

Cruz das Almas, BA / Abril, 2026

Caracterização física e físico-hídrica de solos na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Laercio Duarte Souza⁽¹⁾, Luciano da Silva Souza⁽²⁾, Luiz Francisco da Silva Souza Filho⁽³⁾ e Oldair Del'Arco Vinhas Costa⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, ⁽²⁾ Pesquisador aposentado, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, ⁽³⁾ Professores, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA

Resumo – O trabalho apresenta a caracterização física e físico-hídrica dos solos localizados na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, município de Cruz das Almas, BA. Os dados, obtidos e avaliados no ano de 1993, foram dimensionados em relação às suas características pedológicas. Posteriormente foram utilizados para determinar novos aspectos físicos do solo em 2001. Nesta publicação, as informações foram atualizadas, a exemplo das legendas do mapa de classes de solos, acrescentou-se novos parâmetros físicos aos solos que também foram avaliados nos sete perfis representativos desses solos, com cinco Latossolos Amarelos (LAd1 a LAd5), um Argissolo Amarelo (PAd1) e um Cambissolo Háptico (CXbd); e com ênfase nos atributos granulométricos, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, macro e microporosidade, condutividade hidráulica saturada, estabilidade e índice de agregação, além da retenção de água e estimativa da água disponível às plantas. Os resultados indicaram predominância das frações areia fina, média e grossa nos horizontes superficiais, com redução em profundidade e incremento progressivo dos teores de argila. A análise da dispersão da argila evidenciou altos valores em grande parte dos horizontes avaliados, refletindo a suscetibilidade desses solos à degradação estrutural. Os teores de matéria orgânica foram, de modo geral, baixos, o que pode comprometer o potencial de formação e estabilidade de agregados. A densidade do solo foi mais elevada nos horizontes Ap (compactados) e AB/BA (coesos), sobretudo nos Latossolos, que está acompanhado por uma porosidade total reduzida, com predominância de microporos em relação aos macroporos. A condutividade hidráulica saturada mostrou-se limitada, principalmente nos horizontes coesos, o que restringiu o fluxo de água no perfil. A estabilidade dos agregados foi reduzida em todos os solos, com desempenho inferior no Argissolo. Quanto à água disponível, observou-se maior capacidade nos perfis LAd1 e CXbd, enquanto o LAd2 e o PAd1 apresentaram os menores valores. Os dados demonstram a necessidade de adoção de estratégias de manejo diferenciadas para esses solos, para promover maior aprofundamento das raízes e melhorar a dinâmica da água no perfil, sobretudo em função da ocorrência recorrente de déficits hídricos na região.

Termos para indexação: granulometria, densidade do solo, condutividade hidráulica, agregação, retenção de água.

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Rua Embrapa - s/n,
Caixa Postal 007
44380-000, Cruz das Almas, BA
www.embrapa.br /mandioca-e-fruticultura
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Eduardo Chumbinho de Andrade

Secretária-executiva

Maria da Conceição Pereira da Silva

Membros

Ana Lucia Borges, Clovis Oliveira de Almeida, Maira Vergne Dias, Claudio Luiz Leone Azevedo, Maria de Fatima Ferreira da Costa Pinto, Eliseth de Souza Viana, Cristina de Fatima Machado, Cristiane de Jesus Barbosa e Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki

Edição executiva

Eduardo Chumbinho de Andrade

Revisão de texto

Cintia Silva de Moura

Normalização bibliográfica

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro Perrone (CRB-5/1161)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Anapaula Rosário Lopes

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Physical and physico-hydric characterization of soils in the experimental area of Embrapa Cassava and Fruits

Abstract – This study presents the physical and physico-hydric characterization of soils in the experimental area of Embrapa Cassava and Fruit Crops, located in the municipality of Cruz das Almas, BA, Brazil. Data originally obtained and evaluated in 1993 (Research Bulletin No. 7) were dimensioned according to pedological characteristics and used to determine new physical soil attributes in 2001 (Research and Development Bulletin No. 20). In 2025, the same Bulletin No. 20 was updated with additional information, such as revised soil class map legends, incorporating new physical parameters evaluated in seven representative soil profiles: five Xanthic Ferralsols (LAd1 to LAd5), one Xanthic Lixisols (PAd1), and one Dystric Cambisols (CXbd). Emphasis was placed on granulometric attributes, bulk density, particle density, total porosity, macro- and microporosity, saturated hydraulic conductivity, aggregate stability and aggregation index, as well as water retention and estimates of plant-available water. Results revealed a predominance of fine, medium, and coarse sand fractions in surface horizons, decreasing with depth alongside a progressive increase in clay content. Clay dispersion analysis showed high values in most horizons, indicating susceptibility to structural degradation. Organic matter levels were generally low, potentially compromising aggregate formation and stability. Bulk density was elevated in compacted Ap horizons and cohesive AB/BA horizons, particularly in Latosols, associated with reduced total porosity and a predominance of micropores over macropores. Saturated hydraulic conductivity was limited, especially in cohesive horizons, restricting water flow through the profile. Aggregate stability was low across all soils, with the poorest performance in the Argisol. Plant-available water capacity was highest in LAd1 and CXbd profiles and lowest in LAd2 and PAd1. These findings underscore the need for tailored soil management strategies to promote deeper root penetration and improve water dynamics in the profile, particularly given the recurrent water deficits in the region.

Index terms: granulometry, bulk density, saturated hydraulic conductivity, aggregation, water retention.

Introdução

A primeira versão deste trabalho, que tratava dos aspectos pedológicos do solo, foi publicada pela Embrapa Mandioca e Fruticultura no Boletim de Pesquisa nº 7 (Levantamento. 1993). A nova edição, motivada pela obtenção de dados experimentais mais detalhados relativos aos atributos físicos do solo, os quais permitiram um refinamento da relação solo-água, de relevante importância para os solos coesos de Tabuleiros Costeiros e Interioranos (Souza e Souza, 2001). Além disso, a revisão foi influenciada por um novo enquadramento de uma das classes de solo utilizada no estudo.

A compreensão das propriedades físicas e hídricas do solo é essencial para explicar fenômenos que podem impactar, de maneira positiva ou negativa, a produtividade de cada cultivo (Oliveira e Paula, 1983).

Forsythe (1967) apresenta o solo como um dos fatores determinantes do crescimento vegetal, detalhando seus aspectos físicos, químicos e biológicos, suas interações e a relevância desses atributos para a produtividade agrícola. Certos atributos físicos do solo exercem influência direta na produção das culturas, sendo classificados como fatores físicos de crescimento vegetal. Entre eles destacam-se: a aeração, os potenciais da água no solo, a temperatura do solo e a resistência mecânica ao crescimento das raízes, os quais são influenciados por fatores ambientais, como precipitação pluvial e radiação solar. Além disso, existem atributos físicos, como os limites de consistência, que apesar de não estarem diretamente relacionados à produtividade das culturas, desempenham papel crucial no preparo do solo, criando condições que otimizam os fatores físicos de crescimento vegetal. Giarola et al. (2023) ressaltam a importância da análise de atributos físicos do solo para a seleção de cultivos, o manejo do complexo solo-água-ar durante o ciclo de produção e o planejamento de sistemas de drenagem.

O entendimento dos atributos do solo, fundamentado nas suas relações massa/volume, como a densidade do solo, a porosidade total, a macro e a micro porosidade, bem como o estado de agregação das partículas e a capacidade de retenção de água em seus diferentes horizontes, fornecem informações cruciais sobre a qualidade da estrutura do solo. Esses fatores influenciam diretamente a capacidade de aeração do solo, o que, por sua vez, impacta a produtividade das culturas e a suscetibilidade à erosão (Oliveira e Paula, 1983; Ferreira, 2010; Albuquerque; Gubiani, 2023).

O ambiente químico do solo pode ser modificado de maneira relativamente simples por meio da aplicação de corretivos e nutrientes, sendo que a viabilidade dessas alterações é predominantemente determinada por fatores econômicos. Em contrapartida, a modificação nos atributos físicos do solo é um processo mais complexo e demorado, o que enfatiza a importância de se conhecer melhor tais atributos, para que se possa desenvolver sistemas de uso e manejo do solo que proporcionem valores adequados para os fatores físicos de crescimento vegetal. A interação entre as variáveis climáticas e as características físicas do solo é fundamental para a manifestação dessas propriedades (Giarola e Silva, 2002).

A caracterização física e química do solo, tanto em condições naturais quanto após o manejo e uso agrícola, é indispensável para a interpretação de resultados experimentais, para a comparação de dados obtidos em diferentes localidades e para a extrapolação de resultados regionais, desde que se considerem também os aspectos climáticos (Oliveira e Paula, 1983; Giarola et al., 2023).

O presente estudo teve como objetivo determinar alguns atributos físicos de solos da área da Embrapa Mandioca e Fruticultura, complementando os dados já obtidos no levantamento detalhado dessa área (EMBRAPA, 1993) e no trabalho de caracterização publicado no ano de 2001³.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado no ano de 2000, na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada em Cruz das Almas (BA), no Recôncavo Baiano ($12^{\circ}40'19''$ S; $39^{\circ}06'22''$ W, altitude de 220 m). Esse ecossistema apresenta precipitação média anual de 1.200 mm, temperatura média anual de 24°C e umidade relativa do ar média anual de 80%. O mapa detalhado dos solos da área da Embrapa Mandioca e Fruticultura é apresentado na Figura 1. Foi estabelecida a correspondência das classes de solos com a Base Mundial de Referência para Recursos de Solos (IUSS Working Group WRB, 2022).

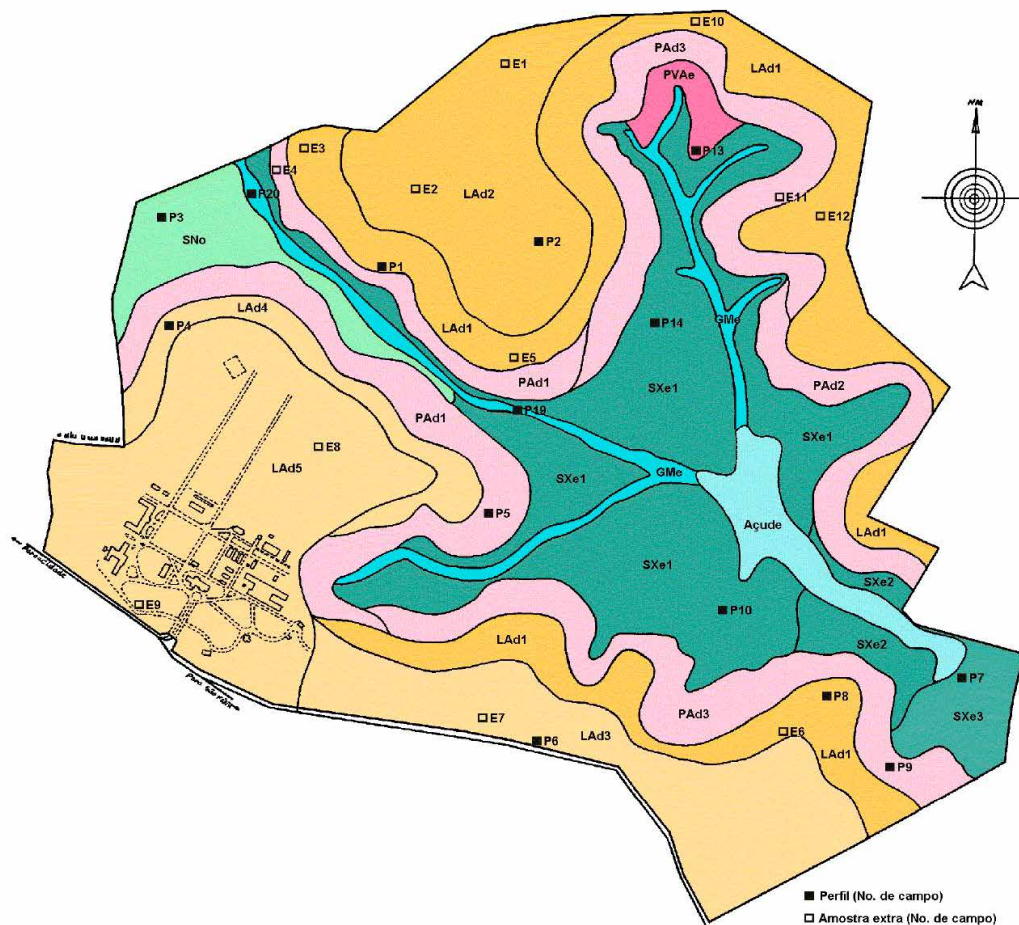


Figura 1. Mapa detalhado de solos da área da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

a) A legenda original de tal mapa engloba as seguintes classes/unidades de solos (EMBRAPA, 1993):

Latossolo Amarelo

- LAa1 - Latossolo Amarelo álico A moderado textura argilosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 10 a 15%.
- LAa2 - Latossolo Amarelo álico A moderado textura franco argilo-arenosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 0 a 3%.
- LAd1 - Latossolo Amarelo distrófico A moderado textura argilosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 0 a 3%.
- LAd2 - Latossolo Amarelo distrófico A moderado textura argilosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 10 a 15%.
- LAd3 - Latossolo Amarelo distrófico A moderado textura franco argilo-arenosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 0 a 3%.

Podzólico Vermelho-Amarelo

- PVa1 - Podzólico Vermelho-Amarelo Tb álico A moderado textura argilosa/muito argilosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 20 a 40%.
- PVa2 - Podzólico Vermelho-Amarelo Tb álico A moderada textura argilosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 30 a 40%.
- PVa3 - Podzólico Vermelho-Amarelo Tb álico A moderada textura argilosa com ou sem cascalho fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 20 a 30%.

Podzólico Vermelho-Amarelo

- PE - Podzólico Vermelho-Amarelo Tb eutrófico A moderada textura muito argilosa fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 10 a 20%.

Planossolo Ta eutrófico

- PSe1 - Planossolo Ta eutrófico solódico A moderado textura franco arenosa com cascalho/franco argilo-arenosa cascalhenta ou com cascalho fase floresta tropical subcaducifólia declive 2 a 8%.
- PSe2 - Planossolo Ta eutrófico solódico A moderado textura franco arenosa com cascalho/franco argilo-arenosa cascalhenta ou com cascalho fase floresta tropical subcaducifólia declive 5 a 20%.

- PSe3 - Associação complexa de Planossolo Ta eutrófico A moderado + Solonetz-Solodizado Ta e Tb A moderado e fraco, ambos textura franco arenosa com cascalho ou cascalhenta/franco argilo-arenosa cascalhenta ou com cascalho e argilosa com cascalho fase floresta tropical subcaducifólia declive 2 a 15% + Afloramentos de rocha.

Solonetz - Solodizado

- SS - Associação complexa de Solonetz-Solodizado Tb + Planossolo Ta eutrófico solódico ambos A moderado textura franco arenosa com cascalho/franco argilo-arenosa com cascalho ou argilosa com cascalho fase floresta tropical subcaducifólia declive 2 a 8%.

Solos Hidromórficos

- HG - Associação complexa de Glei Húmico e Solos Orgânicos, ambos eutróficos solódicos + Solonetz-Solodizado Ta gleico A moderado, todos textura indiscriminada fase campo hidrófilo de várzea declive 0 a 3%.

b) A legenda foi atualizada em função da publicação da 1ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), passando a novas denominações, que foram utilizadas no trabalho publicado em 2001 (Souza & Souza, 2001):

Latossolo Amarelo distrófico álico

- LAd1 - Latossolo Amarelo distrófico argissólico textura argilosa A moderado álico caulínítico hipoférrico muito profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 10 a 15%.
- LAd2 - Latossolo Amarelo distrófico típica textura franco argilo-arenoso A moderado álico caulínítico hipoférrico muito profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 0 a 3%.

Latossolo Amarelo distrófico

- LAd3 - Latossolo Amarelo distrófico típica textura argilosa A moderado caulínítico hipoférrico muito profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 0 a 3%.
- LAd4 - Latossolo Amarelo distrófico típica textura argilosa A moderado caulínítico hipoférrico muito profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 10 a 15%.
- LAd5 - Latossolo Amarelo distrófico típica textura franco argilo-arenoso A moderado caulínítico hipoférrico fase transição floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia declive 0 a 3%.

Argissolo Amarelo

- PAd1 - Argissolo Amarelo distrófico típica textura argilosa/muito argilosa A moderado endoálico caulinitico hipoferrico profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 20 a 40%.
- PAd2 - Argissolo Amarelo distrófico típica textura argilosa A moderado endoálico fase transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 30 a 40%.
- PAd3 - Argissolo Amarelo distrófico típico textura argilosa com ou sem cascalho A moderado endoálico caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 20 a 30%.

Argissolo Vermelho-Amarelo

- PVAe - Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico textura muito argilosa A moderado endoálico caulinitico mesoferrico profundo neutro/ácido fase transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 10 a 20%.

Planossolo Háptico

- SXe1 - Planossolo Háptico solódico textura franco arenosa com cascalho/franco argilo-arenosa cascalhenta ou com cascalho A moderado caulinitico pouco profundo neutro/ácido fase floresta tropical subcaducifolia declive 2 a 8%.
- SXe2 - Planossolo Háptico PLANOSSOLO HÁPLICO solódico textura franco arenosa com cascalho/franco argilo-arenosa cascalhenta ou com cascalho A moderado caulinitico pouco profundo neutro fase floresta tropical subcaducifolia declive 5 a 20%.
- SXe3 - Associação complexa de Planossolo Háptico solódico A moderado + Planossolo Nátrico Órtico típico A moderado e fraco ambos textura franco arenosa com cascalho ou cascalhenta/franco argilo-arenosa cascalhenta ou com cascalho e argilosa com cascalho caulinitico pouco profundo neutro fase floresta tropical subcaducifolia declive 2 a 15% + Afloramentos de rocha.

Planossolo Nátrico

- SNo - Associação complexa de Planossolo Nátrico órtico + Planossolo Háptico solódico ambos textura franco arenosa com cascalho/franco argilo-arenosa com cascalho ou argilosa com cascalho A moderado cauliniticos pouco profundos neutros fase floresta tropical subcaducifolia declive 2 a 8%.

Gleissolos Melânicos

- GMe - Associação complexa de Gleissolos Melânicos Eutróficos e Organossolos Hápticos ambos típicos + Planossolo Nátrico órtico gleico A moderado todos textura indiscriminada misturados neutros fase campo hidrófilo de várzea declive 0 a 3%.

c) A legenda foi novamente atualizada, em função da publicação da 6ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2025), passando a novas denominações, que foram utilizadas neste trabalho:

Latossolo Amarelo

- LAd1 - LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissolico textura média/argilosa A moderado álico caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 10 a 15%.
- LAd2 - LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissolico A moderado álico textura média/argilosa caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 0 a 3%.
- LAd3 - LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico A moderado textura média/argilosa caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 0 a 3%.
- LAd4 - LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico A moderado textura média/argilosa caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 10 a 15%.
- LAd5 - LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico A moderado textura média/argilosa caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 0 a 3%.

Argissolo Amarelo

- PAd1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico A moderado textura média/argilosa/muito argilosa endoálico caulinitico hipoferrico profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 20 a 40%.
- PAd2 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico A moderado textura média/argilosa endoálico caulinitico hipoferrico profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 30 a 40%.
- PAd3 - Associação complexa de ARGISSOLO AMARELO distrófico típico textura média/argilosa cascalhenta ou sem cascalho A moderado

endoálico caulinitico hipoferrico muito profundo ácido fase transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 20 a 30% + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico petroplintico A moderado textura média/argilosa cascalhenta endoálico caulinitico hipoferrico profundo ácido fase de transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 20 a 30%.

Argissolo Vermelho-Amarelo

- PVAe - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico A moderado textura argilosa/muito argilosa endoálico caulinitico mesoferrico profundo neutro/ácido fase transição floresta tropical subperenifolia/subcaducifolia declive 10 a 20%.

Planossolo Háplico

- SXe1 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico textura média pouco cascalhenta/média cascalhenta A moderado caulinitico pouco profundo neutro/ácido fase floresta tropical subcaducifolia declive 2 a 8%
- SXe2 - PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico textura média cascalhenta/média cascalhenta A moderado caulinitico pouco profundo neutro/ácido fase floresta tropical subcaducifolia declive 5 a 20%
- SXe3 - PLANOSSOLO HÁPLICO solódico + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico A moderado e fraco ambos textura média cascalhenta e argilosa cascalhenta pouco profundo fase floresta tropical subcaducifolia declive 2 a 15% + AFLORAMENTO DE ROCHA.

Planossolo Nátrico

- SNo - PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico méxicos + PLANOSSOLO HÁPLICO solódico ambos textura média cascalhenta e argilosa cascalhenta A moderado caulinitico pouco profundo neutro fase floresta tropical subcaducifolia declive 2 a 8%.

Gleissolo Háplico

- GXve (GMe) - Associação complexa de GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico neofluvisólico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico gleissólico A moderado + ORGNOSSOLO HÁPLICO típicos neutros fase campo higrófilo de várzea declive 0 a 3%.

Dentre as 14 unidades de solos identificadas, sete foram selecionadas para a execução deste trabalho, priorizando-se aquelas com maior representatividade e relevância agrônômica, que coincidem com as áreas frequentemente utilizadas nos trabalhos de pesquisa da instituição. Os solos de

ocorrência nas unidades PAd2 (PVA2) e PVAe (PE), embora importantes, foram excluídos dessa avaliação por não serem utilizados nos trabalhos da instituição, devido à declividade de 30 a 40% no PAd2 e de 10 a 20% no PVAe, que dificultam a mecanização.

A caracterização física e hídrica foi realizada em unidades de Latossolos, Argissolos Amarelos e Cambissolos Háplicos, com exceção do PAd2 e do PVAe, o que permitiu alcançar 173,95 ha, que correspondem a 66,5% da área total da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabela 1).

Na reclassificação dos solos, conforme o SiBCS em vigor, o perfil representado por PAd3 teve parte deste reclassificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico petroplintico (CXbd) (Santos et al., 2025). O perfil CXbd está inserido na unidade do PAd3 e os estudos foram realizados em amostras coletadas no perfil do CXbd.

Tabela 1. Extensão e porcentagem das unidades de mapeamento dos solos na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Unidades de mapeamento			Área (ha)	%
EMBRAPA, 1993 ¹	EMBRAPA, 1999 ²	Santos et al., 2025 ³		
LAA1	LAd1	LAd1	39,70	15,2
LAA2	LAd2	LAd2	22,04	8,4
LAd1	LAd3	LAd3	22,20	8,5
LAd2	LAd4	LAd4	7,14	2,7
LAd3	LAd5	LAd5	38,52	14,7
PVA1	PAd1	PAd1	17,90	6,9
PVA2	PAd2	PAd2	6,79	2,6
PVA3	PAd3	CXbd	26,45	10,1
PE	PVAe	PVAe	2,61	1,0
PSe1	SXe1	SXe1	46,51	17,8
PSe2	SXe2	SXe2	4,20	1,6
PSe3	SXe3	SXe3	5,04	1,9
SS	SNo	SNo	8,03	3,1
HG	GMe	GXve	7,76	3,0
Águas internas	Águas internas	Águas internas	6,47	2,5
TOTAL			261,36	100,0

¹Segundo Levantamento (1993). ²Com base na 1ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

²Foi estabelecida a correspondência das classes de solos com a Base mundial de referência para recursos de solos (IUSS, 2022).

³Com base na 6ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2025).

Nos perfis de solo selecionados em cada unidade de mapeamento (LAd1, LAd2, LAd3, LAd4, LAd5, PAd1 e CXbd), foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada e deformada, conforme os procedimentos descritos por Oliveira e Paula (1983), a partir de perfis de solo abertos e obedecendo à sequência de horizontes encontrada. Para as amostras coletadas foram realizadas as seguintes determinações analíticas:

a) Amostras com estrutura deformada:

- **Análise granulométrica:** realizada pelo método do hidrômetro de Bouyoucos, utilizando o NaOH 1 mol L⁻¹ como dispersante químico (Teixeira et al., 2017). A classificação foi obtida por meio do triângulo textural.
- **Argila dispersa em água (ADA):** empregado o procedimento análogo ao da análise granulométrica, mas utilizando-se apenas a água como dispersante (Teixeira et al., 2017).
- **Grau de dispersão de argila (GDA):** cálculo da equação GDA (%) = 100 x (argila dispersa em água/argila total).
- **Densidade das partículas (Dp):** determinada pelo método do picnômetro, utilizando-se água destilada previamente fervida como líquido penetrante (Blake e Hartge, 1986).
- **Matéria orgânica (MO):** o carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black e o teor de matéria orgânica foi calculado, multiplicando-se o teor de carbono orgânico por 1,724 (Teixeira et al., 2017).

b) amostras com estrutura indeformada:

- **Densidade do solo (Ds):** determinada pelo método do cilindro volumétrico, com volume de 310 cm³ (Claessen, 1997).
- **Porosidade total (PT), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi):** a porosidade total foi obtida pela relação entre a densidade das partículas e a densidade do solo: 1 - (Ds / Dp) (Claessen, 1997), enquanto a macro e a microporosidade foram obtidas pelo método da mesa de tensão (Oliveira, 1968).
- **Distribuição de classes de agregados:** utilizado o método de agitação em água, separando-se as frações de agregados nas seguintes faixas: 4,0-2,0 mm; 2,0-1,0 mm; 1,0-0,5 mm; 0,5-0,25 mm; e menores que 0,25 mm (Claessen, 1997).
- **Diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA):** calculado pela equação,

$DMPA = \sum (C \times P)$, conforme Youker e McGuinness (1957), onde C é o centro das classes de agregados (mm) e P é a proporção do peso de cada fração de agregados em relação ao total da amostra.

- **Agregação:** calculada pela equação $A(\%) = 100 \times (\% \text{ total de agregados} > 0,5 \text{ mm} - \% \text{ total de areia} > 0,5 \text{ mm})$, conforme Oliveira (1979).
- **Estabilidade de agregados em água:** calculada pela equação $EA(\%) = 100 \times (\% \text{ total de agregados} > 0,5 \text{ mm} - \% \text{ total de areia} > 0,5 \text{ mm}) / \% \text{ total de agregados} > 0,5 \text{ mm}$ (Oliveira, 1979).
- **Curva característica da água no solo:** obtida conforme Richards (1949), utilizando-se amostras indeformadas coletadas em cilindros metálicos com aproximadamente 100 cm³ de volume. As amostras foram saturadas lentamente por 24 horas e submetidas às tensões de -0,1, -10, -33, -100, -300 e -1.500 kPa. Entre uma tensão e outra, as amostras foram mais uma vez saturadas lentamente, tomando-se o cuidado de não perder solo. Os dados observados foram ajustados à equação de van Genuchten (1980), conforme a seguinte expressão: $\theta = \theta_r + \{(\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m\}$, onde θ é a umidade volumétrica (m³ m⁻³), θ_s é a umidade volumétrica saturada (m³ m⁻³) a -0,1 kPa, θ_r é a umidade volumétrica residual (m³ m⁻³) a -1.500 kPa, Ψ é o potencial matricial (kPa) e α , m e n são parâmetros referentes às características do solo, estimados de forma empírica.
- **Condutividade hidráulica saturada (Ko):** determinada em laboratório por meio de amostras indeformadas coletadas em cilindros de Umland. A condutividade foi calculada pela equação de Darcy adaptada ao Sistema Internacional de Unidades, ou seja, $Ko = (Q \times L) / (A \times H \times t)$, onde Ko é a condutividade hidráulica saturada (m s⁻¹), Q é o volume do percolado (m³), L é a altura do bloco de solo (m), A é a área do cilindro (m²), H é a altura do bloco de solo e da coluna de água (m) e t é o tempo (s) (Claessen, 1997).

Para aprimorar a análise da relação solo-água, que apresenta significativa importância em solos coesos de Tabuleiros Costeiros e Interioranos, as seguintes ações foram adotadas: 1) inclusão de resultados de umidade de saturação (-1 kPa) para aprimorar a estimativa da curva de retenção de água no solo (Tabelas 8 e 9) e 2) aplicação da escala logarítmica para os dados de tensão de água no solo, nos gráficos das curvas de retenção de água no solo (van Genuchten, 1980; Reichardt e Tim, 2021).

A aplicação dessas abordagens resultou em uma discriminação mais precisa das curvas de retenção de água, especialmente nas tensões superiores a -10 kPa (Figuras 16 a 22). Além disso, foi observada uma melhoria na avaliação da armazenagem de água conforme a umidade em cada potencial matricial da água no solo (Figura 23), para cada horizonte do perfil do solo, considerando-se a profundidade até 1,40 m. O balanço hídrico anual da água no solo ficou mais bem ajustado aos dados da pluviosidade e da sua dinâmica no perfil do solo (Figura 24).

Resultados e discussão

Análise granulométrica

A análise granulométrica realizada em Argissolo, Latossolos Amarelos e Cambissolo Háplico, amostrados na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabelas 2 e 3), indicou que o LAd2 apresentou o maior teor de areia total (771 g kg^{-1}) no horizonte superficial (Ap), caracterizando-se como o mais arenoso. Para as demais classes de solos, observou-se a

seguinte ordem (decrecente), em termos de teor de areia total no horizonte superficial: LAd5 (732 g kg^{-1}), LAd3 (709 g kg^{-1}), LAd1 (704 g kg^{-1}), LAd4 (628 g kg^{-1}), PA1 (614 g kg^{-1}) e CXbd (543 g kg^{-1}). Considerando o perfil de solo e todos os seus horizontes, o LAd2 manteve-se como o mais arenoso, enquanto o CXbd foi o menos arenoso.

Os teores de argila dispersa em água (ADA) foram elevados na maioria das classes de solo e horizontes amostrados, com destaque para o grau de dispersão da argila (GDA), que foi superior a 50% em 29 horizontes no total de 37, alcançando um máximo de 84% no horizonte AB do LAd3 (Tabelas 2 e 3). Este comportamento é frequentemente observado em solos de tabuleiro, conforme relatado por Souza (1996). Um aspecto relevante e que merece ser destacado refere-se aos valores extremamente baixos de GDA observados nos horizontes Bw3 de quatro dos cinco Latossolos Amarelos estudados, que variaram de 0 a 4%, com exceção do LAd5, que apresentou 34% de dispersão de argila. Esta peculiaridade dos horizontes Bw3 requer estudos adicionais para melhor compreensão de suas causas e implicações.

Tabela 2. Análise granulométrica, classificação textural, argila dispersa em água (ADA), grau de dispersão de argila (GDA) e matéria orgânica (MO) de Latossolos Amarelos na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	AMG ¹	AG ²	AM ³	AF ⁴	AMF ⁵	AT ⁶	Silte	Argila	Classificação textural	ADA ⁷ (g kg ⁻¹)	GDA ⁸ (%)	MO ⁹ (g kg ⁻¹)
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico - LAd1													
Ap	0-0,15	23	176	212	249	44	704	63	233	Franco-argiloarenosa	151	65	11
AB	0,15-0,35	17	133	165	218	59	592	94	314	Franco-argiloarenosa	232	74	11
BA	0,35-0,55	14	101	123	185	59	482	100	418	Argiloarenosa	313	75	7
Bw1	0,55-0,83	15	101	120	174	70	480	74	446	Argiloarenosa	314	70	4
Bw2	0,83-1,20	13	97	109	155	69	443	81	476	Argila	324	68	4
Bw3	1,20-2,00+	16	85	95	146	58	400	83	517	Argila	10	2	3
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso - LAd2													
Ap	0-0,16	27	187	226	274	57	771	47	182	Francoarenosa	130	72	6
BA	0,16-0,44	14	166	209	268	58	715	53	232	Franco-argiloarenosa	161	69	5
Bw1	0,44-0,92	22	144	152	190	68	576	91	333	Franco-argiloarenosa	272	82	2
Bw2	0,92-1,40	12	114	124	153	63	466	78	456	Argiloarenosa	71	16	3
Bw3	1,40-1,70+	10	101	111	136	56	414	109	477	Argila	20	4	3

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Horizonte	Profundidade (m)	AMG ¹	AG ²	AM ³	AF ⁴	AMF ⁵	AT ⁶	Silte	Argila	Classificação textural	ADA ⁷ (g kg ⁻¹)	GDA ⁸ (%)	MO ⁹ (g kg ⁻¹)
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico - LAd3													
Ap	0-0,09	18	159	219	245	68	709	120	171	Francoarenosa	136	79	13
AB	0,09-0,38	17	114	165	203	65	564	102	334	Francoargiloarenosa	283	84	8
Bw1	0,38-0,72	14	113	131	194	71	523	72	405	Argiloarenosa	323	80	3
Bw2	0,72-1,20	06	82	101	160	75	424	109	467	Argila	344	74	3
Bw3	1,20-1,60+	07	67	77	129	58	338	73	589	Argila	0	0	3
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico- LAd4													
Ap	0-0,12	18	138	173	228	71	628	110	262	Francoargiloarenosa	181	69	11
AB	0,12-0,32	14	111	149	218	73	565	112	323	Francoargiloarenosa	222	69	6
BA	0,32-0,57	22	118	122	167	68	497	78	425	Argiloarenosa	222	52	3
Bw1	0,57-1,20	19	92	97	139	62	409	124	467	Argila	313	67	3
Bw2	1,20-2,00+	13	69	75	114	57	328	80	592	Argila	10	2	2
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico- LAd5													
Ap	0-0,20	17	192	221	243	59	732	87	181	Francoarenosa	121	67	12
AB	0,20-0,40	19	139	179	235	57	629	68	303	Francoargiloarenosa	201	66	6
BA	0,40-0,70	17	147	172	211	53	600	77	323	Francoargiloarenosa	262	81	3
Bw1	0,70-1,00	19	136	138	173	69	535	81	384	Argiloarenosa	262	68	3
Bw2	1,00-1,40	16	115	122	155	59	467	127	406	Argiloarenosa	323	80	2
Bw3	1,40-1,60+	12	106	118	162	61	459	963	445	Argila	151	34	2

¹AMG = areia muito grossa: 2,00 – 1,00 mm; ²AG = areia grossa: 1,00 – 0,50 mm; ³AM = areia média: 0,50 – 0,25 mm; ⁴AF = areia fina: 0,25 – 0,10 mm; ⁵AMF = areia muito fina: 0,10 – 0,05 mm; ⁶AT = areia total: 2,00 – 0,05 mm; ⁷ADA = argila dispersa em água; ⁸GDA = grau de dispersão de argila; ⁹MO = matéria orgânica.

Tabela 3. Análise granulométrica, classificação textural, argila dispersa em água (ADA), grau de dispersão de argila (GDA) e matéria orgânica (MO) de Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	AMG ¹	AG ²	AM ³	AF ⁴	AMF ⁵	AT ⁶	Silte	Argila	Classificação textural	ADA ⁷ (g kg ⁻¹)	GDA ⁸ (%)	MO ⁹ (g kg ⁻¹)
ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico - PAD1													
Ap	0-0,15	20	142	171	220	61	614	93	293	Francoargiloarenosa	232	79	14
AB	0,15-0,39	18	107	119	158	48	450	144	406	Argila	273	67	8
BA	0,39-0,60	12	85	94	136	64	391	101	508	Argila	375	74	5

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Horizonte	Profundidade (m)	AMG ¹	AG ²	AM ³	AF ⁴	AMF ⁵	AT ⁶	Silte	Argila	Classificação textural	ADA ⁷	GDA ⁸	MO ⁹
		(g kg ⁻¹)									(g kg ⁻¹)	(%)	(g kg ⁻¹)
ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico - PAd1													
Bt1	0,60-1,15	14	88	96	132	58	388	103	509	Argila	293	58	3
Bt2	1,15-1,45+	09	63	80	130	62	344	128	528	Argila	293	56	3
CAMBISSOLO Háptico Tb Distrófico argissólico petroplíntico - CXbd													
Ap	0-0,15	19	117	136	206	65	543	121	336	Franco-argiloarenosa	264	79	5
AB	0,15-0,36	12	86	116	184	72	470	113	417	Argiloarenosa	324	78	4
Bi1	0,36-0,62	14	72	84	146	69	385	95	520	Argila	336	65	6
Bic2	0,62-1,17	11	69	83	147	78	388	94	518	Argila	91	18	3
Bi3	1,17-1,40+	19	73	82	145	74	393	80	527	Argila	203	39	2

¹AMG = areia muito grossa: 2,00 – 1,00 mm; ²AG = areia grossa: 1,00 – 0,50 mm; ³AM = areia média: 0,50 – 0,25 mm; ⁴AF = areia fina: 0,25 – 0,10 mm; ⁵AMF = areia muito fina: 0,10 – 0,05 mm; ⁶AT = areia total: 2,00 – 0,05 mm; ⁷ADA = argila dispersa em água; ⁸GDA = grau de dispersão de argila; ⁹MO = matéria orgânica.

A análise do fracionamento da areia total (2,00-0,05 mm), apresentada nas Tabelas 2 e 3 e na Figura 2, evidenciou que as frações situadas nos extremos superior e inferior da fração areia, ou seja, areia muito grossa (AMG) e areia muito fina (AMF), apresentaram os menores valores entre as frações analisadas, com pequena variação entre os horizontes de um mesmo solo. A AMG apresentou os valores mais baixos, variando de 6 g kg⁻¹ (horizonte Bw2 do LAd3) a 27 g kg⁻¹ (horizonte Ap do LAd2), enquanto a AMF variou entre 44 g kg⁻¹ (horizonte Ap do LAd1) e 78 g kg⁻¹ (horizonte Bic2 do CXbd).

As frações areia grossa (AG), areia média (AM) e areia fina (AF) apresentaram os maiores valores e um comportamento distinto ao observado para as frações AMG e AMF, no que diz respeito à variação entre os horizontes de um mesmo solo. Para todos os solos estudados, observou-se um decréscimo nos valores de AG, AM e AF dos horizontes superficiais para os subsuperficiais. No entanto, no CXbd, esse decréscimo foi menos acentuado nos três últimos horizontes. Entre as três frações, a AF apresentou os maiores valores, variando de 114 g kg⁻¹ (horizonte Bw2 do LAd4) a 274 g kg⁻¹ (horizonte Ap do LAd2), seguida pela AM, com variação entre 75 g kg⁻¹ (horizonte Bw2 do LAd4) e 226 g kg⁻¹ (horizonte Ap do LAd2) e a AG com valores variando de 62 g kg⁻¹ (horizonte Bt2 do PAd1) a 192 g kg⁻¹ (horizonte Ap do LAd5).

Ao combinar as frações mais finas e as mais grosseiras da areia total, verificou-se que a soma das duas frações do extremo superior da fração areia (AMG+AG) contribuiu para valores entre 20 e 29% da areia total, enquanto o somatório das duas frações do extremo inferior da fração areia (AF+AMF) contribuiu para valores entre 41 e 57%. Quando somadas à fração AM, as frações de menor diâmetro (AM+AF+AMF) corresponderam de 71 a 79% da areia total, enquanto as de maior diâmetro (AMG+AG+AM) variaram de 42 a 59%, o que mostra que as frações mais finas (diâmetro menor que 0,5 mm) predominam sobre as frações mais grossas, embora a soma das classes intermediárias (AG+AM+AF) seja a de maior porcentagem, variando de 76 a 90% (Tabelas 2 e 3 e Figura 2). Estes resultados corroboram os dados de Souza (1996), que atribui a estas frações (diâmetro menor que 0,5 mm) a capacidade de causar obstrução dos poros, redução da taxa de infiltração e maior suscetibilidade à erosão. Segundo este mesmo autor, é possível que a predominância das frações menores na areia total, associada ao elevado grau de dispersão da argila caulinita, normalmente observado em tais solos (Tabelas 2 e 3), tenha contribuído, juntamente com outros aspectos, para o caráter coeso que os tornam duros a extremamente duros quando secos ou com pouca umidade. A Figura 2 mostra que os menores volumes das frações de areia estão na AMG, seguida da AMF, AG, AM e AF, que apresenta a maior proporção.

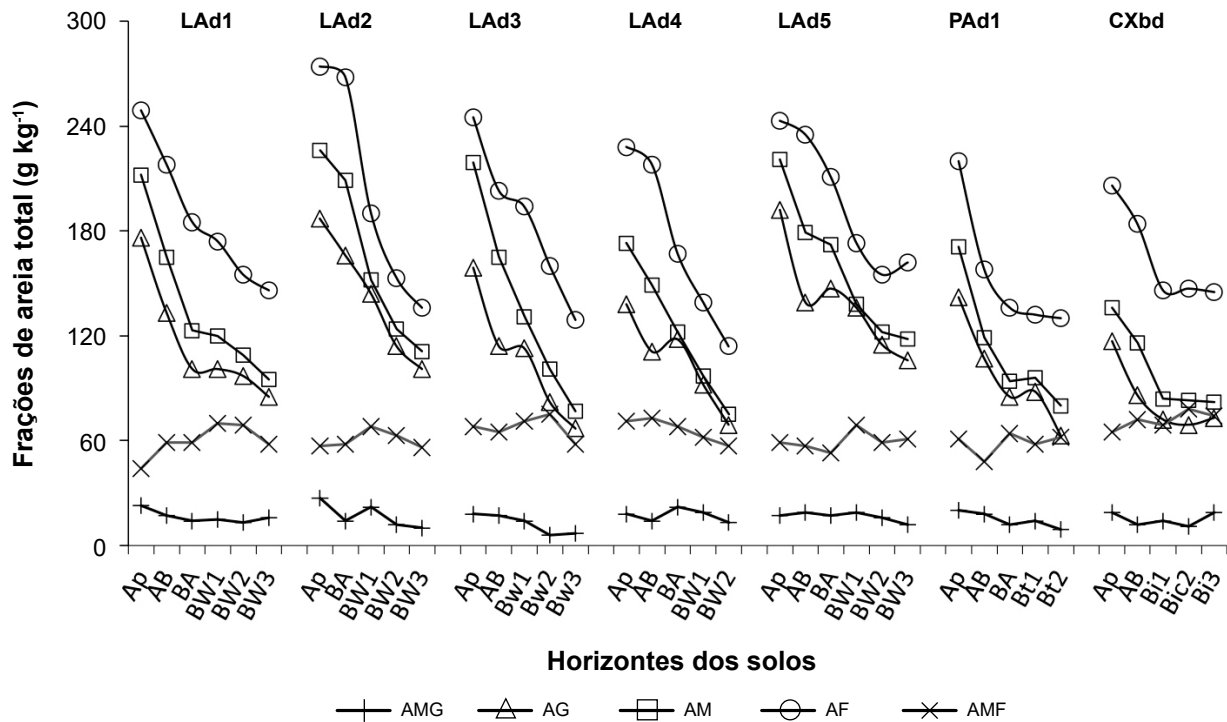


Figura 2. Fracionamento da fração textural areia total em areia muito grossa (AMG), grossa (AG), média (AM), fina (AF) e muito fina (AMF) em perfis de Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA. AMG: 2,00-1,00 mm; AG: 1,00-0,50 mm; AM: 0,50-0,25 mm; AF: 0,25-0,10 mm; AMF: 0,10-0,05 mm.

Assim, a origem da coesão é atribuída, entre outras hipóteses, aos ciclos de umedecimento e secagem ao longo do tempo, que, atuando continuamente sobre essas frações, onde predomina a argila caulinita, proporcionam às mesmas um estado de orientação e de proximidade tal que resulta no “empacotamento” das partículas e na sua coesão (Ribeiro, 1998; Souza et al., 2019). Esse arranjo cerrado das partículas, formado por frações finas de areia e por argila dispersa, é extremamente duro quando seco, mas se torna friável quando úmido — neste caso, devido às diferenças de tamanho das partículas componentes, areias finas e argila dispersa, e ao afastamento entre estas causado pela água. No entanto, quando o solo volta a secar, as partículas se acomodam formando novamente a coesão.

A distribuição das frações texturais ao longo dos horizontes dos solos analisados (Tabelas 2 e 3 e Figura 3) evidencia a predominância da fração areia em relação ao silte e à argila nos horizontes superficiais de todos os perfis, com teores variando de 543 g kg⁻¹, no horizonte Ap do CXbd, a 771 g kg⁻¹, no horizonte Ap do LAd2. Essa tendência, comum em diversos solos, decorre, em

grande parte, do processo de acúmulo das areias dos horizontes superficiais, nos quais a presença de argila dispersa favorece a remoção seletiva das partículas mais finas por meio de processos erosivos. À medida em que se aprofunda nos perfis, observa-se uma redução nos teores de areia, até que, em determinados horizontes, ocorre uma inversão, com a soma das frações silte e argila superando os teores de areia. Essa inversão ocorre entre os horizontes AB e BA nos solos LAd1 e o LAd4; entre os horizontes Bw1 e Bw2 nos solos LAd2, LAd3 e LAd5; e entre os horizontes Ap e AB nos solos PAD1 e CXbd.

Considerando apenas a comparação direta entre os teores de areia e de argila, neste caso, com a fração argila superando a fração areia, observa-se um padrão de inversão distinto daquele verificado anteriormente, quando se comparou a fração areia e a soma das frações silte e argila. Essa inversão ocorre entre os horizontes BA e Bw1 nos solos LAd1 e o LAd4; entre os horizontes Bw2 e Bw3 no LAd2; entre Bw1 e Bw2 no LAd3; entre AB e BA no PAD1; e entre AB e Bi1 no CXbd. O solo LAd5, por sua vez, apresentou maior teor de areia do que argila em todos os horizontes avaliados.

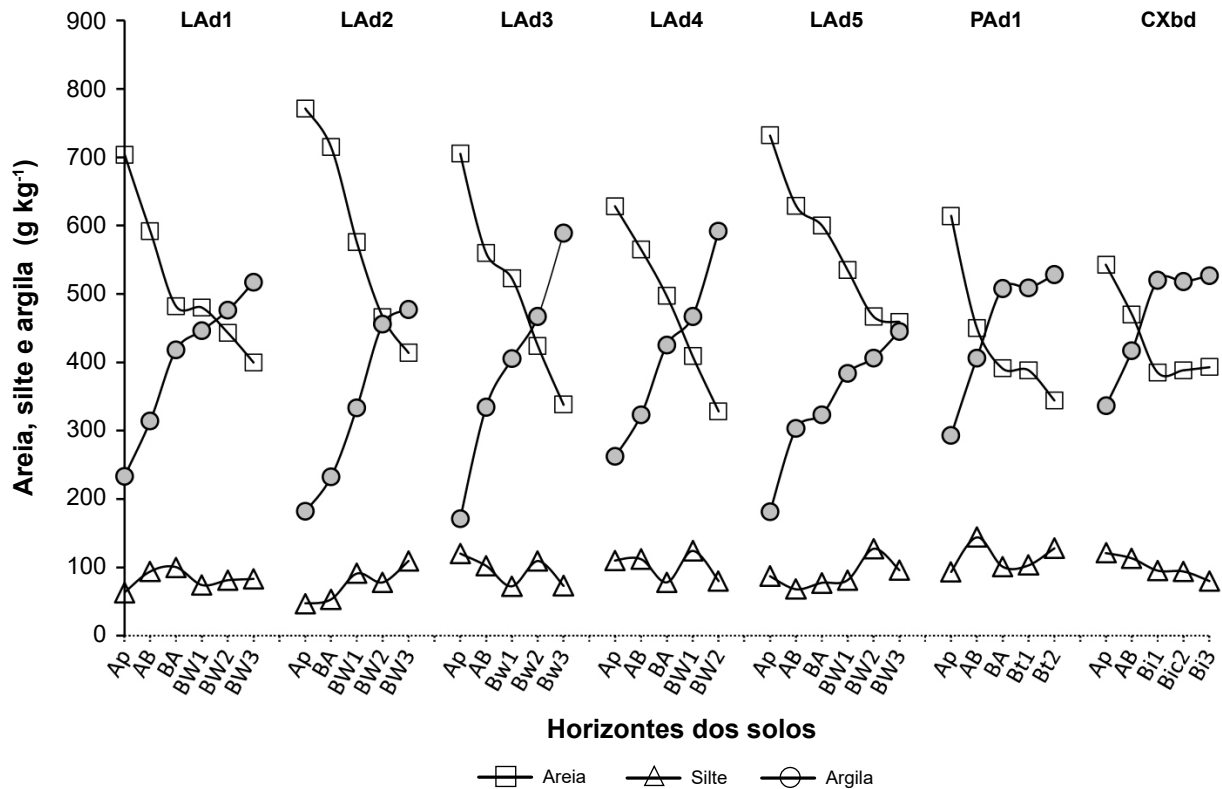


Figura 3. Distribuição das frações texturais areia (2,00 - 0,05 mm), silte (0,05 - 0,002 mm) e argila (< 0,002 mm) em perfis de Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Hápico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Matéria orgânica

Como esperado, os maiores teores de matéria orgânica foram observados nos horizontes superficiais, com decréscimo gradual à medida que se aprofunda nos perfis de solo. Os solos avaliados apresentaram, de modo geral, baixos teores de matéria orgânica (Tabelas 2 e 3), especialmente os perfis LAd2 e CXbd, com valores variando de 2 g kg⁻¹ a 14 g kg⁻¹. Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos por Ribeiro (1998), que observou que os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano geralmente apresentam baixos teores em matéria orgânica, variando entre 6 g kg⁻¹ e 10 g kg⁻¹ sob uso agrícola, podendo atingir ou superar 15 g kg⁻¹ quando sob vegetação nativa.

Densidade do solo

A densidade do solo é uma importante propriedade para a avaliação da sua estrutura, permitindo inferências sobre a porosidade total, a capacidade de aeração, a permeabilidade e a taxa de infiltração

de água (Santos, 1992). Em termos práticos, permite avaliar o nível de adensamento ou compactação de um solo e, além dos aspectos citados, fornece subsídios importantes para estimar as condições para o crescimento do sistema radicular das plantas.

Para os solos estudados, a densidade do solo variou entre 1,28 kg dm⁻³ e 1,70 kg dm⁻³, sendo o menor valor observado no horizonte Bt2 do PAd1 e os maiores valores nos horizontes BA do LAd2, AB do LAd3 e Ap do LAd4. Dias Júnior e Miranda (1999), trabalhando em três tipos de Latossolos com teores de areia variando de 160 g kg⁻¹ a 460 g kg⁻¹, encontraram valores para a densidade do solo entre 1,15 kg dm⁻³ e 1,57 kg dm⁻³, enquanto para o Argissolo, com teor de areia de 390 g kg⁻¹, a densidade variou de 1,29 kg dm⁻³ a 1,53 kg dm⁻³. Esses valores podem ser considerados baixos quando comparados com a densidade do solo nos horizontes Ap e AB e/ou BA dos Latossolos avaliados neste estudo (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), porosidade total (Pt), macro e microporos e condutividade hidráulica saturada de Latossolos Amarelos na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Ds ¹ (kg dm ⁻³)	Dp ²	Pt ³	Macroporos (m ³ m ⁻³)	Microporos	Condutividade hidráulica saturada (m s ⁻¹ x 10 ⁻⁷)
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico LAd1							
Ap	0-0,15	1,64	2,32	0,2931	0,0769	0,2152	123,61
AB	0,15-0,35	1,60	2,50	0,3588	0,1633	0,1955	132,50
BA	0,35-0,55	1,56	2,39	0,3446	0,0634	0,2812	15,00
Bw1	0,55-0,83	1,52	2,41	0,3694	0,0711	0,2983	63,33
Bw2	0,83-1,20	1,36	2,35	0,4208	0,1365	0,2843	273,61
Bw3	1,20-2,00+	1,48	2,51	0,4098	0,1122	0,2976	66,94
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico LAd2							
Ap	0-0,16	1,55	2,52	0,3829	0,2033	0,1796	343,89
BA	0,16-0,44	1,70	2,57	0,3411	0,1380	0,2031	56,67
Bw1	0,44-0,92	1,58	2,54	0,3779	0,0820	0,2959	11,39
Bw2	0,92-1,40	1,38	2,44	0,4342	0,1343	0,2999	404,17
Bw3	1,40-1,70+	1,49	2,47	0,3945	0,0763	0,3182	201,11
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico LAd3							
Ap	0-0,09	1,66	2,54	0,3480	0,1175	0,2305	53,06
AB	0,09-0,38	1,70	2,49	0,3165	0,0589	0,2576	9,72
Bw1	0,38-0,72	1,56	2,46	0,3651	0,0924	0,2727	23,61
Bw2	0,72-1,20	1,42	2,44	0,4175	0,1178	0,2997	139,17
Bw3	1,20-1,60+	1,38	2,33	0,4076	0,0539	0,3537	127,56
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico LAd4							
Ap	0-0,12	1,70	2,49	0,3193	0,0751	0,2442	45,56
AB	0,12-0,32	1,64	2,54	0,3548	0,1038	0,2510	14,72
BA	0,32-0,57	1,54	2,41	0,3600	0,0868	0,2732	22,22
Bw1	0,57-1,20	1,40	2,37	0,4098	0,1055	0,3043	116,11
Bw2	1,20-2,00+	1,44	2,38	0,3973	0,0582	0,3391	203,24
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico LAd5							
Ap	0-0,20	1,67	2,53	0,3411	0,1390	0,2021	160,00
AB	0,20-0,40	1,66	2,50	0,3367	0,1059	0,2308	45,28
BA	0,40-0,70	1,43	2,46	0,4196	0,1863	0,2333	200,00
Bw1	0,70-1,00	1,39	2,40	0,4199	0,1735	0,2464	206,15
Bw2	1,00-1,40	1,35	2,37	0,4280	0,1599	0,2681	231,97
Bw3	1,40-1,60+	1,43	2,36	0,3927	0,1084	0,2843	241,99

¹Ds = densidade do solo; ²Dp = densidade de partícula; ³Pt = porosidade total.

Tabela 5. Densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), porosidade total (Pt), macro e microporos e condutividade hidráulica saturada de Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Ds ¹	Dp ²	Pt ³	Macroporos	Microporos	Condutividade hidráulica saturada
		(kg dm ⁻³)			(m ³ m ⁻³)		(m s ⁻¹ x 10 ⁻⁷)
ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico PAd1							
Ap	0-0,15	1,55	2,34	0,3370	0,0341	0,3029	63,61
AB	0,15-0,39	1,58	2,33	0,3248	0,0351	0,2897	16,67
BA	0,39-0,60	1,49	2,35	0,3649	0,0500	0,3149	54,27
Bt1	0,60-1,15	1,34	2,30	0,4171	0,1050	0,3121	260,40
Bt2	1,15-1,45+	1,28	2,30	0,4447	0,0871	0,3576	213,55
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico petroplíntico CXbd							
Ap	0-0,15	1,45	2,46	0,4106	0,1695	0,2411	477,50
AB	0,15-0,36	1,56	2,45	0,3620	0,0758	0,2862	18,33
Bi1	0,36-0,62	1,46	2,37	0,3869	0,0923	0,2946	82,78
Bic2	0,62-1,17	1,47	2,38	0,3835	0,0859	0,2976	165,28
Bi3	1,17-1,40+	1,41	2,41	0,4149	0,1061	0,3088	185,28

¹Ds = densidade do solo; ²Dp = densidade de partícula; ³Pt = porosidade total.

De maneira geral, os valores de densidade do solo para os Latossolos Amarelos (Tabela 4) foram superiores àqueles observados para o Argissolo Amarelo e o Cambissolo Háplico (Tabela 5). Nos Latossolos, a densidade do solo variou de 1,35 kg dm⁻³ a 1,70 kg dm⁻³; no Argissolo Amarelo, os valores variaram entre 1,28 kg dm⁻³ e 1,58 kg dm⁻³; e no Cambissolo Háplico, entre 1,41 kg dm⁻³ e 1,56 kg dm⁻³. Os maiores valores foram observados, principalmente, nos horizontes Ap, possivelmente em decorrência da compactação associada ao uso e manejo do solo; e, ainda, nos horizontes AB ou BA, onde o aumento da densidade pode ser atribuído ao adensamento ou à coesão, característica comumente observada nesses solos (Souza, 1996). Esse comportamento representa um dos principais desafios para o manejo agrícola, uma vez que tais condições dificultam o aprofundamento do sistema radicular das culturas, especialmente sob condições de solo seco.

Nos solos analisados, observou-se um aumento da densidade do solo com o incremento do teor da fração areia total (Figura 4). Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de que, em solos arenosos, as partículas tendem a se manter em contato mais próximo, resultando em maiores valores de densidades do solo (Brady, 1989). Esse aspecto é evidente nos solos avaliados neste estudo, nos quais predominam as frações centrais da areia (areia grossa, areia média e areia fina) na composição da fração areia total. Em consonância com essa observação,

o trabalho desenvolvido em Latossolos, Argissolos e Cambissolos por Miranda e Dias Júnior (1999) propôs uma função matemática para estimativa da densidade máxima do solo (Ds max), tendo como variável independente o teor de areia total (Equação 1).

$$Ds \text{ máx} = 2,15 \times 10^{-6} (\% \text{ areia})^2 - 7,82 \times 10^{-4} (\% \text{ areia}) + 1,50 \quad R^2 = 0,97 \quad (1)$$

O aumento da densidade das partículas apresentou correlação positiva com o teor de areia total (Figura 5). Esse comportamento pode ser atribuído à composição mineralógica das frações texturais, uma vez que a fração areia é predominantemente constituída por quartzo, mineral com densidade relativamente elevada, enquanto a fração argila é composta, em sua maioria, por minerais como caulinita e gibbsita, de menor densidade. Assim, à medida que a proporção de areia aumenta, a contribuição do quartzo se torna mais expressiva, elevando os valores da densidade das partículas do solo. Como esperado, a correlação entre a densidade do solo e o teor de argila foi negativa (Figura 6), uma vez que, em solos mais argilosos, as partículas não se organizam de forma tão compacta quanto em solos arenosos. Além disso, a presença de argila favorece a formação de agregados estáveis, o que contribui significativamente para o aumento da porosidade do solo, tanto entre quanto dentro dos agregados, resultando na redução dos valores de densidade do solo (Kiehl, 1979).

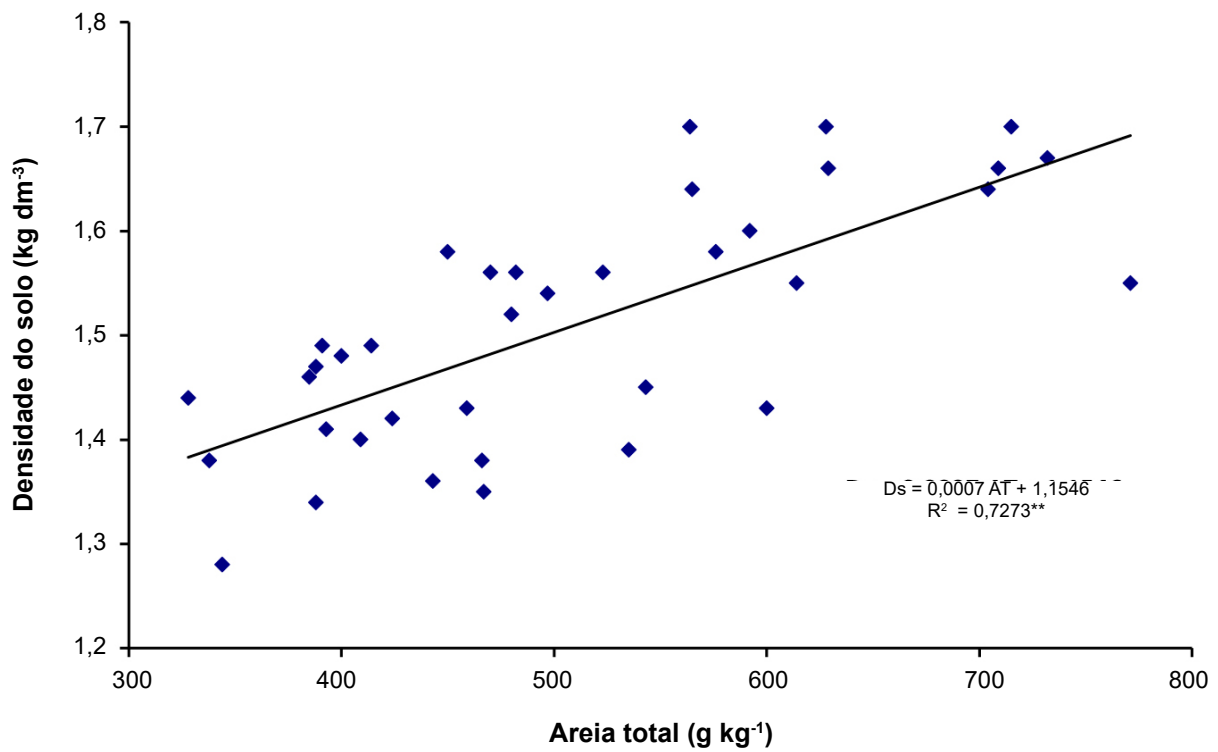


Figura 4. Correlação entre a densidade do solo e o teor de areia total em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

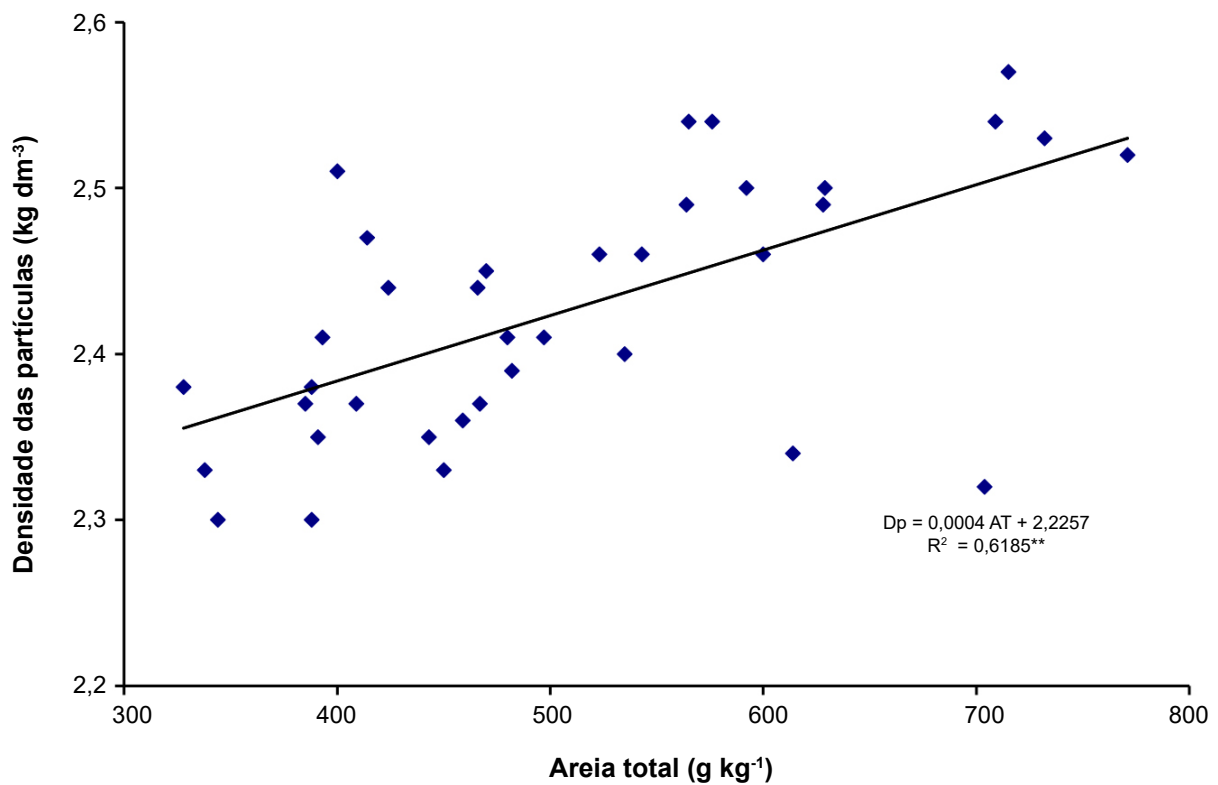


Figura 5. Correlação entre a densidade das partículas e o teor de areia total em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

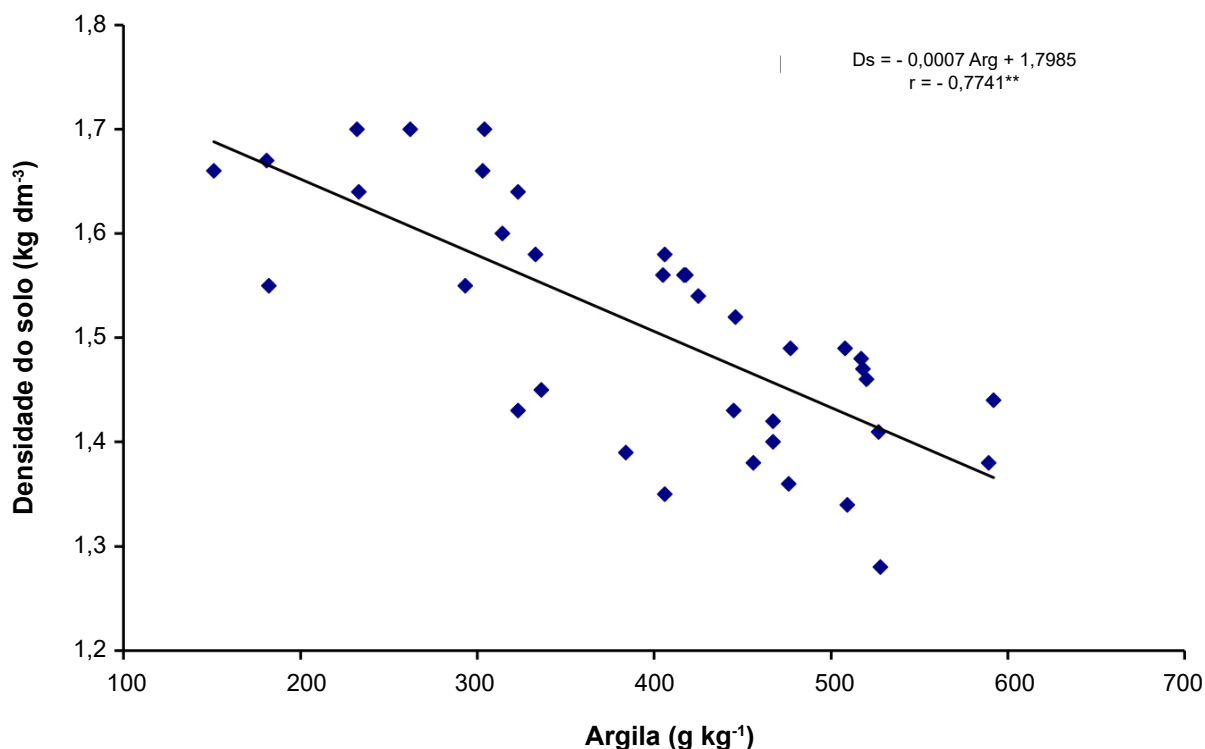


Figura 6. Correlação entre a densidade do solo e o teor de argila em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Embora a literatura técnica aponte, de forma consistente, para uma correlação negativa entre densidade do solo e teor de matéria orgânica, em razão da menor densidade dos compostos orgânicos e de sua contribuição para a formação de agregados estáveis e aumento da porosidade, neste estudo foi observada uma correlação positiva entre essas variáveis (Figura 7). Esse comportamento, à primeira vista contraditório, pode ser interpretado como uma relação espúria ou indireta, sem caráter causal. Tal correlação pode ser explicada pelo fato de que os horizontes superficiais dos solos avaliados apresentaram, simultaneamente, os maiores teores de matéria orgânica e os maiores teores de areia total, além de estarem submetidos a uso agrícola intensivo. Nessa condição, a densidade do solo foi mais influenciada pela textura arenosa e pelos efeitos de compactação superficial do que pela matéria orgânica propriamente dita.

Embora, em condições ideais, a matéria orgânica tenda a reduzir a densidade do solo, no presente caso seus teores foram relativamente

baixos (variando de 2 g kg⁻¹ a 14 g kg⁻¹), provavelmente insuficientes para promover alterações estruturais significativas, como a estabilização de agregados e o aumento efetivo da porosidade. Além disso, a predominância de frações finas de areia (média, fina e muito fina) em solos como os Latossolos avaliados, com teores superiores a 700 g kg⁻¹ nos horizontes superficiais em alguns perfis, reforça a tendência do aumento de densidade. Em solos sob uso agrícola, a compactação superficial é intensificada pelo preparo mecânico, tráfego de máquinas e baixa cobertura vegetal, o que eleva os valores de densidade do solo, mesmo na presença de matéria orgânica. Portanto, a correlação positiva observada entre densidade do solo e matéria orgânica não deve ser interpretada como uma relação direta. Trata-se de uma associação circunstancial, condicionada por fatores como a textura do solo, o manejo agrícola e, ainda, os baixos teores de matéria orgânica, que atuam em conjunto para elevar a densidade, particularmente nos horizontes superficiais.

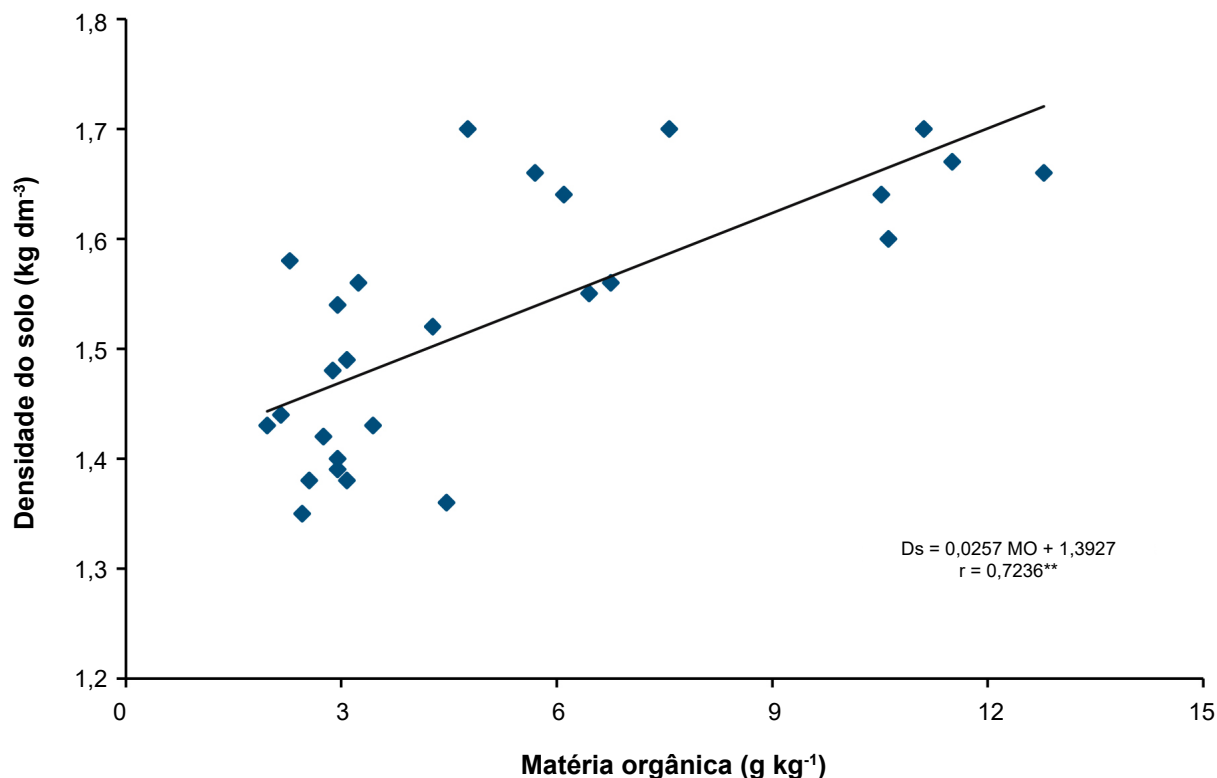


Figura 7. Correlação entre a densidade do solo e o teor de matéria orgânica em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Porosidade total, macro e microporos

Os dados de porosidade total nos solos amostrados variaram de $0,2921 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ a $0,4447 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, sendo esses valores observados, respectivamente, nos horizontes Ap do LAd1 e Bt2 do PAd1 (Tabelas 4 e 5). De acordo com Hillel (1970) e Kiehl (1979), a maioria dos solos minerais apresenta porosidade total variando entre $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ a $0,60 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Os dados obtidos neste estudo podem ser considerados relativamente baixos, uma vez que se concentram próximos ao limite inferior dessa faixa, com o maior valor alcançando números equivalentes ao valor médio da faixa indicada por Hillel (1970), Kiehl (1979) e Silva et al. (2012).

Em concordância com os dados de densidade do solo, a porosidade total foi, em geral, menor nos Latossolos Amarelos do que no Argissolo Amarelo e no Cambissolo Háplico, principalmente nos horizontes Ap (compactados) e AB ou BA (adensados ou coesos), chegando inclusive a atingir valor menor que $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ no horizonte Ap do LAd1. Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos por Santos (1992) e Nacif (1994).

Um aspecto a ser ressaltado é a predominância de microporos (diâmetro $< 0,05 \text{ mm}$) sobre macroporos (diâmetro $> 0,05 \text{ mm}$), com a microporosidade representando de 47 a 90% da porosidade total nos solos avaliados (Tabelas 4 e 5). Mais importante do que conhecer apenas a porosidade total de um solo

é compreender a distribuição do tamanho dos poros, uma vez que cada classe de poro desempenha funções distintas no ambiente edáfico. A microporosidade é fundamental para a retenção de água, enquanto a macroporosidade está associada à drenagem e à aeração do solo (Kiehl, 1979). Como solos com maior proporção de macroporos oferecem condições mais favoráveis ao crescimento radicular, os solos avaliados, com predominância de microporos, tendem a apresentar restrições ao desenvolvimento das raízes.

A relação entre a porosidade total e os atributos areia total (Figura 8), densidade do solo (Figura 9), matéria orgânica (Figura 10) e argila (Figura 11) revelou uma correlação negativa para os três primeiros atributos e positiva para o teor de argila. Nos solos analisados, a porosidade total diminuiu com o aumento do teor de areia total, comportamento que pode ser explicado pela correlação positiva entre densidade do solo e teor de areia total já discutida, e pela correlação negativa entre porosidade total e densidade do solo, uma vez que esta última é utilizada no cálculo da porosidade total. Da mesma forma, como a densidade do solo aumentou com o aumento do teor de matéria orgânica, conforme já discutido, a relação entre porosidade total e matéria orgânica também foi negativa, refletindo um comportamento atípico, mas coerente com os padrões texturais e de manejo observados. Como era de se esperar, a correlação entre

porosidade total e teor de argila foi positiva, pois, em solos mais argilosos, as partículas não se organizam de forma tão compacta quanto nos arenosos. Além

disso, a presença de argila favorece a formação de agregados estáveis, o que contribui para o aumento da porosidade total do solo (Kiehl, 1979).

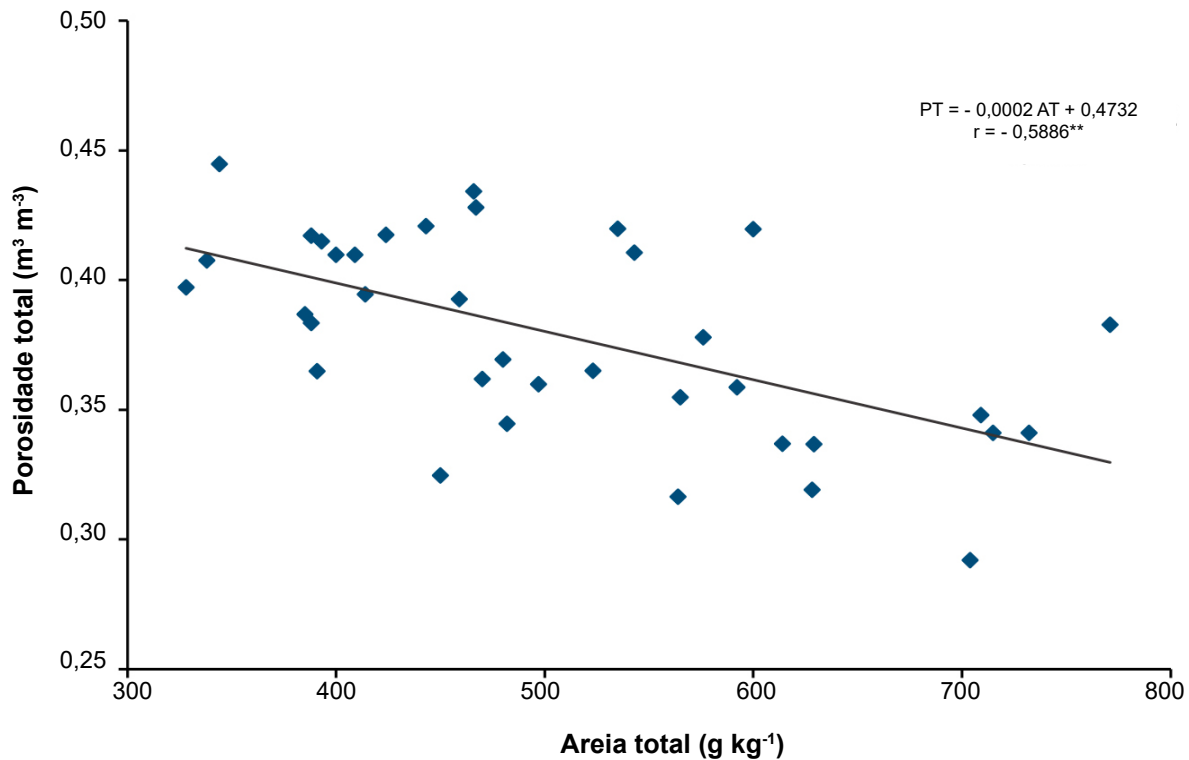


Figura 8. Correlação entre a porosidade total e o teor de areia total em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

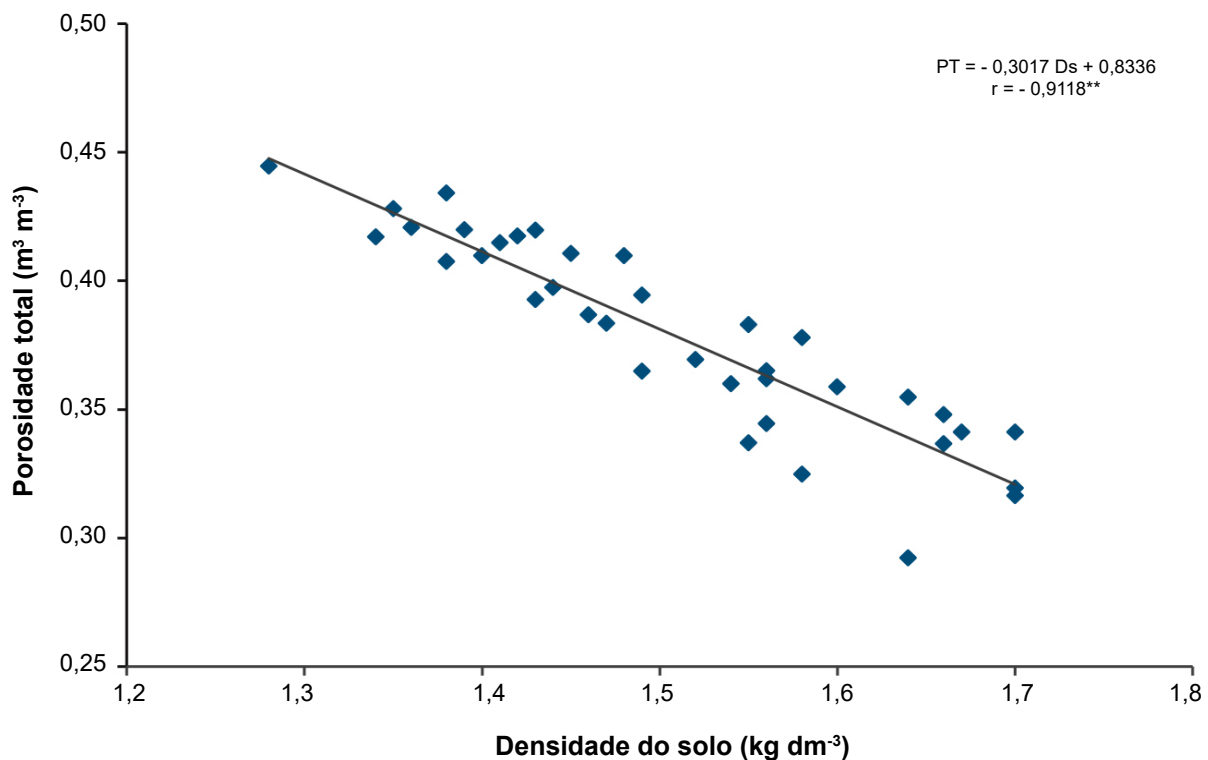


Figura 9. Correlação entre a porosidade total e a densidade do solo em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

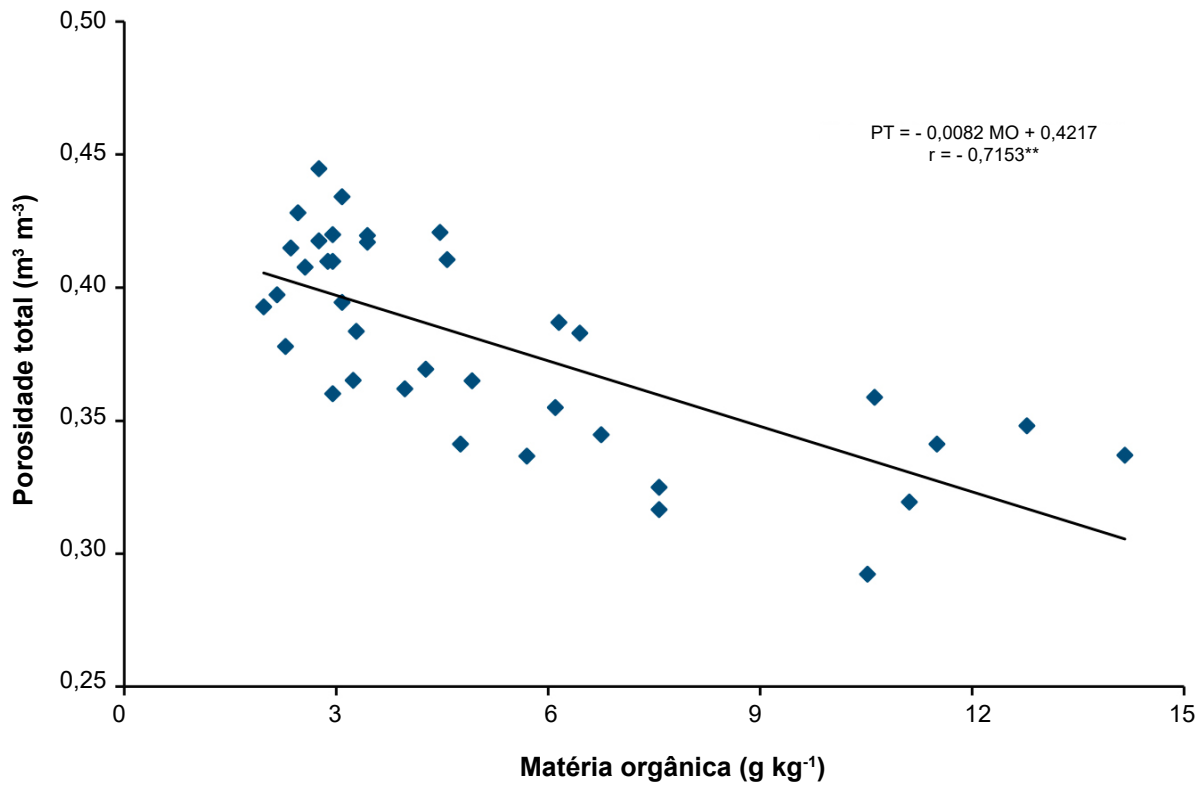


Figura 10. Correlação entre a porosidade total e o teor de matéria orgânica em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

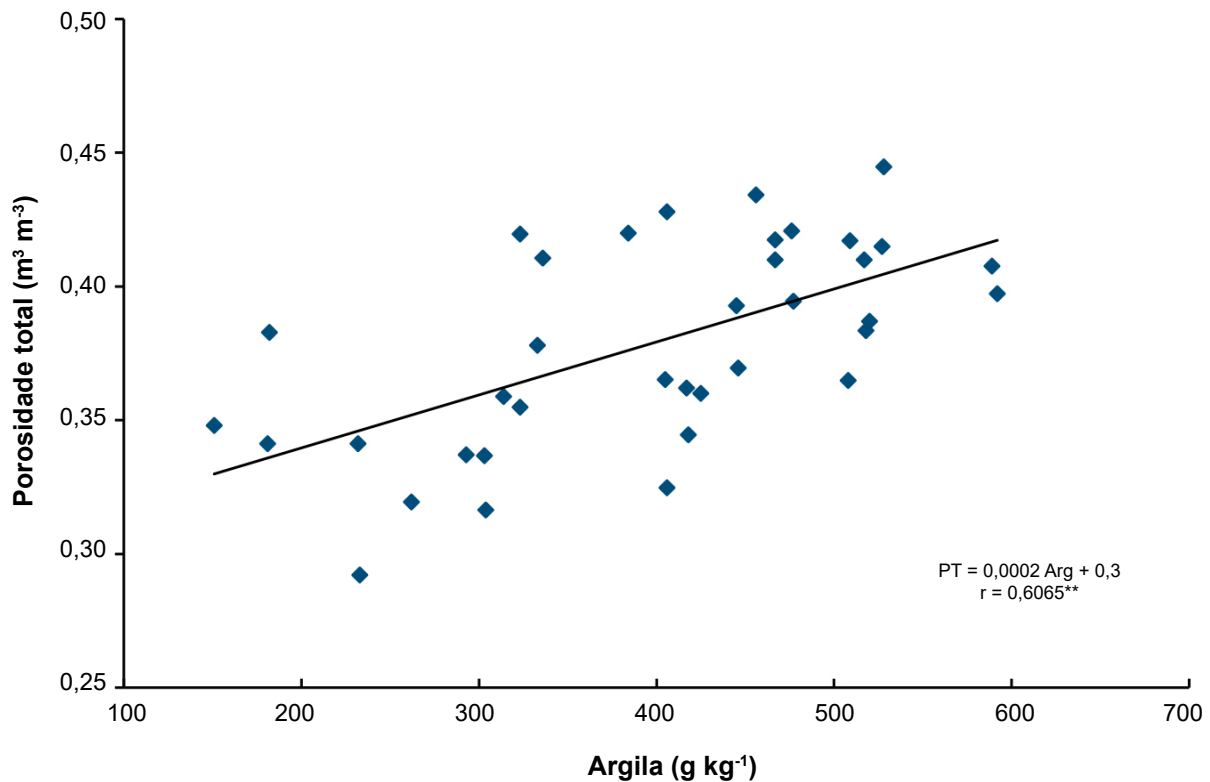


Figura 11. Correlação entre a porosidade total e o teor de argila nos Latossolos em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Condutividade hidráulica saturada

Considerando que a condutividade hidráulica saturada apresenta elevada variabilidade espacial e o fato de a amostragem ter sido realizada em apenas um perfil para cada unidade de solo, com duplicatas por horizonte, deve-se admitir os dados obtidos para os Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico da área da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabelas 4 e 5), como sendo um indicativo básico dos atributos e das possíveis variações nos horizontes coesos e não coesos de cada um destes solos.

Apesar disso, dois aspectos merecem destaque:

- (i) os menores valores de condutividade hidráulica saturada foram observados nos horizontes AB ou BA, os quais apresentam características de coesão;
- (ii) esses horizontes coincidem, em geral, com os menores valores de macroporosidade obtidos em cada unidade de solo.

Não restam dúvidas de que a baixa condutividade hidráulica saturada nos horizontes coesos,

confirmando dados citados por Souza (1996) e Girola e Silva (2002), exerce efeitos negativos importantes sobre a dinâmica da água no solo. Entre as principais consequências, estão a redução da taxa de infiltração e da capacidade de armazenamento de água no perfil, a limitação da disponibilidade hídrica às plantas ao longo do tempo e o aumento do risco de enxurradas e processos erosivos.

A relação entre condutividade hidráulica saturada e macroporosidade foi positiva (Figura 12). Esse comportamento era esperado, uma vez que a condutividade hidráulica saturada é fortemente influenciada pela macroporosidade, já que a água infiltrada no solo em condição de saturação depende da presença de poros de maior diâmetro para movimentar-se com velocidade adequada. Esses poros são fundamentais nos processos rápidos de redistribuição da água em profundidade e drenagem. Como a saída de água está diretamente associada à entrada de ar, evidencia-se também a importância dessas variáveis para a aeração adequada do solo.

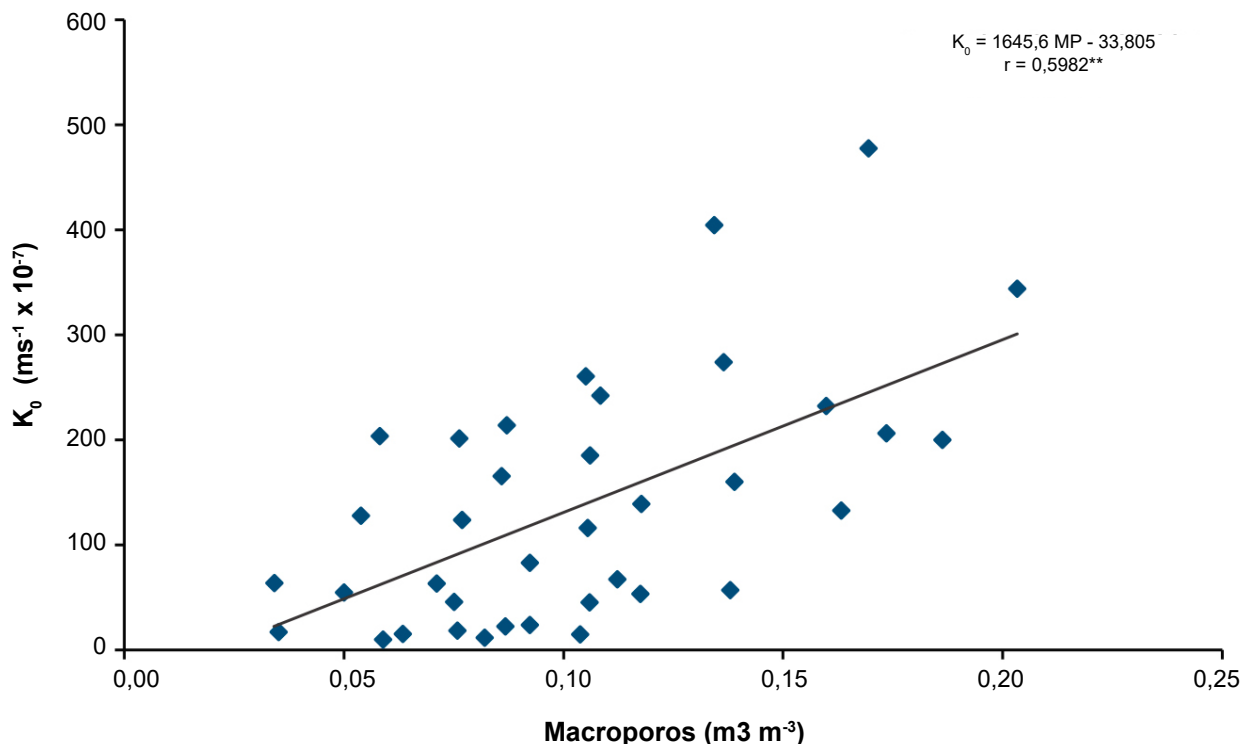


Figura 12. Correlação entre a condutividade hidráulica e a macroporosidade em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Análise de agregados

A agregação dos solos avaliados foi estudada com base na distribuição dos agregados por classes de tamanho, no diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA), no índice de agregação e, por fim, na estabilidade dos agregados. Para a avaliação da distribuição por classes de tamanho, optou-se por agrupar as classes < 0,25 mm e 0,25-0,50 mm como classe de menor diâmetro; e as classes 1,00-2,00 mm e 2,00-7,93 mm como classes de maior diâmetro. A classe de diâmetro intermediário foi definida como aquela composta por agregados com diâmetro entre 0,50 mm e 1,00 mm.

Com exceção dos horizontes Ap e AB do LAd1, observou-se, em todos os demais horizontes dos Latossolos, a predominância de agregados de menor diâmetro (Tabela 6). As classes < 0,25 mm e 0,25-0,50 mm, quando somadas, representaram de

34,3% no horizonte AB do LAd1 a 69,7% no horizonte Bw2 do LAd2. Em seguida, embora com menor expressão, destaca-se a classe de diâmetro intermediário como a segunda mais frequente, com valores variando de 18,5% no horizonte Bw2 do LAd4 a 32,3% no horizonte Ap do LAd3. Por fim, as classes de maior diâmetro (1,00-2,00 mm e 2,00-7,93 mm) apresentaram, em conjunto, as menores proporções, com variações entre 10,5% no horizonte Bw2 do LAd2 e 46,4% no horizonte AB do LAd1. Considerando-se ainda o agrupamento da classe de diâmetro intermediário (0,50-1,00 mm) com as classes de menor diâmetro (< 0,25 mm e 0,25-0,50 mm), observa-se que, em 18 dos 27 horizontes estudados, mais de 80% dos agregados se concentram nesse conjunto. Em todos os horizontes avaliados, mais de 50% dos agregados encontram-se nas classes de diâmetro menor e intermediário.

Tabela 6. Distribuição percentual dos agregados por classes de tamanho, diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA), índices de agregação e estabilidade de agregados em Latossolos Amarelos na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Classes de tamanho (mm)					DMPA ¹ (mm)	Agregação (%)	Estabilidade de agregados (%)
		7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25			
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico LAd1									
Ap	0-0,15	27,4	12,6	20,5	20,4	19,2	1,8	36,7	60,6
AB	0,15-0,35	32,0	14,4	19,4	16,5	17,8	2,0	47,3	71,9
BA	0,35-0,55	18,3	14,4	21,5	19,7	26,1	1,4	39,0	71,9
Bw1	0,55-0,83	8,1	15,0	26,2	22,3	28,4	0,9	35,2	71,3
Bw2	0,83-1,20	5,1	10,9	20,3	22,2	41,4	0,7	21,8	60,0
Bw3	1,20-2,00+	4,9	10,9	19,3	20,0	44,9	0,7	21,3	60,6
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico LAd2									
Ap	0-0,16	5,6	9,8	29,9	27,2	27,6	0,8	17,0	37,5
BA	0,16-0,44	4,2	12,2	24,6	24,5	34,4	0,7	15,2	37,1
Bw1	0,44-0,92	2,2	10,5	24,9	24,7	37,7	0,6	16,7	44,4
Bw2	0,92-1,40	1,4	9,1	19,8	23,0	46,7	0,5	13,8	45,7
Bw3	1,40-1,70+	4,8	12,0	24,1	21,4	37,7	0,7	25,2	61,6
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico LAd3									
Ap	0-0,09	5,6	11,9	32,3	23,1	27,2	0,8	28,8	57,8
AB	0,09-0,38	5,8	12,7	26,9	26,5	28,1	0,8	29,6	65,2
Bw1	0,38-0,72	3,1	8,8	22,2	25,1	40,8	0,6	16,9	49,6
Bw2	0,72-1,20	2,9	12,4	22,1	20,9	41,6	0,6	23,1	61,7
Bw3	1,20-1,60+	5,3	13,8	25,0	20,6	35,2	0,8	33,1	74,9

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Horizonte	Profundidade (m)	Classes de tamanho (mm)					DMPA ¹ (mm)	Agregação	Estabilidade de agregados (%)
		7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25			
Agregados (%)									
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico LAd4									
Ap	0-0,12	16,3	15,3	23,7	21,7	22,9	1,3	34,5	62,2
AB	0,12-0,32	11,8	16,0	24,1	22,7	25,3	1,1	34,2	65,8
BA	0,32-0,57	7,1	16,6	25,8	21,4	29,0	0,9	32,1	64,9
Bw1	0,57-1,20	2,1	11,0	23,7	23,4	39,8	0,6	21,9	59,5
Bw2	1,20-2,00+	4,6	10,6	18,5	20,6	45,7	0,7	21,3	63,1
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico LAd5									
Ap	0-0,20	15,9	13,5	28,9	22,6	19,1	1,3	29,2	50,1
AB	0,20-0,40	7,0	13,6	27,9	23,8	27,8	0,9	27,6	56,9
BA	0,40-0,70	3,4	12,3	25,0	26,5	32,8	0,7	20,1	49,4
Bw1	0,70-1,00	5,3	11,0	26,1	20,4	37,2	0,7	22,7	53,6
Bw2	1,00-1,40	3,4	11,4	23,5	21,5	40,2	0,6	21,3	55,8
Bw3	1,40+	3,8	9,8	23,0	18,4	45,0	0,6	19,2	52,5

¹DMPA = diâmetro médio ponderado de agregados.

Para o Argissolo e o Cambissolo, o comportamento observado foi semelhante ao verificado nos Latossolos, com predominância das classes de menor diâmetro em relação à classe de tamanho intermediário e às classes de maior diâmetro (Tabela 7). No Argissolo, as classes < 0,25 mm e 0,25-0,50 mm, quando somadas, representaram de 37,6% no horizonte Ap a 69,7% no horizonte Bt2. No Cambissolo, esses valores variaram de 25,8% no horizonte Ap a 62,2% no horizonte Bic2. Para a classe de tamanho intermediário (0,50-1,00 mm), os valores no Argissolo variaram de 16,2% no horizonte Bt2 a 26,8% no horizonte BA. No Cambissolo, os percentuais variaram de 18,0% no horizonte Ap a 25,4% no horizonte AB. Já as classes de maior diâmetro (1,00-2,00 e 2,00-7,93 mm) apresentaram proporções de 14,2 a 39,8% no Argissolo, respectivamente nos horizontes Bt2 e Ap, e de 17,4 a 56,1% no Cambissolo, respectivamente nos horizontes Ap e AB. Assim como observado nos Latossolos, o agrupamento da classe de diâmetro intermediário (0,50-1,00 mm) com as classes de menor diâmetro (<0,25 e 0,25-0,50 mm) resultou em ampla predominância de agregados nessas faixas, tanto

no Argissolo como no Cambissolo. No Argissolo, três dos cinco horizontes avaliados apresentaram mais de 80% dos agregados nesse conjunto, enquanto os demais registraram valores próximos de 60%. No Cambissolo, dois horizontes ultrapassaram 80% de agregados nas classes agrupadas, os demais com 70,6, 64,6 e 43,8%.

O DMPA, que retrata em um único valor a distribuição por classes de tamanho, ponderando o diâmetro de cada classe pela sua respectiva massa, apresentou valores entre 0,5 mm no horizonte Bw2 do LAd2 a 2,0 mm no horizonte AB do LAd1, para os Latossolos avaliados. No Argissolo e no Cambissolo, os valores oscilaram entre 0,7 mm, nos horizontes Bt2 do Argissolo e Bi3 do Cambissolo, e 2,4 mm, no horizonte Ap do CXbd. De maneira geral, os dois horizontes superficiais de todos os solos analisados apresentaram os maiores valores de DMPA, possivelmente em razão dos maiores teores de matéria orgânica. Essa fração orgânica é amplamente reconhecida como um agente de agregação do solo, favorecendo não apenas a formação de agregados, mas também a geração de agregados de maior diâmetro.

Além da distribuição por classes de tamanho e do DMPA, um estudo abrangente sobre agregação

do solo deve considerar também o índice de agregação e a estabilidade dos agregados formados. Nos Latossolos avaliados, o índice de agregação variou entre 13,8% no horizonte Bw2 do LAd2 e 47,3% no horizonte AB do LAd1. Considerando a média dos valores obtidos para cada solo, o LAd1 apresentou o maior índice médio de agregação, com 28,9%; enquanto LAd2 registrou o menor valor médio, 17,2%. Quanto ao índice que mede a estabilidade dos agregados, os valores observados nos Latossolos variaram entre 37,1% no horizonte BA do LAd2 e 74,9% no horizonte Bw3 do LAd3. Com base nas médias por solo, novamente o LAd1 apresentou o maior índice de estabilidade, com 64,2%; ao passo que o LAd2 obteve o menor valor médio, 46,0%.

Os resultados evidenciam diferenças na qualidade estrutural dos Latossolos analisados. O LAd1, que apresentou os maiores valores médios, tanto para o índice de agregação quanto para a estabilidade dos agregados, pode ser considerado o solo com melhor estrutura física dentro do conjunto avaliado. Essa condição indica maior capacidade de formação e manutenção de agregados estáveis, favorecendo a infiltração de água, a aeração do solo, o desenvolvimento radicular e contribuindo para a redução da suscetibilidade à erosão. Por outro lado, o LAd2, com os menores valores médios, revela uma estrutura mais frágil e instável, com maior vulnerabilidade à desagregação, menor resistência aos processos erosivos e possível comprometimento da dinâmica hídrica e da aeração do solo.

Tabela 7. Distribuição percentual dos agregados por classes de tamanho, diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA), índices de agregação e estabilidade de agregados em Argissolo Amarelo e Cambissolo Háptico na área da Empresa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Classes de tamanho (mm)					DMPA ¹ (mm)	Agregação (%)	Estabilidade de agregados (%)
		7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25			
ARGISSOLO AMARLO Distrófico abruptico PAd1									
Ap	0-0,15	23,6	16,2	22,6	20,0	17,6	1,7	43,2	69,2
AB	0,15-0,39	18,3	17,7	23,2	18,6	22,2	1,4	44,6	75,3
BA	0,39-0,60	5,3	13,2	26,8	22,2	32,5	0,8	33,2	73,2
Bt1	0,60-1,15	6,8	12,3	24,1	21,7	35,0	0,8	31,1	71,8
Bt2	1,15-1,45+	5,5	8,7	16,2	20,5	49,2	0,7	18,8	62,2
CAMBISSOLO HÁPTICO Tb Distrófico argissólico petroplíntico CXbd									
Ap	0-0,15	39,0	17,1	18,0	13,1	12,7	2,4	57,4	77,5
AB	0,15-0,36	14,8	20,5	25,4	19,6	19,6	1,3	47,2	77,7
Bi1	0,36-0,62	14,3	15,0	23,7	22,8	24,1	1,2	37,8	71,3
Bic2	0,62-1,17	6,5	11,9	19,4	21,1	41,1	0,8	24,1	63,7
Bi3	1,17-1,40+	4,2	13,2	22,2	22,3	38,2	0,7	25,0	63,2

¹DMPA = diâmetro médio ponderado de agregados.

Para o Argissolo e o Cambissolo, os valores referentes ao índice de agregação e à estabilidade de agregados foram superiores aos observados para os Latossolos, especialmente quando consideradas as médias por perfil de solo. No Argissolo, o índice de agregação variou de 18,8 (horizonte Bt2) a 44,6% (horizonte AB). No Cambissolo, a variação foi de 24,1 (horizonte Bic2) a 57,4% (horizonte Ap). As médias foram de 32,2% para o Argissolo e 33,8% para o Cambissolo, ambas superiores às observadas nos Latossolos, cujos valores médios não ultrapassaram o patamar de 30,0%. Quanto ao índice de estabilidade dos agregados, os valores no Argissolo variaram de 62,2 (horizonte Bt2) a 75,3% (horizonte AB), enquanto no Cambissolo variaram de 63,2 (horizonte Bi3) a 77,7% (horizonte AB). As médias foram de 70,3% para o Argissolo e 68,6% para o Cambissolo, reforçando a maior estabilidade estrutural desses solos em relação aos Latossolos. Essa maior estabilidade estrutural pode estar relacionada a diferenças na mineralogia da fração argila, conteúdo de argila, teor de matéria orgânica e ao histórico de uso e manejo do solo. A argila, em particular, desempenha papel essencial na formação e estabilidade dos agregados. De modo geral, considerando o perfil completo dos solos, o Argissolo e o Cambissolo, mais argilosos, apresentaram índices superiores de agregação e estabilidade em relação aos Latossolos, mais arenosos. Esse padrão é ilustrado pelo LAd2, Latossolo mais arenoso entre os avaliados, que apresentou o menor

índice de agregação, e pelo Cambissolo, mais argiloso, que apresentou o maior valor para esse indicador estrutural. Baver et al. (1973) informam que a matéria orgânica e a argila, além de óxidos de ferro e alumínio, são agentes que agregam o solo. Valores semelhantes para tamanho de agregados e agregação foram obtidos por Paiva et al. (2000), para Latossolos e Argissolos dos Tabuleiros Costeiros.

Em termos de correlação entre os atributos de agregação com outros atributos avaliados, observou-se que o DMPA e a percentagem de agregação aumentaram com o aumento do teor de matéria orgânica (Figuras 13 e 14), refletindo o efeito da matéria orgânica como agente agregador do solo (Baver et al, 1973). Ao contrário do que se esperava, não foram observadas correlações significativas do DMPA e da percentagem de agregação com argila ($r = -0,291$ e $r = -0,119$, respectivamente). Da mesma forma, não houve correlação significativa entre DMPA e macroporosidade ($r = -0,046$). A correlação entre percentagem de agregação e macroporosidade foi significativa, mas, estranhamente, negativa (Figura 14), não se encontrando uma explicação para este fato.

Da mesma forma, não houve correlação significativa entre DMPA e macroporosidade ($r = -0,046$). A correlação entre percentagem de agregação e macroporosidade foi significativa, mas, estranhamente, negativa (Figura 15), não se encontrando uma explicação para este fato.

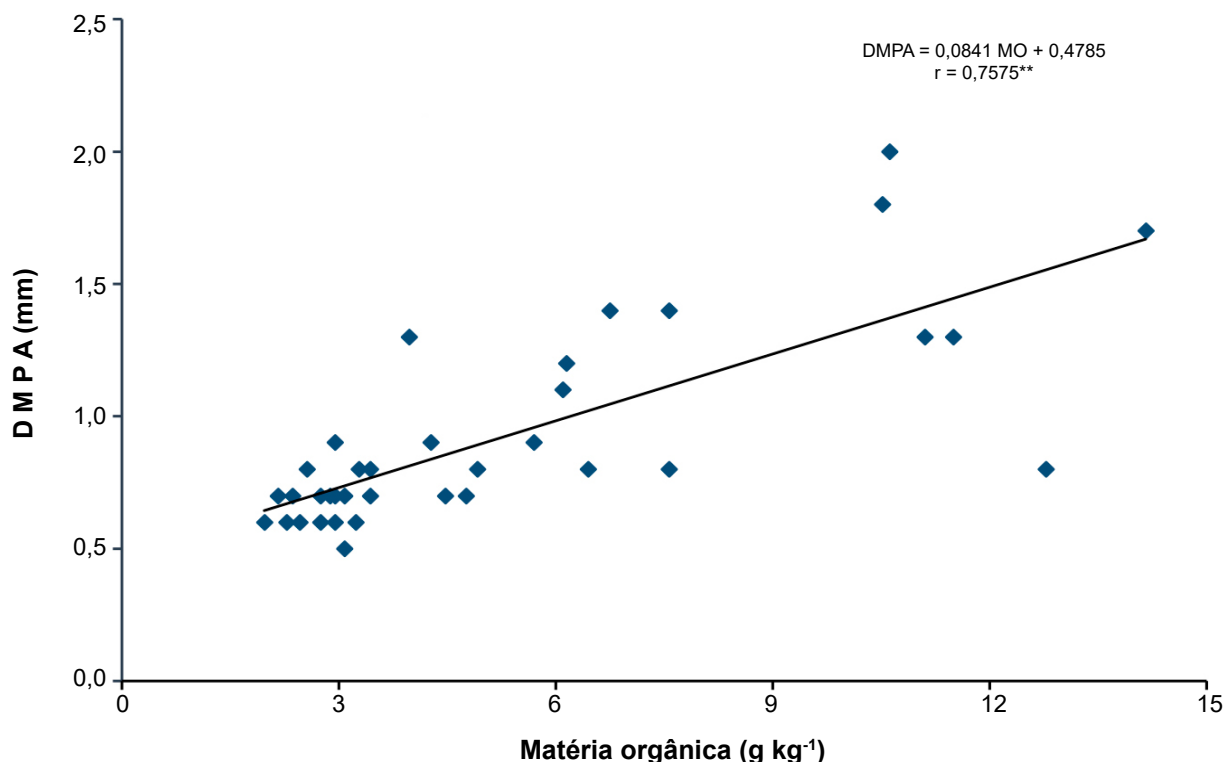


Figura 13. Correlação entre o diâmetro médio ponderado dos agregados (DMPA) e o teor de matéria orgânica em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

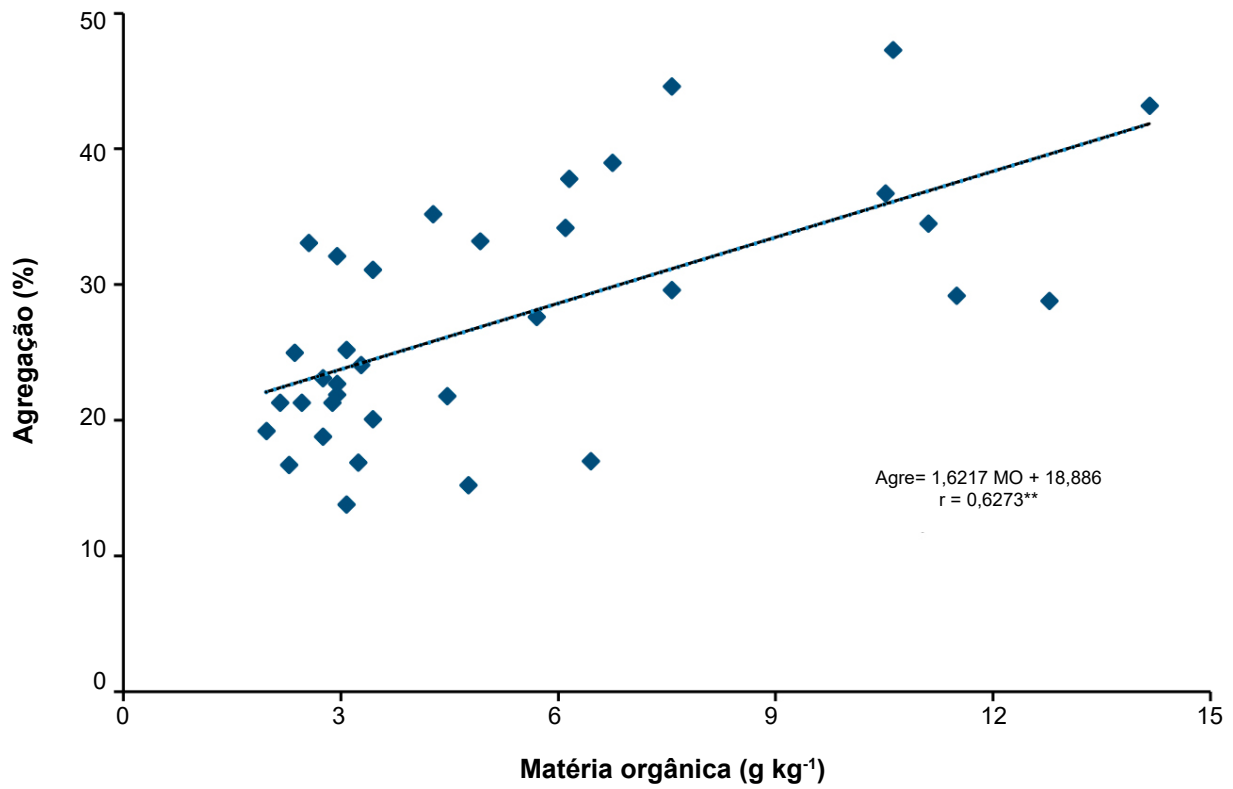


Figura 14. Correlação entre a porcentagem de agregação e o teor de matéria orgânica em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

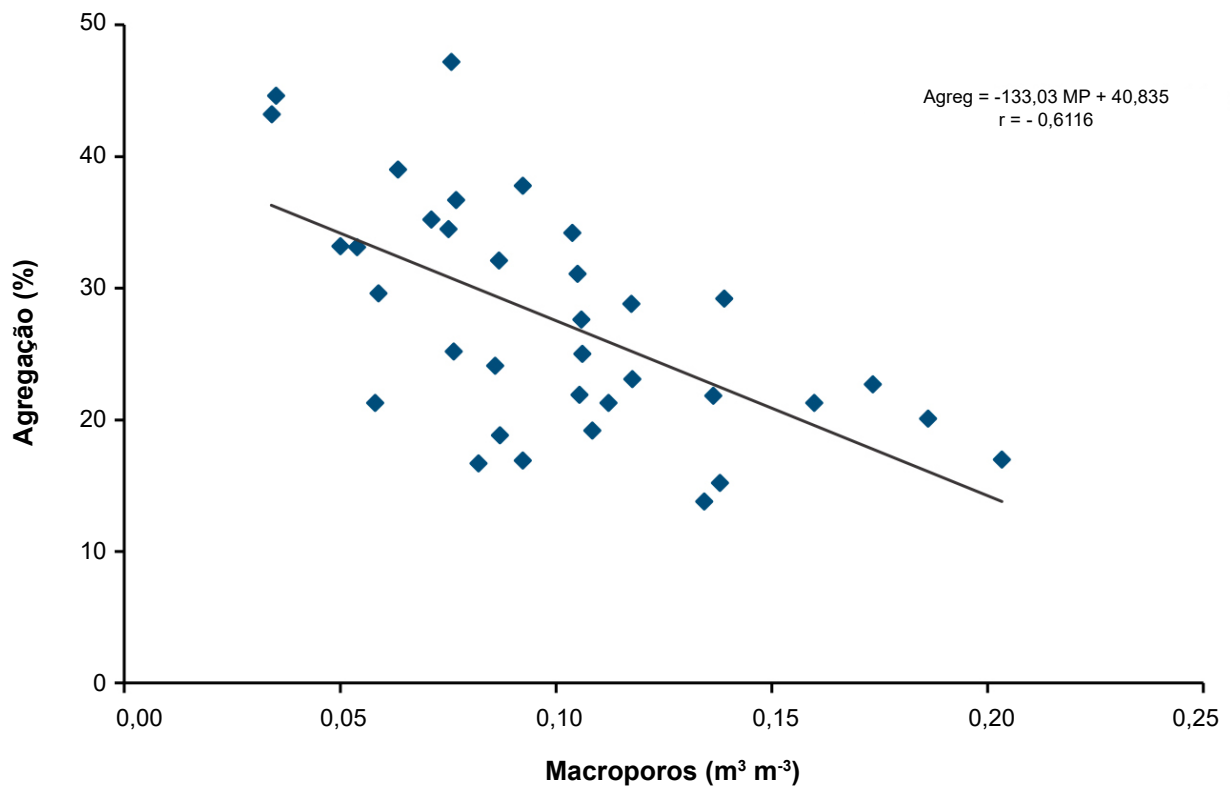


Figura 15. Correlação entre a porcentagem de agregação e a macroporosidade em Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Retenção, disponibilidade de água e porosidade total

Os dados referentes à água disponível encontram-se nas Tabelas 8 e 9. Observa-se que o Latossolo LAd1 apresentou maior capacidade de retenção de água em todos os potenciais avaliados, seguido pelo Cambissolo. Os Latossolos LAd3, LAd4 e LAd5 e o Argissolo vieram na sequência, com resultados bastante próximos entre si, enquanto o solo LAd2

foi o que registrou os menores valores de retenção. Considerando especificamente a água disponível para as plantas, definida como a diferença entre a água retida a -33 kPa e a retida a -1.500 kPa, o melhor desempenho foi observado no solo Cambissolo, seguido pelo Latossolo LAd1. Em seguida, vieram os Latossolos LAd5, LAd3, LAd4 e LAd2, enquanto o menor valor foi registrado para o Argissolo.

Tabela 8. Retenção de água em diferentes potenciais matriciais e água disponível em Latossolos Amarelos na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Potencial matricial (kPa)						Água disponível (m ³ m ⁻³)
		-1	-10	-33	-100	-300	-1500	
Umidade volumétrica (m³m⁻³)								
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso LAd1								
Ap	0-0,15	0,2921	0,1983	0,1942	0,1808	0,1701	0,1115	0,0827
AB	0,15-0,35	0,3588	0,2003	0,1979	0,1859	0,1697	0,1623	0,0356
BA	0,35-0,55	0,3446	0,2567	0,2487	0,2293	0,2192	0,1829	0,0658
Bw1	0,55-0,83	0,3694	0,2424	0,2339	0,2104	0,1937	0,1752	0,0587
Bw2	0,83-1,20	0,4208	0,2234	0,2093	0,1870	0,1697	0,1638	0,0455
Bw3	1,20-2,00+	0,4098	0,2812	0,2519	0,2185	0,1920	0,1893	0,0626
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso LAd2								
Ap	0-0,16	0,3829	0,1530	0,1415	0,1169	0,1003	0,0801	0,0614
BA	0,16-0,44	0,3411	0,1802	0,1772	0,1616	0,1385	0,1146	0,0626
Bw1	0,44-0,92	0,3779	0,2287	0,2216	0,1933	0,1695	0,1557	0,0659
Bw2	0,92-1,40	0,4342	0,2458	0,2333	0,1965	0,1772	0,1677	0,0656
Bw3	1,40-1,70+	0,3945	0,2537	0,2446	0,2205	0,2017	0,1913	0,0533
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso LAd3								
Ap	0-0,09	0,3480	0,2060	0,1995	0,1843	0,1658	0,1096	0,0899
AB	0,09-0,38	0,3165	0,2362	0,2296	0,2118	0,1967	0,1677	0,0619
Bw1	0,38-0,72	0,3651	0,2501	0,2427	0,2226	0,1996	0,1707	0,0720
Bw2	0,72-1,20	0,4175	0,2506	0,2444	0,2100	0,2018	0,1789	0,0655
Bw3	1,20-1,60+	0,4076	0,2631	0,2557	0,2233	0,2067	0,1978	0,0579
LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso LAd4								
Ap	0-0,12	0,3193	0,2165	0,2150	0,2043	0,1762	0,1366	0,0784
AB	0,12-0,32	0,3548	0,2126	0,2091	0,1931	0,1831	0,1583	0,0508
BA	0,32-0,57	0,3600	0,2352	0,2275	0,2036	0,1822	0,1681	0,0594
Bw1	0,57-1,20	0,4098	0,2447	0,2360	0,2057	0,1811	0,1736	0,0624
Bw2	1,20-2,00+	0,3973	0,2890	0,2831	0,2522	0,2351	0,2099	0,0732

Continua...

Tabela 8. Continuação.

Horizonte	Profundidade (m)	Potencial matricial (kPa)						Água disponível (m ³ m ⁻³)
		-1	-10	-33	-100	-300	-1500	
Umidade volumétrica (m ³ m ⁻³)								
LATOSSOLO AMARELO Distrocóeso LAd5								
Ap	0-0,20	0,3411	0,1785	0,1761	0,1578	0,1335	0,0980	0,0781
AB	0,20-0,40	0,3367	0,1964	0,1936	0,1837	0,1709	0,1514	0,0422
BA	0,40-0,70	0,4196	0,1896	0,1837	0,1590	0,1405	0,1320	0,0517
Bw1	0,70-1,00	0,4199	0,2105	0,2039	0,1695	0,1524	0,1435	0,0604
Bw2	1,00-1,40	0,4280	0,2285	0,2156	0,1897	0,1677	0,1529	0,0627
Bw3	1,40+	0,3927	0,2189	0,2061	0,1738	0,1586	0,1613	0,0448

Tabela 9. Retenção de água em diferentes potenciais matriciais e água disponível em Argissolo Amarelo e Cambissolo Háptico na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas (BA).

Horizonte	Profundidade (m)	Potencial matricial (kPa)						Água disponível m ³ m ⁻³
		-0,1	-10	-33	-100	-300	-1500	
Umidade volumétrica (m ³ m ⁻³)								
ARGISSOLO AMARELO PAD1								
Ap	0-0,15	0,3370	0,2264	0,2100	0,2089	0,1936	0,1292	0,0808
AB	0,15-0,39	0,3248	0,2264	0,2191	0,2127	0,2065	0,1823	0,0368
BA	0,39-0,60	0,3649	0,2484	0,2463	0,2313	0,2240	0,2006	0,0457
Bt1	0,60-1,15	0,4171	0,2309	0,2210	0,2039	0,1932	0,1678	0,0532
Bt2	1,15-1,45+	0,4447	0,2274	0,2195	0,2044	0,1890	0,1683	0,0512
CAMBISSOLO HÁPTICO CXbd								
Ap	0-0,15	0,4106	0,2698	0,2666	0,2598	0,2229	0,1556	0,1110
AB	0,15-0,36	0,3620	0,2526	0,2483	0,2329	0,2174	0,1950	0,0533
Bi1	0,36-0,62	0,3869	0,2705	0,2657	0,2419	0,2243	0,2033	0,0624
Bic2	0,62-1,17	0,3835	0,2577	0,2458	0,2174	0,2031	0,1870	0,0588
Bi3	1,17-1,40+	0,4149	0,2740	0,2486	0,2041	0,1818	0,1727	0,0759

A equação de Van Genuchten (1980), utilizada para ajustar a relação entre o potencial da água no solo e a umidade, foi parametrizada por meio do programa SWRC ("Soil Water Retention Curve") da ESALQ/USP. A capacidade de retenção de água em cada horizonte foi determinada a partir de amostras indeformadas, coletadas em cilindros

metálicos com volume de 90 cm³. Após a saturação, as amostras foram submetidas às seguintes pressões de sucção: -0,1 kPa; -10 kPa; -33 kPa; -100 kPa; -300 kPa e -1500 kPa. Os resultados obtidos encontram-se representados graficamente nas Figuras 16 a 22 e apresentados nas Tabelas 10 a 16.

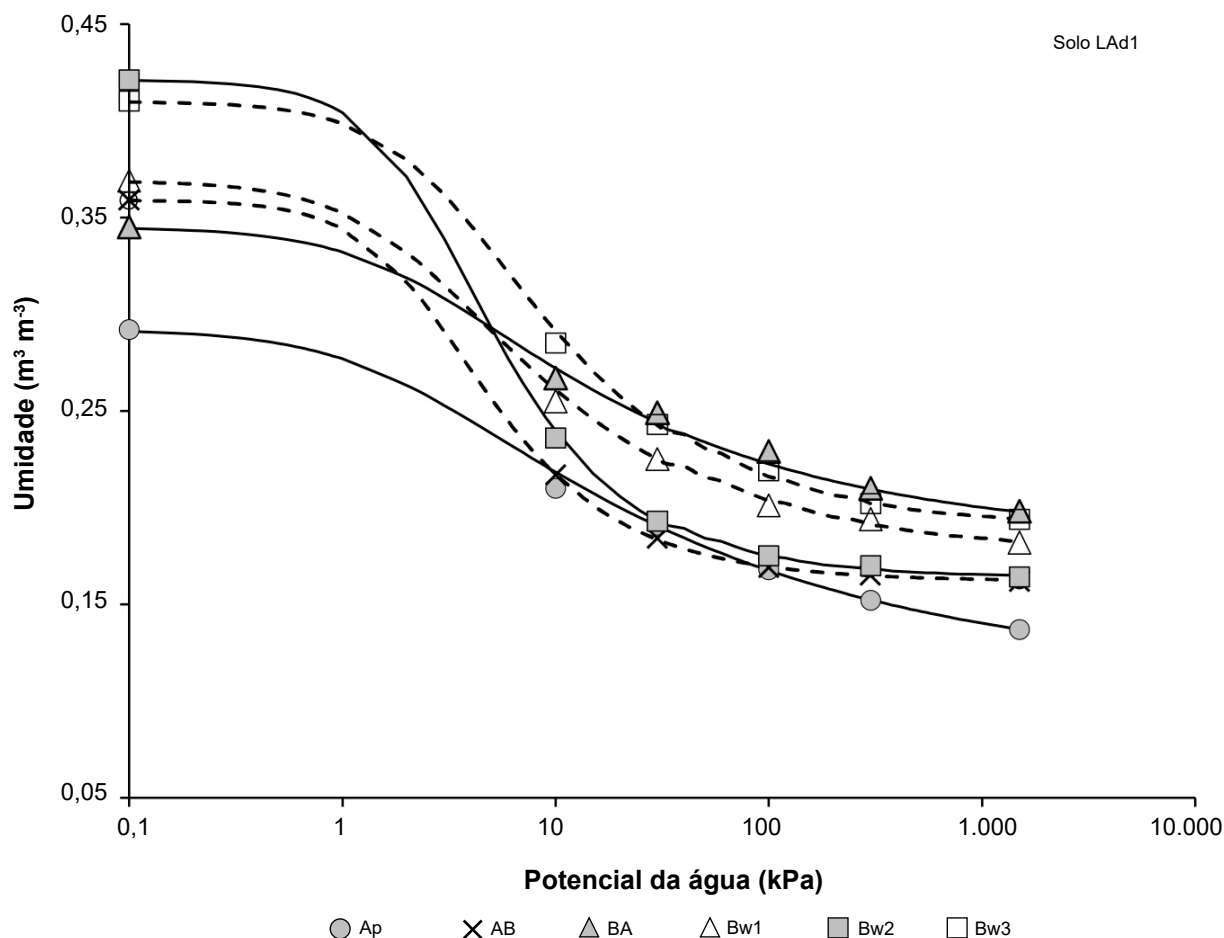


Figura 16. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd1 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 10. Relação potencial da água versus umidade, ajustadas na equação van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd1 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Equação: $\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m \}$	r^2
LAd1			
Ap	0-0,15	$\theta = 0,112 + ((0,292 - 0,112) / [1 + (0,563 \times \psi_m)^{1,290}]^{0,225})$	0,894
AB	0,15-0,35	$\theta = 0,162 + ((0,359 - 0,162) / [1 + (0,408 \times \psi_m)^{1,883}]^{0,469})$	0,960
BA	0,35-0,55	$\theta = 0,183 + ((0,345 - 0,183) / [1 + (0,478 \times \psi_m)^{1,364}]^{0,267})$	0,940
Bw1	0,55-0,83	$\theta = 0,175 + ((0,369 - 0,175) / [1 + (0,458 \times \psi_m)^{1,515}]^{0,340})$	0,963
Bw2	0,83-1,20	$\theta = 0,164 + ((0,421 - 0,164) / [1 + (0,375 \times \psi_m)^{1,897}]^{0,473})$	0,977
Bw3	1,20-2,00+	$\theta = 0,189 + ((0,410 - 0,189) / [1 + (0,309 \times \psi_m)^{1,632}]^{0,387})$	0,985

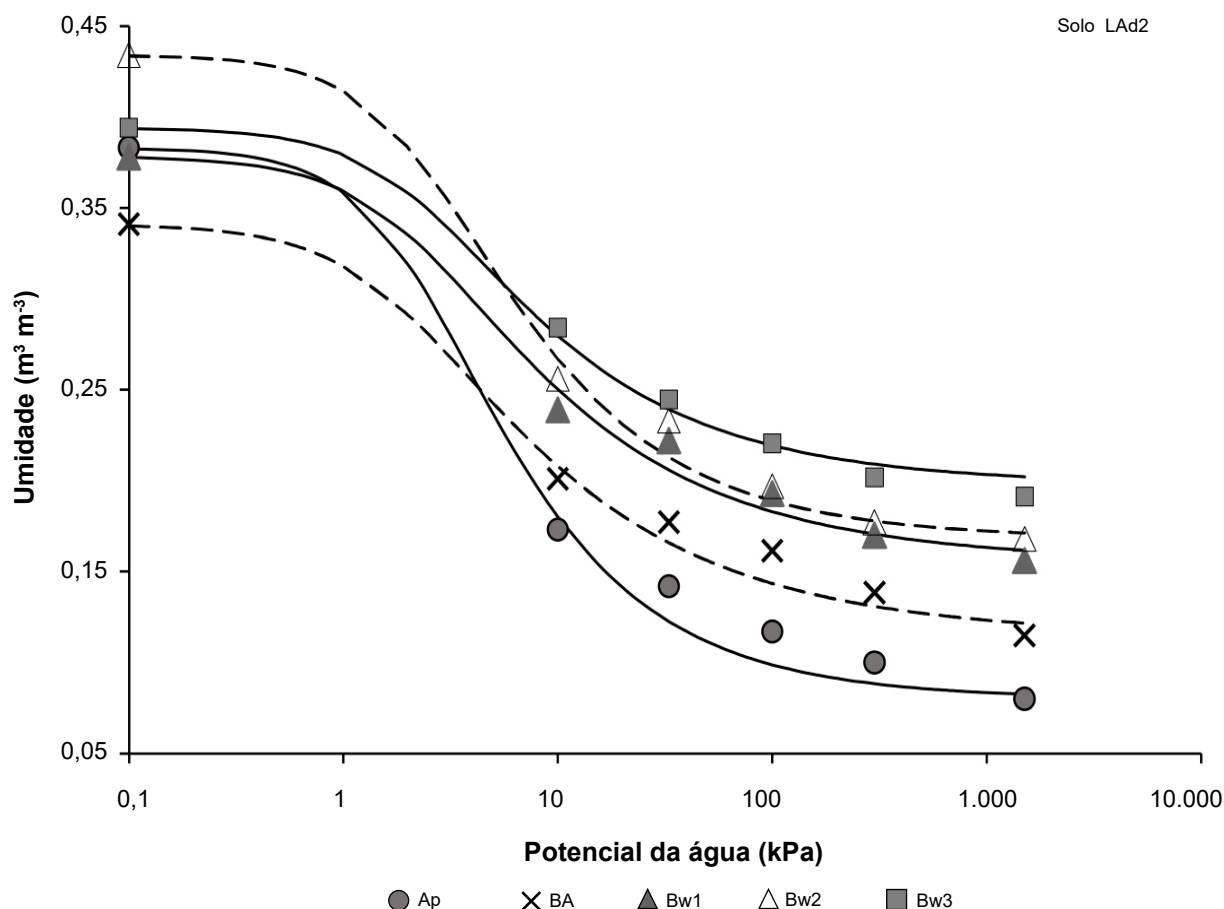


Figura 17. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd2 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 11. Relação entre o potencial da água e a umidade, ajustadas pela equação de van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd2 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Equação: $\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m \}$	r ²
LAd2			
Ap	0 - 0,16	$\theta = 0,080 + ((0,383 - 0,080) / [1 + (0,424 \times \psi_m)^{1,743}]^{0,426})$	0,964
BA	0,16-0,44	$\theta = 0,115 + ((0,341 - 0,115) / [1 + (0,523 \times \psi_m)^{1,520}]^{0,342})$	0,941
Bw1	0,44-0,92	$\theta = 0,156 + ((0,378 - 0,156) / [1 + (0,441 \times \psi_m)^{1,554}]^{0,356})$	0,963
Bw2	0,92-1,40	$\theta = 0,168 + ((0,434 - 0,168) / [1 + (0,398 \times \psi_m)^{1,689}]^{0,408})$	0,973
Bw3	1,40-1,70+	$\theta = 0,191 + ((0,395 - 0,190) / [1 + (0,405 \times \psi_m)^{1,598}]^{0,374})$	0,969

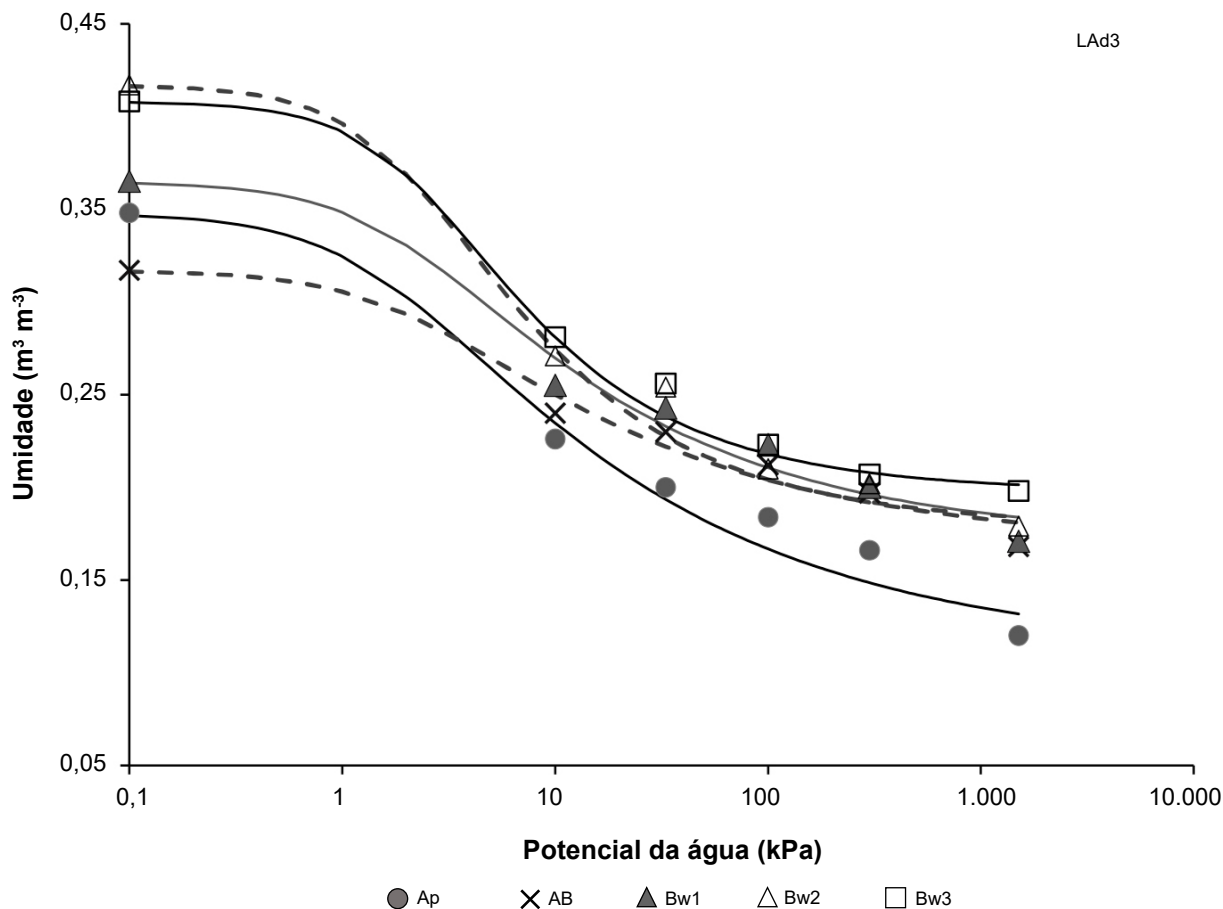


Figura 18. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd3 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 12. Relação entre o potencial da água e a umidade, ajustadas pela equação de van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd3 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	Equação: $\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m \}$	r ²
LAd3			
Ap	0-0,09	$\theta = 0,110 + ((0,348 - 0,110) / [1 + (0,594 \times \psi_m)^{1,349}]^{0,259})$	0,964
AB	0,09-0,38	$\theta = 0,168 + ((0,317 - 0,168) / [1 + (0,461 \times \psi_m)^{1,369}]^{0,269})$	0,964
Bw1	0,38-0,72	$\theta = 0,171 + ((0,365 - 0,171) / [1 + (0,489 \times \psi_m)^{1,407}]^{0,289})$	0,964
Bw2	0,72-1,20	$\theta = 0,179 + ((0,417 - 0,179) / [1 + (0,449 \times \psi_m)^{1,589}]^{0,370})$	0,962
Bw3	1,20-1,60+	$\theta = 0,198 + ((0,408 - 0,198) / [1 + (0,409 \times \psi_m)^{1,631}]^{0,387})$	0,968

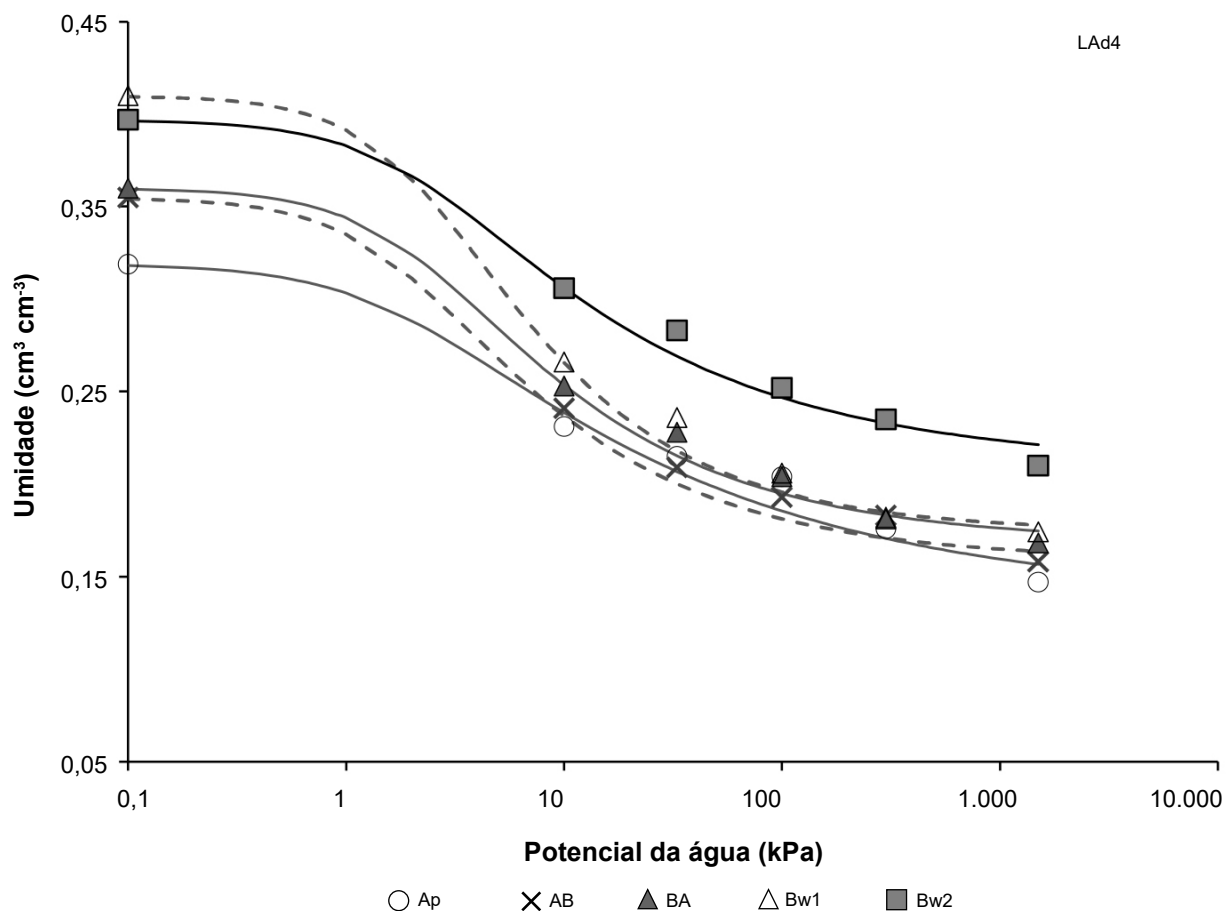


Figura 19. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd4 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 13. Relação entre o potencial da água e a umidade, ajustadas pela equação de van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd4 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	$\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m \}$	r ²
LAd4			
Ap	0-0,12	$\theta = 0,137 + ((0,319 - 0,137) / [1 + (0,539 \times \psi_m)^{1,330}]^{0,248})$	0,916
AB	0,12-0,32	$\theta = 0,158 + ((0,355 - 0,158) / [1 + (0,512 \times \psi_m)^{1,546}]^{0,353})$	0,944
BA	0,32-0,57	$\theta = 0,168 + ((0,360 - 0,168) / [1 + (0,446 \times \psi_m)^{1,519}]^{0,342})$	0,962
Bw1	0,57-1,20	$\theta = 0,174 + ((0,410 - 0,174) / [1 + (0,414 \times \psi_m)^{1,641}]^{0,394})$	0,967
Bw2	1,20-2,00+	$\theta = 0,210 + ((0,397 - 0,210) / [1 + (0,431 \times \psi_m)^{1,431}]^{0,301})$	0,960

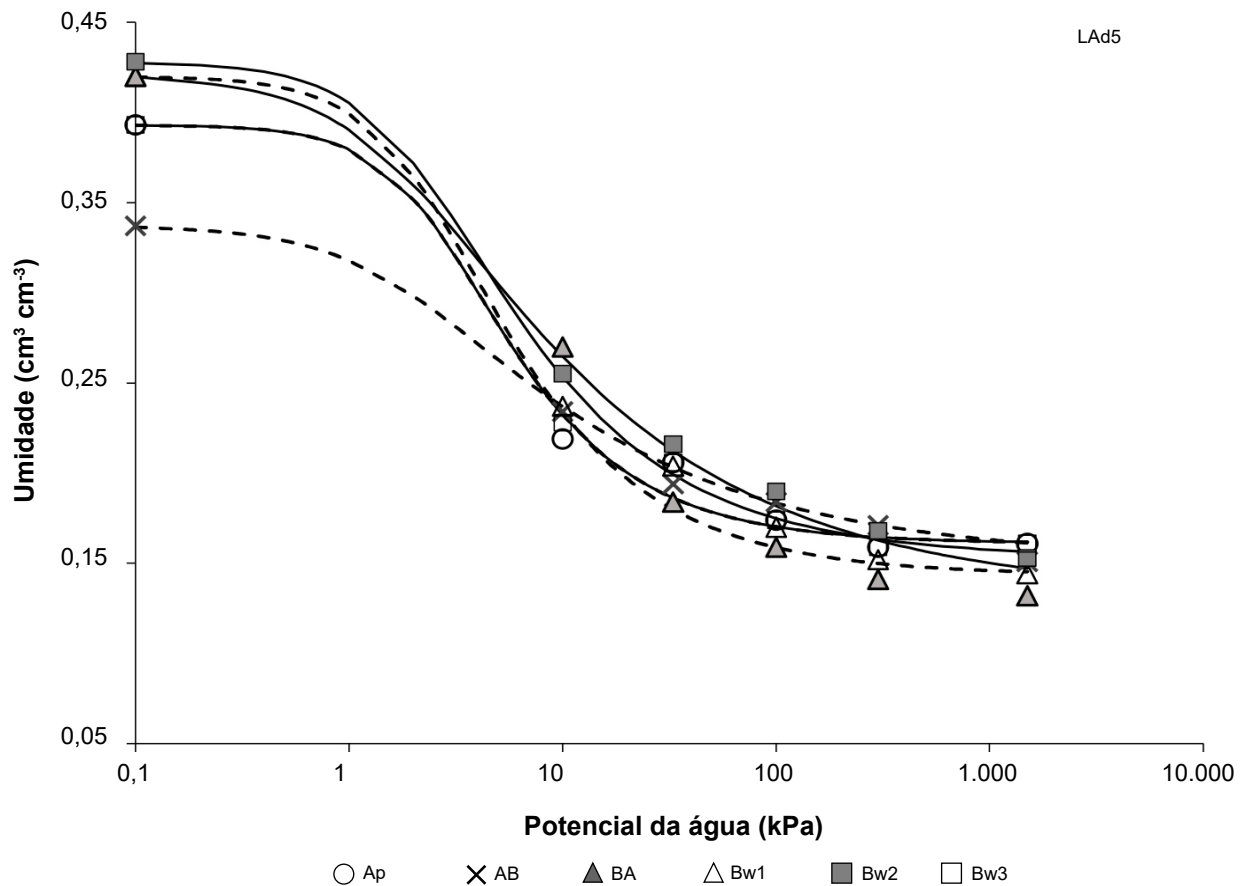


Figura 20. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd5 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 14. Relação entre o potencial da água e a umidade, ajustadas pela equação de van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo LAd5 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	$\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m \}$	r ²
LAd5			
Ap	0-0,20	$\theta = 0,098 + ((0,341 - 0,098) / [1 + (0,558 \times \psi_m)^{1,437}]^{0,304})$	0,935
AB	0,20-0,40	$\theta = 0,151 + ((0,337 - 0,151) / [1 + (0,502 \times \psi_m)^{1,606}]^{0,378})$	0,939
BA	0,40-0,70	$\theta = 0,132 + ((0,420 - 0,132) / [1 + (0,389 \times \psi_m)^{1,785}]^{0,479})$	0,969
Bw1	0,70-1,00	$\theta = 0,144 + ((0,420 - 0,144) / [1 + (0,400 \times \psi_m)^{1,785}]^{0,439})$	0,969
Bw2	1,00-1,40	$\theta = 0,153 + ((0,428 - 0,153) / [1 + (0,425 \times \psi_m)^{1,673}]^{0,403})$	0,968
Bw3	1,40+	$\theta = 0,161 + ((0,393 - 0,161) / [1 + (0,353 \times \psi_m)^{1,902}]^{0,474})$	0,935

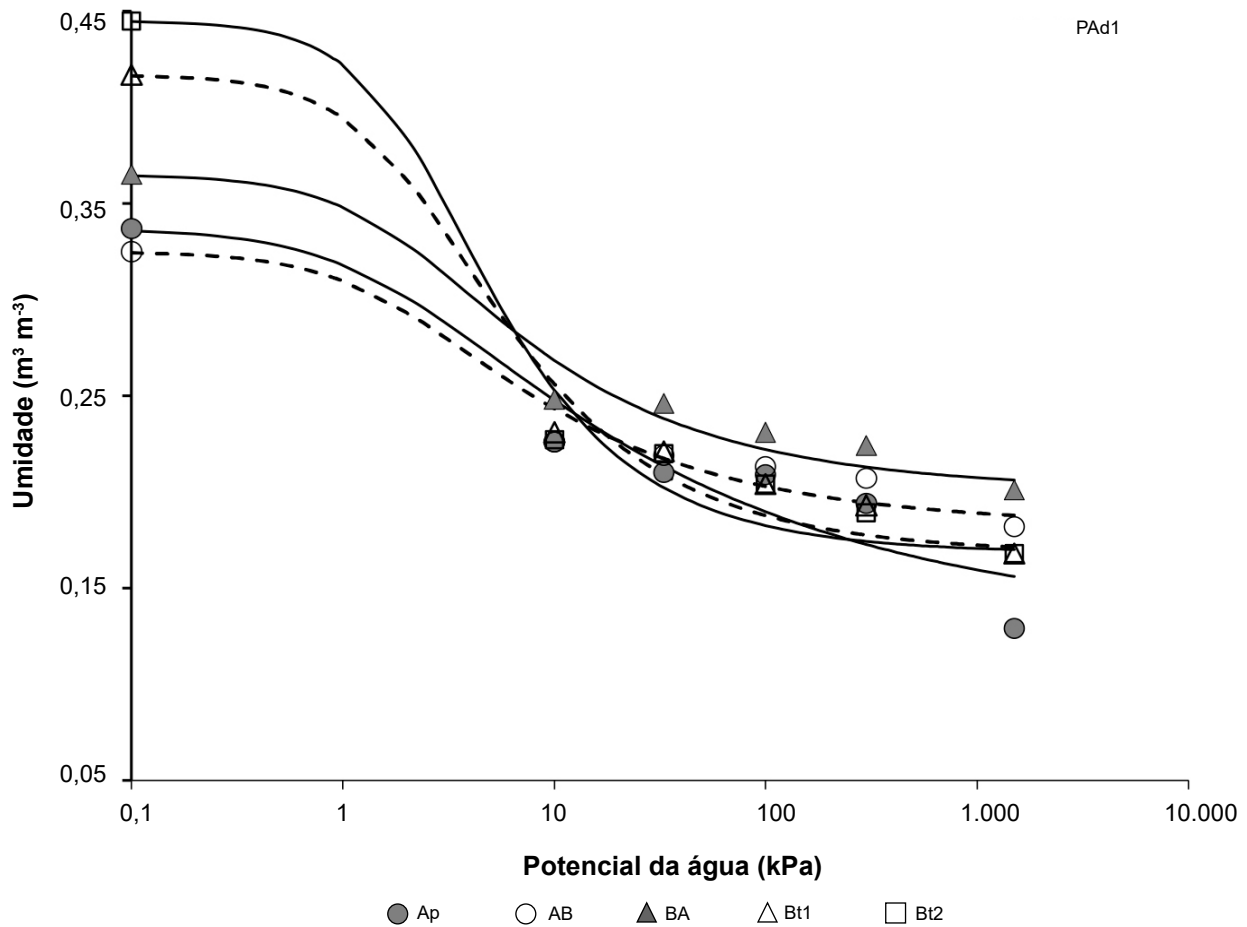


Figura 21. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo PAd1 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 15. Relação entre o potencial da água e a umidade, ajustadas pela equação de van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo PAd1 na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	$\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi)^n]^m \}$	r^2
PAd1			
Ap	0-0,15	$\theta = 0,129 + ((0,337 - 0,129) / [1 + (0,604 \times \psi_m)^{1,300}]^{0,231})$	0,895
AB	0,15-0,39	$\theta = 0,182 + ((0,325 - 0,182) / [1 + (0,560 \times \psi_m)^{1,478}]^{0,324})$	0,932
BA	0,39-0,60	$\theta = 0,201 + ((0,365 - 0,201) / [1 + (0,529 \times \psi_m)^{1,518}]^{0,341})$	0,940
Bt1	0,60-1,15	$\theta = 0,168 + ((0,417 - 0,168) / [1 + (0,457 \times \psi_m)^{1,664}]^{0,399})$	0,955
Bt2	1,15-1,45+	$\theta = 0,168 + ((0,445 - 0,168) / [1 + (0,428 \times \psi_m)^{1,792}]^{0,442})$	0,957

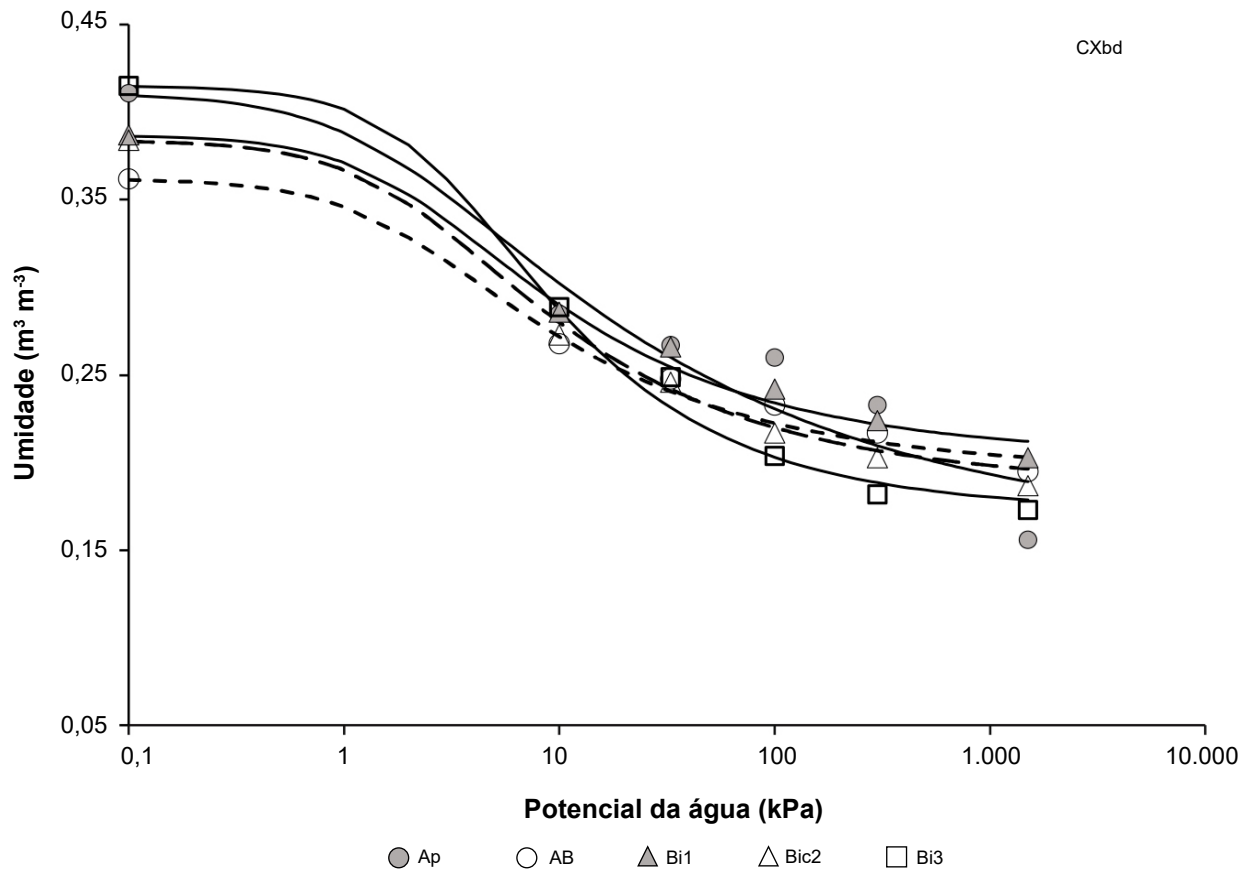


Figura 22. Curvas de retenção de água nos horizontes do Latossolo Amarelo CXbd na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Tabela 16. Relação entre o potencial da água e a umidade, ajustadas pela equação de van Genuchten (1980), nos horizontes do Latossolo Amarelo CXbd na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

Horizonte	Profundidade (m)	$\theta = \theta_r + \{ (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi_m)^n]^m \}$	r^2
CXbd			
Ap	0-0,15	$\theta = 0,156 + ((0,411 - 0,156) / [1 + (0,588 \times \Psi_m)^{1,3013}]^{0,232})$	0,893
AB	0,15-0,36	$\theta = 0,195 + ((0,362 - 0,195) / [1 + (0,516 \times \Psi_m)^{1,457}]^{0,314})$	0,949
Bt1	0,36-0,62	$\theta = 0,203 + ((0,387 - 0,203) / [1 + (0,4724 \times \Psi_m)^{1,463}]^{0,317})$	0,957
Bt2	0,62-1,17	$\theta = 0,187 + ((0,384 - 0,187) / [1 + (0,4143 \times \Psi_m)^{1,549}]^{0,355})$	0,972
Bt3	1,17-1,40+	$\theta = 0,173 + ((0,415 - 0,173) / [1 + (0,321 \times \Psi_m)^{1,597}]^{0,374})$	0,996

Vale ressaltar que o ponto de inflexão da curva de retenção de água, nos diversos horizontes do solo, ocorre alinhado ao potencial de água 9,8 kPa, ou próximo desse valor, agregando os valores de potencial com o teor de água de forma bastante próxima. No entanto, esse tipo de agregação, que é benéfica à relação solo-água, ocorreu apenas nos perfis dos solos PAd1 em 9,8 kPa e no CXbd em 9,8 kPa e 33 kPa, solos que apresentam os maiores teores de argila entre todos os solos, em quatro horizontes entre os cinco do PAd1 e em três horizontes entre os cinco do CXbd. Isso indica que, nos demais perfis, esses valores de potencial não predominam sobre os demais fatores que agregam e ou desagregam esses horizontes. Ressaltando que, em relação aos demais solos, não há predominância de um potencial com maior agregação de resultados em nenhum ponto de inflexão das curvas.

Em relação à capacidade de armazenagem de água no solo, nos diversos horizontes dos sete diferentes solos e, ainda, considerando-se como profundidade efetiva para absorção de água pelas raízes 1,4 m, observa-se que a capacidade de retenção de água é muito semelhante nos menores potenciais da água no solo, mas as diferenças se acentuam com o aumento da profundidade do solo até 1,4 m (Figura 23).

Um aspecto complementar a considerar e que tem uma relação estreita com o tema é que na região de Cruz das Almas (BA) ocorreram 302 dias secos por ano, na média dos anos de 1989 a 1993 (Almeida e Souza, 1994). Com isso, verifica-se significativo período de deficiência hídrica ao longo do ano, no período de outubro a março, conforme balanço hídrico climatológico apresentado na Figura 24 (Souza et al., 2000).

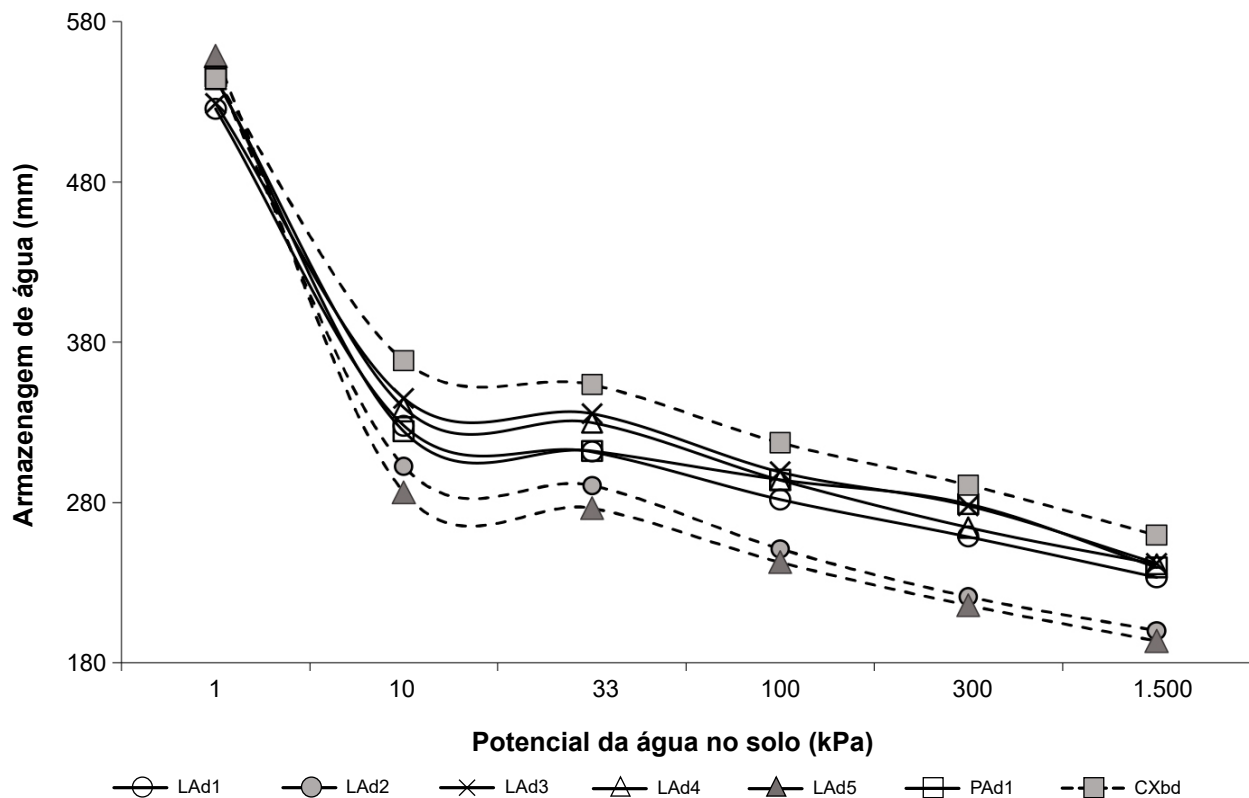


Figura 23. Armazenagem de água no solo em função do potencial matricial, considerando como 1,4 m a profundidade L de cada horizonte do solo em perfis de Latossolos Amarelos, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico (LAd1, LAd2, LAd3, LAd4, LAd5, PAd1 e CXbd) do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA.

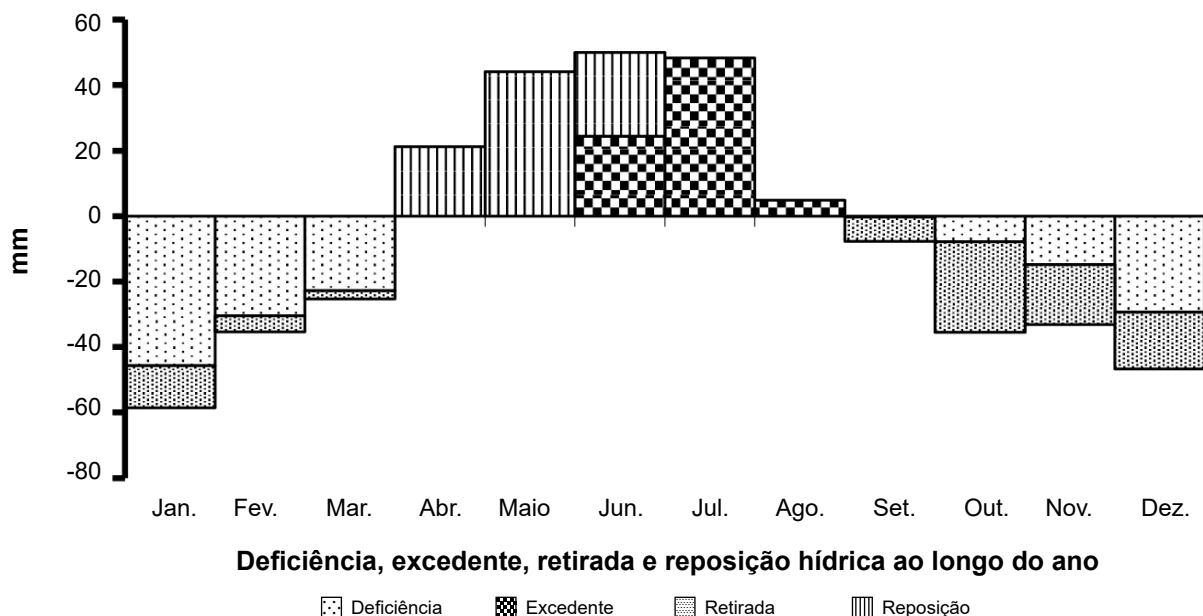


Figura 24. Balanço hídrico climatológico para Cruz das Almas (BA), para o período de 1971–1998, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (Souza et al., 2000).

Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia.

Todos esses aspectos são importantes e necessários em estudos envolvendo a relação solo-água-planta-atmosfera. Variáveis do solo como a retenção e disponibilidade de água e a densidade do solo são imprescindíveis para o dimensionamento de projetos de irrigação, em bases técnicas, para a definição da quantidade de água a ser aplicada e dos turnos de rega (Bernardo, 1989).

Considerações finais

A caracterização física e físico-hídrica dos solos localizados na área da Embrapa Mandioca e Fruticultura revelou importantes limitações, que comprometem o desenvolvimento das plantas e a sustentabilidade dos sistemas de cultivo. A predominância das frações areia fina, média e grossa nos horizontes superficiais, aliada à redução do teor de areia em profundidade e ao consequente aumento de argila, expressa um arranjo textural típico dos tabuleiros costeiros, com implicações diretas na distribuição de poros e na dinâmica da água no perfil.

A análise dos atributos físicos revelou densidades elevadas, sobretudo nos horizontes Ap (compactados) e AB/BA (coesos), acompanhadas por porosidade total reduzida e predominância de microporos, o que limita a aeração e o aprofundamento radicular. A condutividade hidráulica saturada foi baixa em praticamente todos os solos, com valores ainda mais restritivos nos horizontes coesos, o que

dificulta o movimento vertical da água e favorece o acúmulo superficial ou zonas de déficit hídrico localizado. Embora todos os solos tenham apresentado baixa agregação, o Argissolo Amarelo e o Cambissolo Háplico demonstraram comportamento ligeiramente superior em termos de estabilidade estrutural.

A elevada dispersão da argila observada em diversos horizontes, associada aos baixos teores de matéria orgânica — inferiores a 15 g kg^{-1} em todos os perfis —, constitui um importante fator limitante, indicando fragilidade estrutural e maior suscetibilidade à degradação física, como selamento superficial e erosão.

No tocante ao armazenamento de água, o solo LAd1 apresentou os melhores resultados, seguido pelo Cambissolo Háplico (CXbd), enquanto o Latossolo LAd2 e o Argissolo Amarelo (PAd1) exibiram os menores valores de retenção e disponibilidade de água para as plantas.

Os resultados apresentados suportam a necessidade de um manejo diferenciado entre os solos avaliados. Estratégias como subsolagem pontual em horizontes compactados ou coesos, incremento da matéria orgânica por meio da adição de resíduos vegetais ou adubação verde, manutenção de cobertura do solo e manejo conservacionista da água devem ser prioridades para poder restaurar a funcionalidade física do solo, aumentar a infiltração e o armazenamento de água e ampliar a exploração de raízes em profundidade. A compreensão integrada

dos atributos físicos e físico-hídricos desses solos é fundamental para orientar práticas agrícolas mais eficientes, mitigando os efeitos dos déficits hídricos recorrentes e contribuindo para o uso racional dos recursos edáficos nos sistemas produtivos do Recôncavo Baiano.

Referências

- ALMEIDA, O. A. de; SOUZA, L. F. da S. O Semi Árido no Recôncavo Baiano. **A Tarde**, Salvador, 17 mar. 1994. *A Tarde Rural*, p. 5.
- ALBUQUERQUE, J. A.; GUBIANI, P. I. **Física do solo**. Santa Maria, Pallotti, 2023. 344p.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Física de suelos. México**: Hispano-Americana, 1973. 529 p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 596 p.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Particle density. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. Part 1, p. 377-382.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.
- CLAESSEN, M. E. C. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).
- DIAS JÚNIOR, M. S.; MIRANDA, E. E. V. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 337-346, 1999.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FERREIRA, M.M. Caracterização física do solo. In: VAN LIER, Q. J. **Física do Solo**. Viçosa, SBCS, p.1-28. 2010.
- FORSYTHE, W. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. **Fitotecnia Latinoamericana**, San José, v. 4, n. 2, p. 165-176, 1967.
- FORSYTHE, W.; UGÁS, J. A.; BEDOYA, G. G. Uso de medidas físicas de suelos arenosos para evaluar en ellos el manejo del complejo agua-aire-planta. *Fitotecnia Latinoamericana*, San José, v. 4, n. 1, p. 81-94, 1967.
- GENUCHTEN, M. Th. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.
- GIAROLA, N.F.B.; POTT, C.A.; BARBOSA, E.A.A.; BARBOSA, F.T.; RAMPIM, L.; OLIVEIRA, J.F.; ROFRIGUES, M.F.; CECCATTO, S.K.; GUIMARÃES, M.F.; FRANCHINI, J.C. Atributos físicos do solo e erosão hídrica em solos cultivados. In: PELLEGRINI, A.; BARBOSA, G. M. de C. (Org.). **Manejo e conservação de solo e água**: formação, implantação e metodologias. Curitiba: SENAR AR/PR, p. 229-266, 2023.
- GIAROLA, N.F.B. et al. Atributos físicos do solo e erosão hídrica em solos cultivados. In: PELLEGRINI, A.; BARBOSA, G. M. de C. (Org.). **Manejo e conservação de solo e água**: formação, implantação e metodologias. Londrina: IDR-Paraná, 2023.
- GIAROLA, N.F.B.; SILVA, A.P. Conceitos sobre solos coesos e hardsetting. **Sci. agric**. Piracicaba, v. 59, n.3, 2002. Disponível em: (<https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000300030>). Acesso em: 01 abr.2026.
- HILLEL, D. **Solo e água**: fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 231 p.
- IUSS Working Group WRB. **World Reference base for soil resources**: international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4. ed. Vienna: IUSS, 2022.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.
- LEVANTAMENTO detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPq, 1993. 126 p. (EMBRAPA-CNPq. Boletim de pesquisa, 7).
- LEVANTAMENTO detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPq, 1993. 126 p. (EMBRAPA-CNPq. Boletim de pesquisa, 7).
- MIRANDA, E. E. V.; DIAS JÚNIOR, M. S. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1999, Brasília. **Anais ... Brasília**: SBCS, 1999. CD-ROM.
- NACIF, P. G. S. **Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um Latossolo Amarelo álico coeso, representativo do Recôncavo Baiano**. 1994. 75 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.
- OLIVEIRA, L. B. de. Determinação da macro e microporosidade pela “mesa de tensão” em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.3, p.197-200, 1968.
- OLIVEIRA, L. B. de (coord.). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979. Paginação irregular.

OLIVEIRA, L. B. de; PAULA, J. L. de. **Contribuição da física do solo aos estudos sobre manejo e conservação do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1983. 23 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 6).

PAIVA, A. de Q. et al. Propriedades físico-hídricas de solos de uma toposequência de tabuleiro do Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2295-2302, 2000.

RIBEIRO, L. P. Os **Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano**: gênese, evolução e degradação. Salvador: Seplantec, CADCT, 1998. 99 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. Infiltração da Água no Solo. In: PIMENTEL, C. Solo, **Planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2021. p. 243-266.

RICHARDS, L. A. Methods of measuring moisture tension. **Soil Science**, Baltimore, v. 68, n. 1, p. 95-112, 1949.

SANTOS, D. M. B. **Efeitos da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um solo de tabuleiro (Latossolo Amarelo álico coeso) no Município de Cruz das Almas - Bahia (Caso 2)**. 1992. 87 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 1992.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p. il. color.. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1176834/1/Sistema-Brasileiro-de-Classificacao-de-Solos-2025.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

SILVA, C. A. T.; CEZAR, T. C. M.; NÓBREGA3, L. H. P. Porosidade de Latossolos e práticas de manejo agrícola para a conservação do solo. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 2, p. 153-164, 2012.

SOUZA, L. da S. et al. Perspectivas de uso dos solos de Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13, 2000, Ilhéus. **Anais ...** Ilhéus: CEPLAC; SBCS, 2000. 58 p. (Texto avulso).

SOUZA, L. da S. Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas. **Anais ...** Aracaju: Embrapa-CPATC; Embrapa-CNPMPF; EAUFBA; IGUFBA, 1996. p. 36-75.

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

SOUZA, L. da S., RESENDE, J.O., SOUZA, L. D. Manejo de solos coesos em cultivo de citros na Bahia e em Sergipe. In: MANEJO e conservação do solo e da água. Soc. Bras. Ciência do Solo - p.935-960, 2019.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p. il. color.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

YOUKER, R. E.; MCGUINNESS, J. L. A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analyses of soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 83, n. 4, p. 291-294, 1957.