0,0002	0	0,554	0,222	36	0,621
			Mp	0,30	0,1523	0,9718	0,2915	53				
			Ds	0,10	1,26	0,9956	0,0996	18				
			Sat Al	0,20	39	0,8139	0,1628	29				
	CAA	0,40	K ₀	0,25	7,22	0,0957	0,0239	3	0,759	0,304	49	
			Mp	0,25	0,1523	0,9718	0,2430	32				
			Uv10kPa/PT	0,50	0,4944	0,9848	0,4924	65				
	SN	0,20	pH	0,10	5,0	0,5000	0,0500	10	0,477	0,095	15	
			CTC	0,40	5,2	0,8336	0,3334	70				
			V	0,20	21	0,0021	0,0004	0				
MO			0,30	13,4	0,3097	0,0929	20					
LAd3	CRP	0,40	RP100kPa	0,40	4,8	0,0043	0,0017	1	0,368	0,147	39	0,376
			Mp	0,30	0,0995	0,4917	0,1475	40				
			Ds	0,10	1,58	0,2310	0,0231	6				
			Sat Al	0,20	23	0,9778	0,1956	53				
	CAA	0,40	K ₀	0,25	5,45	0,0229	0,0057	1	0,487	0,195	52	
			Mp	0,25	0,0995	0,4917	0,1229	25				
			Uv10kPa/PT	0,50	0,6177	0,7159	0,3580	74				
	SN	0,20	pH	0,10	5,0	0,5000	0,0500	29	0,171	0,034	9	
			CTC	0,40	3,2	0,2549	0,1020	60				
			V	0,20	37	0,0677	0,0135	8				
MO			0,30	7,5	0,0197	0,0059	3					

⁽¹⁾CRP = crescimento radicular em profundidade; CAA = condução e armazenagem de água; e SN = suprimento de nutrientes.

⁽²⁾RP_{100kPa} = resistência do solo à penetração a 100 kPa de umidade do solo, expressa em MPa; Mp = macroporosidade, em m³ m⁻³; Ds = densidade do solo, em kg dm⁻³; m = saturação por alumínio, em %; K₀ = condutividade hidráulica saturada, em cm h⁻¹; pH = pH em água; Uv_{10kPa}/PT = relação umidade volumétrica retida a 10 kPa/porosidade total; CTC = capacidade de troca de cátions, em cmol_c dm⁻³; V = saturação por bases, em %; e MO = matéria orgânica, em g kg⁻¹.

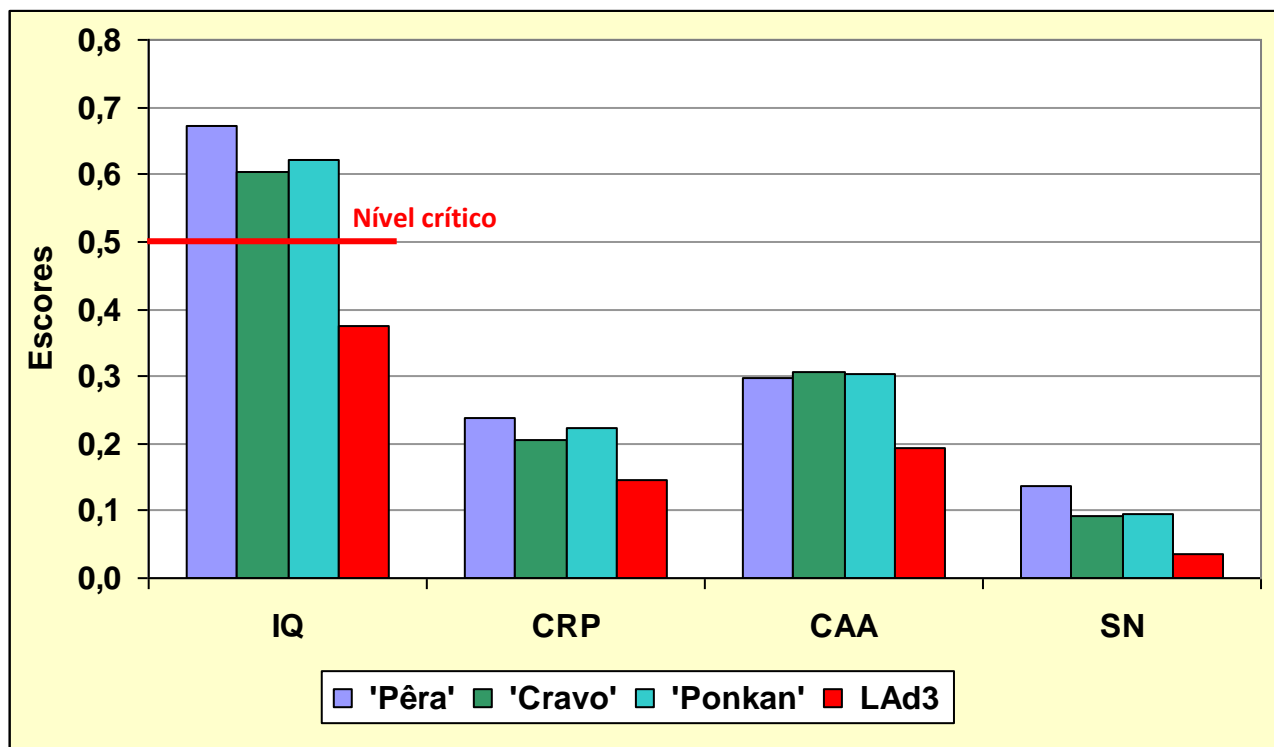


Figura 12. Valores para o índice de qualidade (IQ) e para as funções principais crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenagem de água (CAA) e suprimento de nutrientes (SN), do Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico das áreas e horizontes avaliados em Santo Antônio de Jesus-BA, em comparação com um solo de referência, no caso um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (LAd3) de Tabuleiro Costeiro localizado em Cruz das Almas-BA.

Foi confirmada a hipótese de que o solo localizado em Santo Antônio de Jesus-BA apresentava menores limitações e, portanto, maiores potencialidades para as plantas cítricas, principalmente pela existência de camada coesa com menor intensidade, em comparação com o solo de relevo plano a suave ondulado, típico de Tabuleiro Costeiro.

Finalmente, com base nas limitações identificadas no solo avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA foi possível orientar algumas ações visando corrigir ou minimizar tais limitações, no sentido de aumentar a produtividade e a melhorar sustentabilidade da citricultura na região avaliada.

CONCLUSÕES

1. O solo das áreas cultivadas com citros avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA apresentou adensamento menos severo e, portanto, menos restritivo às plantas cítricas do que o da área de referência LAd3, localizada em Cruz das Almas-BA.

2. As três áreas avaliadas em Santo Antônio de Jesus-BA revelaram melhor potencial para a citricultura, apesar de apresentarem limitações em atributos como resistência do solo à penetração, condutividade hidráulica saturada, pH e saturação por bases.

3. O solo da área de referência LAd3, localizada em Cruz das Almas-BA, além dessas mesmas limitações, ainda apresentou limitações em atributos como densidade do solo, macroporosidade e matéria orgânica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme já abordado foi possível, com base nas limitações identificadas no solo avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA, orientar algumas ações visando corrigir ou minimizar tais limitações, no sentido de aumentar a produtividade e a melhorar sustentabilidade da citricultura na região avaliada. Pretende-se num breve prazo promover uma discussão com produtores da região sobre os resultados obtidos neste trabalho e sobre as ações propostas.

Outro aspecto a considerar é que este trabalho pioneiro permitiu ainda levantar várias demandas de pesquisa relacionadas com aquele ambiente, como é o caso de estudos sobre a gênese do solo avaliado e da avaliação da distribuição do sistema radicular de citros, dentre outros.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. **Os domínios da natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 163p.
- ALVES, M.C; SUZUKI, L.G.A.S.; SUZUKI, L.E.A.S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho Distrófico em recuperação. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 31:617-625, 2007.
- ARAÚJO, E.A. de; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; LANI, J.L. Qualidade do solo: conceitos indicadores e avaliação. **R. Bras. de Tec. Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, 5:187-206, 2012.
- AULER, P.A.M.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M.A.; NEVES, C.S.V.J. Produção de laranja 'Pêra' em sistemas de preparo de solo e manejo nas entrelinhas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 32:363-374, 2008.
- BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando à melhoria dos solos dos Tabuleiros Costeiros. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 36:1287-1293, 2001.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R.M.L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 32:975-983, 2008.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; ENSMINGER, L.E.; WHITE, J.L.; CLARK, F.E.; DINAUER, R.C. (Ed.). **Methods of soil analysis**; Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. part 1, cap. 30, p.374-390.
- BORDIN, I.; NEVES, C.S.V.J.; AIDA, F.T.; SOUZA, W.R.; DAVOGLIO JUNIOR, A.C.; FURLANETO, T.L.R.; TAVARES FILHO, J. Sistema radicular de plantas cítricas e atributos físicos do solo em um Latossolo argiloso submetido à escarificação. **Ci. Rural**, Santa Maria, 35:820-825, 2005.
- BUENO, N.; GASPAROTTO, L. **Sintomas de deficiências nutricionais em citros**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 19p.
- CALGARO, H.F.; FERNANDES, F.M.; BOAVENTUR, A.L. de A.; TARSITANO, M.A.A. Modos de aplicação de calcário e de micronutrientes em pomar de laranjeira 'Natal' e análise comparativa de custos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, 29:639-644, 2007.
- CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E.; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 27:935-944, 2003.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D. de; REIS, E.F. dos; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 33:147-157, 2009.

CARTER, M.R. Quality, critical limits and standardization. In: LAL, R. (Ed.). **Encyclopedia of soil science**. New York: Marcel Dekker, 2002. p.1062-1065.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 22:527-538, 1998.

CENTURION, J.F.; FREDDI, O. da S.; ARATANI, R.G.; METZNER, A.F.M.; BEUTLER, A.N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 31:199-209, 2007.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; SAAD, A.M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 4:23-28, 2000.

COELHO, Y. da S.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para limeira ácida "Tahiti". In: BORGES, A.L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá**. 1.ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 92-107.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. 2. ed. rev. aument. Salvador: Ceplac / Ematerba / Embrapa / Epaba / Nitrofertal, 1989. 173 p.

CORÁ, J.E.; ARAÚJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 28:1013-1021, 2004.

CORÁ, J.E.; FERNANDES, C.; BERALDO, J.M.G.; MARCELO, A.V. Adição de areia para dispersão de solos na análise granulométrica. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 33:255-262, 2009

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 32:323-332, 2008.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Brasília, DF). **Programa geologia do Brasil, folha Santo Antônio de Jesus,(SD.24-V-B) – Escala 1:250.000**. Disponível em:
http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p_webm_ap=N. Acesso em: 10 junho 2015.

DAY, P.R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; ENSMINGER, L.E.; WHITE, J.L.; CLARK, F.E.; DINAUER, R.C. (Ed.). **Methods of soil analysis**; Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. part 1, cap. 43, p.545-567.

DIAS, C.B. Propriedades físicas e intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Amarelo coeso sob diferentes usos no ecossistema Tabuleiro Costeiro. 2012. 47 f. Dissertação de Mestrado (Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

DONAGEMMA, G.K.; RUIZ, H.A.; ALVAREZ, V.H.V.; KER, J.C.; FONTES, M.P.F. Fósforo remanescente em argila e silte separados de latossolos após aplicação de pré-tratamentos na análise textural. **Rev. Bras. Ci. Solo**, 32:1785-1791, 2008.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994. p.3-21. (SSSA Special Publication, 35)

EBERHARDT, D.N.; VENDRAME, P.R.S.; BECQUER, T.; GUIMARÃES, M. de F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em Latossolos sob pastagens no cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 32:1009-1016, 2008.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia**. Recife: 1977. v.1. 735p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 52; SUDENE. Série Recursos de Solos, 10).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1993. 126 p. (Boletim de Pesquisa, 7).

FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas à correção de acidez em solo de cerrado **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 35:2303-2307,2000.

FERREIRA, J.T.P.; FERREIRA, E.P.; SILVA, W.C. da; ROCHA, I.T.M. da; Atributos químicos e físicos do solo sob diferentes manejos na Microrregião Serrana dos Quilombos – Alagoas. **Agrarian Academy**, Goiânia,1:89-101, 2014.

FIALGO. Fundo de Incentivo à Cultura do Algodão em Goiás (Santa Helena de Goiás, GO). **Relatório final Projeto FIALGO 016-2004. Manejo do algodoeiro nas diferentes condições ecológicas do Estado de Goiás**. Santa Helena de Goiás: 2005. 240 p.

FIDALSKI, J.; AULER, P.A.M. Alterações químicas temporais nas faixas de adubação e entrelinhas do pomar, nutrição e produção de laranja após calagem superficial. **Rev. Bras. Ci.Solo**, Viçosa, 32:689-696, 2008.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. Homogeneidade da qualidade física do solo nas entrelinhas de um pomar de laranjeira com sistemas de manejo da vegetação permanente. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 31:637-645, 2007.

GLOVER, J.D.; REGANOLD, J.P.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, 80:29-45, 2000.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Recuperação Automática**: SIDRA. 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>>. Acesso em: 30 abr. 2013.

KARLEN, D.L.; STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994. p.53-71. (SSSA Special Publication, 35).

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; ENSMINGER, L.E.; WHITE, J.L.; CLARK, F.E.; DINAUER, R.C. (Ed.). **Methods of soil analysis**; Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. part 1, cap. 39, p.499-510.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 26:857-867, 2002.

LEPSCH, I. (Coord.). **Manual de levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 352p. 2012.

LIMA NETO, J. de A.; RIBEIRO, M.R.; CORRÊA, M.M.; SOUZA JÚNIOR, V.S. de S.; LIMA, J.F.W.F.; FERREIRA, R.F. de A. e L. Caracterização e gênese do caráter coeso em Latossolos Amarelos e Argissolos dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas. **R. Bras. de Ci. Solo**, Viçosa, 33:1001-1011, 2009.

LIMA, H.V. de; SILVA, A.P. da; ROMERO, R.E.; JACOMINE, P.K.T. Comportamento físico de um Argissolo Acinzentado coeso no estado do Ceará. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 29:33-40, 2005.

LIMA, J.S.S.; SOUZA, G.S. de; SILVA, S. de A. Distribuição espacial da matéria orgânica, grau de flocculação e argila dispersa em água em área de vegetação natural em regeneração e pastagem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, 37:539-546, 2013.

LISBOA, B.B.; VARGAS, L.K.; ABICHEQUER, A.D.; DORNELES, E.P.; CAPITANI, B. Determinação do fósforo remanescente como método alternativo à textura na indicação da classe de disponibilidade de fósforo em três solos. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, Porto Alegre, 18:81-84, 2012.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo conceitos e aplicações**. Lavras: UFLA, 2004. XXp. (UFLA. Boletim Técnico, 2).

LOPES, A.S. **Manual Internacional de fertilidade do Solo**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 177p.

MAGALHÃES, A.F. de J.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para laranjeiras, tangerineiras e híbridos In: BORGES, A.L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá**. 1.ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p.74-91.

MEDEIROS, G.A. de; DANIEL, L.A.; LUCARELLI, J.R. de F.; REIS, F.A.G.V. Influência do sistema de preparo e manejo de um Latossolo Vermelho nas suas propriedades físico-hídricas. **Geociências**, São Paulo, 28:453-465, 2009.

MELO FILHO, J.F.; VASCONCELOS, A.L.S.; SOUZA, L. da S. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 31:1599-1608, 2007.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. UFLA, 2002, 626p.

MÜLLER, J.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; SEQUINATTO, L.; MAZURANA, M.; STÜRMER, S.L.K.; PIETRZACKA, R. Atributos físicos e químicos de um Argissolo Vermelho, em pomar orgânico de citros com manejo da vegetação nas entrelinhas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, 33:1127-1134, 2011.

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes Gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para o seu reconhecimento. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

OLIVEIRA, J.T. de; MOREAU, A.M.S. dos S.; PAIVA, A. de Q.; MENEZES, A.A.; COSTA, O.V.; Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 32:2821-2829, 2008.

OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesq. Agropec. Bras.**, Rio de Janeiro, 39:197-200, 1968.

OLIVEIRA, S.N. **Mapa de localização da cidade de Santo Antônio de Jesus**. Santo Antônio de Jesus: 2012.

PAIVA, A. de Q.; SOUZA, L. da S.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M. da. Propriedades físico-hídricas de solos de uma toposseqüência de tabuleiro do estado da Bahia. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 35:2295-2302, 2000.

PAIVA, A.Q.; SOUZA, L. da S.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M. da. Disponibilidade de água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia e sua relação com indicadores do crescimento da laranjeira. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 22:367-377, 1998.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O. Del'A. V.; COSTA, L.M. da. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 34:575-585, 2010.

RAIJ, B. van. A capacidade de troca de cátions das frações orgânicas e mineral de solos. **Bragantia**, Campinas, 28:85-112, 1969.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 31:1609-1623, 2007.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, 27:29-48, 2003.

REZENDE, J. de O.; MAGALHÃES, A.F. de J.; SHIBATA, R.T.; ROCHA, E. S.; FERNANDES, J.C.; BRANDÃO, F.J.C.; REZENDE, V.J.R.P. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros**: análise e sugestões. Salvador: SEAGRI/SPA, 2002. 97p.

RIBEIRO, K.D.; MENEZES, S.M.; MESQUITA, M. da G. B. de F.; SAMPAIO, F. de M.T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solo da região de Lavras, MG. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, 31:1167-1175, 2007.

RIBEIRO, L.P. **Os Latossolos Amarelos de Recôncavo Baiano**: gênese, evolução e degradação. Salvador: CADCT/Seplantec, 1998. 100p

RICHARDS, L.A. Physical condition of water in soil. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; ENSMINGER, L.E.; WHITE, J.L.; CLARK, F.E.; DINAUER, R.C. (Ed.). **Methods of soil analysis**; Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. part 1, cap. 8, p.128-152.

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

SANTANA, M.B. **Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores da coesão em dois solos de Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2003. 76p. (Tese de Mestrado)

SANTANA, M.B.; SOUZA, L da S.; SOUZA, L. D.; FONTES, L.E.F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de Tabuleiros Costeiros do estado da Bahia. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 30:1-12, 2006.

SANTOS, D. da S.; ARRUDA, E.M.; MORAES, E.R. de; FRANCO, F.O.; ARAÚJO, J. R.; RESENDE, T.M; BORGES, E.N.; RIBEIRO, B.T. Atributos físicos e matéria orgânica de áreas de latossolo utilizadas para atividade pecuária no bioma cerrado. **Biosci. J.**, Uberlândia, 28:500-508, 2012.

SANTOS, R.M. dos; FERREIRA, R.O.; SOUZA, L. da S. Estabilidade de agregados em Latossolos Amarelos em dois diferentes cultivos. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2014. 1 CD-ROM.

SAS INSTITUTE Inc. **SAS/STAT user's guide**. 4.ed. Raleigh: SAS INSTITUTE Inc., 2004. v.9, 846p.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (Salvador, BA). **Estatísticas dos municípios baianos**; Território de identidade Recôncavo. Salvador: 2010. v.13.

SILVA, A.J.N. da; CARVALHO, F.G. de. Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro. **Rev. Bras. Ci.Solo**, Viçosa, 31:853-862, 2007.

SILVA, E. de J. da, **Subsolagem, calagem e adubação mineral em um Latossolo Amarelo coeso de Tabuleiro Costeiro e conseqüências em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens***. 2010. 80f. Dissertação de Mestrado (Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

SILVA, F. T. dos S.; AMORIM, L de O.; PASSE, J.J.; FARIAS, P. dos S.; PASSOS, R.T.L. da M.; DIAS, F.P.M.; MOREIRA, F.M.; SANTOS, G.B. dos; SAMPAIO, F.T.; NÓBREGA, J.C.A. Estabilidade de agregados e teor de matéria orgânica em Latossolo Amarelo Distrocoeso do Recôncavo da Bahia sob diferentes usos. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 2014, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2014a. 1 CD-ROM.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, F.T. dos D.; SOUZA, L. da S.; ALCOFORADO, P.A.U.G.; MELO FILHO, J.F. de. Avaliação de atributos de agregação em solos do Estado da Bahia. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 2014, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2014b. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, D. de C.; MELO FILHO, J.F. de; SACRAMENTO, J.A.A.S. do; SILVEIRA, E.C.P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo Distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 34:659-667, 2010.

SILVEIRA, P.M. da; ZIMMERMANN, F.J.P.; SILVA, S. da S.; CUNHA, A.A. da. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 35:e2057-2064, 2000.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; PAIVA A. de Q.; RODRIGUES, A.C.V; RIBEIRO, L. da S. Distribuição do sistema radicular de citros em uma toposseqüência de solos de Tabuleiro Costeiro do Estado da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 32:503-513, 2008.

SOUZA, L. da S.; PAIVA, A. de Q. Variação do potencial total da água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro, durante dois anos **Pesq. agropec. bras.** Brasília, 36:349-355, 2001.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. 56p. (Embrapa-CNPMP. Boletim Técnico, 20).

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; SOUZA, L.F. da S. Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo sob o enfoque de produção vegetal: estudo de caso para citros em solos coesos de Tabuleiros Costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Trabalhos apresentados...** Ribeirão preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

SOUZA, L. da S.; TRINDADE, A.V.; SOUZA, L.D., SANTANA, M.B. Avaliação da qualidade do solo a partir de indicadores físicos, microbiológicos e bioquímicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade Federal de Sergipe, 2006. 1 CD-R)M.

SOUZA, L.D.; SOUZA, L. da S.; LEDO, C.A. da S. Disponibilidade de água em pomar de citros submetido a poda e subsolagem em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. **Rev. Bras. Frut.**, Jaboticabal, 26:69-73, 2004.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER JR., J.J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. **Soil Science**, Baltimore, 102:18-22, 1966.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. da; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 22:573-581, 1998.

VASCONCELOS, R.F.B. de ;CANTALICE, J.R.B.; OLIVEIRA, V.S. de; COSTA, Y.D.J. da; CAVALCANTE, D.M.C. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 34:309-316, 2010.

VASCONCELOS, R.F.B. de; SOUZA, E.R. de; CANTALICE, J.R.B.; SILVA, L.S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de Tabuleiros Costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, 18:381–386, 2013.

VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L. MUNIZ, A.S. ; VEIGAS, I.A. de J.M. - Efeito de diferentes materiais no ph do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba- SP, 49 (1): 123-128, 1992.

ANEXOS

Anexo 1. Descrição geral e atributos morfológicos.

DESCRIÇÃO GERAL

DATA – 11/06/2014

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico, A moderado, textura média/argilosa, fase floresta ombrófila densa, bem drenado, relevo plano e ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO – LAdx.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município de Santo Antônio de Jesus, Estado da Bahia, localizado a 188 km de Salvador, entre as coordenadas Latitude Sul 12°58'08" e Longitude Oeste 39°15'41'.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Descrito e coletado em perfil localizado em topo plano, em solo cultivado com laranja 'Pêra'.

ALTITUDE – 197 m.

LITOLOGIA – Depósitos detrito-lateríticos recobrimdo o material cristalino (Rocha metamórfica – Ortognaisses enderbíticos, charnoenderbíticos e charnockítico).

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formações superficiais (Grupo Barreiras) / Complexos Tanque-Novo, Ipirá e Caraíba.

PERÍODO – Neógeno / Neoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração de sedimentos argilo-arenosos do Barreiras e do cristalino.

PEDREGOSIDADE – Ausente.

ROCHOSIDADE – Ausente.

RELEVO LOCAL – Plano.

REGIONAL – Plano a ondulado.

EROSÃO – Laminar não aparente.

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta ombrófila densa.

USO ATUAL – Cultivo de citros.

CLIMA – Clima tropical úmido ou subúmido (Am), segundo a classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Oldair Del’Arco Vinhas Costa, Luciano da Silva Souza e Rita Terezinha Lopes da Mota.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A** 0 – 11 cm; bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); argilo-arenosa; moderada grande blocos subangulares; friável a firme, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição clara e plana.
- AB** 11 – 21 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); argilosa; fraca grande blocos subangulares; friável, pegajoso, ligeiramente plástico; transição gradual e plana.
- BA** 21 – 47 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmido); argilosa; maciça muito coesa; friável a firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- Bw1** 47 – 97 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmido); argilosa; maciça muito coesa; firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- Bw2** 97 – 130 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 5/8, úmido); argilosa; maciça coesa; firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- Bw3** 130 – 157 cm; bruno forte (7,5YR 5/8, úmido); argilosa; fraca, grande, blocos subangulares com aspecto maciço; friável a firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana
- 2Bt1** 157 – 190 cm; bruno forte (7,5YR 5/8, úmido); argilosa; fraca muito grande blocos subangulares; friável, plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- 2Bt2** 190 – 216⁺ cm; vermelho-amarelado (7,5YR 5/6, úmido); argilosa; fraca grande blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; cerosidade fraca e pouca.

OBSERVAÇÕES – 1) Perfil descrito úmido.

2) Raízes poucas finas e médias no horizonte A, AB, e BA, raras e finas no Bw1.

3) Topo do B apresenta coesão. Presença de pouco cascalho arredondado em toda massa do solo.

4) Apresenta cascalho de quartzo e concreções de ferro a partir do AB até o Bw3. A partir do Bw3, mistura de cascalho arredondado e arrestado de quartzo, solo avermelhado, sugerindo descontinuidade litológica abaixo desse horizonte, ou seja, nele e acima o material de origem foi sedimentos do Grupo Barreiras e abaixo material do embasamento cristalino.

Anexo 2. Resultados de análise granulométrica, de argila dispersa em água e de grau de floculação de perfil de Latossolo Amarelo distrocoeso argissólico descrito na Comunidade de Baixa do Morro, em Santo Antônio de Jesus-BA.

Horizontes	Prof. (cm)	Análise granulométrica (g kg ⁻¹)								Classe textural	Relação silte/argila	Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	Grau de floculação (%)
		AMG ⁽¹⁾	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argila				
A	0-11	40	126	203	14	276	659	116	225	Franco-argiloarenosa	0,52	184	18
AB	11-21	53	142	202	87	201	684	72	244	Franco-argiloarenosa	0,30	204	16
BA	21-47	35	112	149	101	140	537	94	369	Argilo-arenosa	0,25	308	17
Bw1	47-97	35	88	122	157	62	464	142	394	Argilo-arenosa	0,36	83	79
Bw2	97-130	34	70	106	126	55	391	115	494	Argilosa	0,23	62	87
Bw3	130-157	25	63	92	93	66	340	144	516	Argilosa	0,28	41	92
2Bt1	157-190	20	58	83	112	32	304	157	539	Argilosa	0,29	21	96
2Bt2	190-216 ⁺	23	56	76	35	86	276	124	600	Argilosa	0,21	0	100

⁽¹⁾AMG = areia muito grossa; AG = areia grossa ; AM = areia média; AF= areia fina; AMF = areia muito fina; e AT = areia total.

Anexo 3. Resultados de porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo e de partículas de perfil de Latossolo Amarelo distrocoeso argissólico descrito na Comunidade de Baixa do Morro em Santo Antônio de Jesus-BA.

Horizontes	Prof. (cm)	PTC ⁽¹⁾	MAP	MIP	Ds	Dp
		----- m ³ m ⁻³ -----			--- kg dm ⁻³ ---	
A	0-11	0,4319	0,1582	0,2647	1,47	2,59
AB	11-21	0,4668	0,1668	0,2251	1,50	2,82
BA	21-47	0,4712	0,1176	0,2834	1,48	2,80
Bw1	47-97	0,4207	0,1017	0,3103	1,52	2,62
Bw2	97-130	0,4703	0,0752	0,3394	1,48	2,79
Bw3	130-157	0,5078	0,0787	0,3424	1,37	2,86
2Bt1	157-190	0,5057	0,1226	0,3388	1,30	2,62
2Bt2	190-216 ⁺	0,5293	0,0488	0,3506	1,27	2,69

⁽¹⁾PTC = porosidade total calculada; MAP = macroporosidade; MIP = microporosidade; Ds= densidade do solo; Dp = densidade de partículas.

Anexo 4. Resultados de análise de agregados e diâmetro médio ponderado (DMP) de agregado via úmida de perfil de Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico descrito na Comunidade de Baixa do Morro em Santo Antônio de Jesus-BA.

Horizontes	Prof. (cm)	Classes de agregados (mm) e DMP, via úmida					DMP
		7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25	
		----- % -----					
A	0-11	15,1	12,3	24,9	19,8	27,9	1,2
AB	11-21	8,7	9,8	27,4	23,2	30,9	0,9
BA	21-47	7,6	11,1	27,1	21,3	32,9	0,9
Bw1	47-97	16,9	19,6	26,5	18,4	18,6	1,4
Bw2	97-130	41,2	18,5	20,2	10,6	9,5	2,5
Bw3	130-157	43,3	24,6	19,6	7,1	5,4	2,7
2Bt1	157-190	41,6	21,7	22,0	8,3	6,4	2,6
2Bt2	190-216 ⁺	44,1	25,0	19,0	6,8	5,1	2,7

Anexo 5. Resultados de retenção de água, condutividade hidráulica saturada, umidade crítica de resistência do solo à penetração e umidade crítica de porosidade de aeração de perfil de Latossolo Amarelo distrocoeso argissólico descrito na Comunidade de Baixa do Morro em Santo Antônio de Jesus-BA.

Horizon- tes	Prof. (cm)	Atributos relacionados com água no solo					
		Uv10 kPa	Uv100 kPa	Uv300 kPa	Uv1500 kPa	AD10- 1500 kPa	K_0
		----- m ³ m ⁻³ -----					cm h ⁻¹
A	0-11	0,2027	0,2131	0,2099	0,1409	0,0618	3,19
AB	11-21	0,1853	0,1595	0,1613	0,1388	0,0465	6,03
BA	21-47	0,2674	0,2521	0,2464	0,1439	0,1235	0,18
Bw1	47-97	0,3353	0,2668	0,2588	0,2577	0,0776	0,07
Bw2	97-130	0,3283	0,2989	0,2852	0,2868	0,0415	0,02
Bw3	130-157	0,3638	0,3287	0,3061	0,2835	0,0803	0,18
2Bt1	157-190	0,3552	0,3168	0,2983	0,2470	0,1082	... ⁽²⁾
2Bt2	190-216 ⁺	0,3745	0,3179	0,3093	0,2962	0,0783	...

⁽¹⁾Uv10 kPa = umidade volumétrica retida a 10 kPa; Uv100 kPa = umidade volumétrica retida a 100 kPa; Uv 300 kPa = umidade volumétrica retida a 300 kPa; Uv 1500 kPa = umidade volumétrica retida a 1.500 kPa; AD10-1500 kPa = água disponível (Uv10 kPa – Uv1500 kPa); K_0 = condutividade hidráulica saturada.

⁽²⁾Dados perdidos.

Anexo 6. Comentários gerais sobre o solo avaliado em Santo Antônio de Jesus-BA.

O solo da área avaliada em Santo Antônio de Jesus-BA foi classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico. Segundo Oliveira et al. (1992) essa classificação compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico, baixos teores de Fe_2O_3 e fração argila de natureza essencialmente caulínica.

O perfil descrito localiza-se em topo com relevo plano seguido de ondulado, altitude de 197 m, entre as coordenadas de 13°02'377' de latitude Sul e 39°12'779' de Longitude Oeste e clima Am, quente e úmido, de acordo com classificação de Köppen. A vegetação primária compreende a floresta ombrófila densa, estando o solo atualmente cultivado com citros. O relevo regional varia de plano a ondulado.

Esse solo apresenta como principal característica o material de origem constituído de sedimentos derivados do Grupo Barreiras, do período Terciário, recobrando o material cristalino subjacente, constituído por rocha metamórfica (ortognaisses enderbíticos, charnoenderbíticos e charnockíticos) já completamente intemperizada, sendo assim produto de alteração dos sedimentos e do cristalino.

O solo é profundo, com seqüência de horizontes A, AB, BA, Bw1, Bw2, Bw3, 2B1 e 2B2, indicando a presença de descontinuidade litológica entre sedimentos do Grupo Barreiras e material do embasamento cristalino. O perfil apresentava-se bem drenado e a área sem erosão laminar aparente, pedregosidade e rochosidade. Presença de forte coesão foi registrada nos horizontes BA e Bw1, na profundidade de 21 a 97 cm, com menor intensidade no Bw2 (97 a 130 cm). De acordo com Oliveira et al. (1992), os Latossolos Amarelos apresentam-se coesos, duros ou muito duros quando secos, principalmente nos horizontes AB ou BA. Foram observados vestígios de atividade biológica, principalmente de minhocas, e raízes poucas finas e médias nos horizontes A, AB, e BA e raras e finas no Bw1.

A cor do solo variou de bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2) no horizonte A a bruno amarelado escuro (10YR 5/8) no Bw2, e de bruno forte no Bw3 e 2B1 (7,5YR 5/8) a vermelho-amarelado no 2B2 (7,5YR 5/6).

O solo apresentou estrutura maciça nos horizontes BA, Bw1 e Bw2 e em blocos subangulares nos demais horizontes. A consistência úmida variou de friável a firme e a molhada de ligeiramente plástica a plástica e de ligeiramente pegajosa a pegajosa; não

foi avaliada a consistência seca, pois o solo estava úmido no momento da descrição. Foi observada cerosidade pouca e fraca no último horizonte descrito.

Pouco cascalho arredondado de quartzo e concreções de ferro foram observados em toda a massa do solo, a partir do AB até o Bw3; a partir daí foi observada mistura de cascalho arredondado e arestado de quartzo com o solo avermelhado.

A análise granulométrica realizada mostrou textura variando de franco-argiloarenosa nos horizontes A e AB, argilo-arenosa em BA e Bw1 e argilosa de Bw2 em diante, com teores de argila variando de 225 a 600 g kg⁻¹. Maiores teores de argila dispersa foram observados nos horizontes A, AB e BA, com graus de floculação de 18, 16 e 17 %, respectivamente; nos demais horizontes o grau de floculação variou de 79 a 100 % (Anexo 2).

Grande predominância de microporos sobre macroporos foi observada a partir do horizonte BA, com alguns valores desses últimos situando-se abaixo do valor crítico de 0,10 m³ m⁻³ (CARTER, 2002). A densidade do solo de 1,47 kg dm⁻³ no horizonte A até 1,52 kg dm⁻³ no horizonte Bw1, diminuindo daí até 2B2 (1,27 kg dm⁻³) (Anexo 3). O diâmetro médio ponderado de agregados foi muito baixo nos horizontes A até Bw1, entre 0,9 e 1,4 mm, indicando predominância de agregados de menor diâmetro, o contrário ocorrendo nos horizontes Bw2 a 2Bt2, com diâmetro médio ponderado acima de 2,5 mm (Anexo 4).

A retenção de água foi diferenciada nos horizontes, indicando que os atributos dos solos citados (Anexos 2 a 4) influenciaram o conteúdo de água retido nas diferentes tensões, sendo os horizontes mais profundos responsáveis pelo maior valor de retenção de água no solo, certamente determinada pelo maior teor de argila nesses horizontes. Esta variável também comportou menor valor de retenção nos horizontes A e AB. Os maiores valores de condutividade hidráulica saturada também foram registrados nos horizontes A e AB e os menores a partir daí (Anexo 5), em concordância com a textura (Anexo 2) e com os valores de macroporosidade (Anexo 3).