

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

**ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LATOSSOLO AMARELO  
COESO EM FUNÇÃO DO USO E MANEJO DO SOLO**

**Michelle Luan Gonçalves Santiago**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
MAIO – 2025**

**ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LATOSSOLO AMARELO COESO EM  
FUNÇÃO DO USO E MANEJO DO SOLO**

**Michelle Luan Gonçalves Santiago**

Engenheira Florestal

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2022

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Agricultura Tropical).

**Orientador:** Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega

**Coorientadora:** Dra. Fabiane Pereira Machado Dias

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

**MAIO – 2025**

## FICHA CATALOGRÁFICA

L864t

Santiago, Michelle Luan Gonçalves.

Atributos físico-químicos de latossolo amarelo coeso em função do uso e manejo do solo. / Michelle Luan Gonçalves Santiago. – Cruz das Almas, BA, 2025.  
56.; il.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega

Co-orientador: Profª. Drª. Fabiane Pereira Machado Dias

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Ciências Agrárias.

1.Solos - Uso. 2. Manejo do Solo 3. Qualidade do Solo. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 631.47


Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.  
Responsável pela Elaboração - Neubler Nilo Ribeiro da Cunha (Bibliotecário - CRBS/1578)  
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)

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


**ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LATOSSOLO AMARELO COESO EM  
FUNÇÃO DO USO E MANEJO DO SOLO**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Michelle Luan Gonçalves Santiago


Aprovada em 09 de maio de 2025

Documento assinado digitalmente  
 **JULIO CESAR AZEVEDO NOBREGA**  
Data: 23/07/2025 10:09:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


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

Documento assinado digitalmente  
 **ELTON DA SILVA LEITE**  
Data: 23/07/2025 20:11:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Elton da Silva Leite  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente  
 **GERALDO CESAR DE OLIVEIRA**  
Data: 24/07/2025 15:07:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Geraldo César de Oliveria  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente  
 **CALIANE DA SILVA BRAULIO**  
Data: 23/07/2025 15:22:59-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Caliane da Silva Braulio  
Universidade do Estado da Bahia - UNEB  
Examinadora Interna

*“Quando você quer alguma coisa, todo o Universo  
conspira para que você realize o seu desejo”.*

**Paulo Coelho**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer primeiramente a Deus, que me deu sabedoria, força e energia durante toda minha caminhada, me dando coragem e discernimento.

A minha irmã Larissa Santiago que me deu a maior força, incentivo, coragem, amor e apoio todos esses anos. Sem o teu apoio, sem dúvidas eu não chegaria até aqui.

Aos meus pais Marcus José Santiago e Lúcia Mônica Gonçalves e minha tia Luzia Gonçalves, pelo amor, força, dedicação, incentivo e apoio todos esses anos.

Ao meu namorado Rodrigo Andrade pelo companheirismo, paciência, incentivo e amor durante essa jornada.

Aos meus amigos Jaqueline, Renata, Tainara, Loiane, a esses agradeço pelo companheirismo e incentivo durante essa jornada.

Aos meus amigos Fernanda, Mayse e Luiz Edmundo pelo apoio, companheirismo, incentivo e pela coragem durante toda minha caminhada.

Ao meu orientador e professor, Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega pelo incentivo, gentileza e colaboração na execução deste trabalho.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCAG) por oferecer oportunidade de realização do curso.

Ao professor Julian Junio de Jesus Lacerda da Universidade Federal do Piauí (UFPI) pelo apoio nas análises químicas do solo.

Ao estagiário da graduação Carlos Henrique pela ajuda e apoio em laboratório e aos alunos da graduação por toda ajuda em campo.

A CAPES pelo incentivo a pesquisa.

Aos que me apoiaram e incentivaram de forma direta e indireta, minha gratidão.

## ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LATOSSOLO AMARELO COESO EM FUNÇÃO DO USO E MANEJO DO SOLO

### RESUMO

Os solos coesos são relevantes na faixa litorânea da região Nordeste e apresentam limitações físico-químicas que comprometem a produtividade agrícola, restringindo o desenvolvimento radicular e a infiltração de água. Esses solos se caracterizam por elevada densidade, baixa porosidade e acentuada resistência mecânica, onde práticas de manejo sustentáveis podem promover melhorias físicas e químicas do solo. Objetivou-se neste estudo avaliar se diferentes usos do solo em Latossolo Amarelo coeso influenciam positivamente os atributos físico-químicos, em comparação à mata nativa. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), localizado no município de Cruz das Almas, BA, em delineamento inteiramente casualizado, com coletas em três profundidades (0–0,20; 0,20–0,40 e 0,40–0,60 m) e quatro repetições em áreas sob *Brachiaria Brizantha*, *Artocarpus altilis*, *Spondias bahiensis*, *Astronium fraxinifolium*, *Corymbia citriodora* e mata nativa. Fisicamente avaliou-se a densidade do solo, porosidade total, estabilidade de agregados seca e úmida, macro e microporosidade e densidade de partículas; e quimicamente o pH, P, bases trocáveis (K, Ca, Mg), Al, H + Al, matéria orgânica e demais índices de fertilidade do solo (Soma de bases, CTC efetiva e potencial, saturação por bases e alumínio). Os resultados mostraram que sistemas com vegetação nativa e espécies florestais proporcionam melhores condições físicas, enquanto os sistemas sob *Spondias bahiensis*, *Artocarpus altilis* e mata nativa apresentaram maior fertilidade química, com destaque para os teores de matéria orgânica e capacidade de troca catiônica. Em contrapartida, os sistemas sob cultivo com *Brachiaria Brizantha* e *Astronium fraxinifolium* apresentaram maiores limitações. Conclui-se que a adoção de sistemas de uso sustentáveis, com cobertura perene e manejo adequado, é fundamental para mitigar as limitações dos solos coesos e promover a sustentabilidade dos sistemas produtivos tropicais.

**Palavras-chave:** qualidade do solo; matéria orgânica; uso da terra; Tabuleiros Costeiros.

## PHYSICOCHEMICAL ATTRIBUTES OF COHESIVE YELLOW LATOSOL AS A FUNCTION OF SOIL USE AND MANAGEMENT

### ABSTRACT

Cohesive soils are relevant soils in the coastal strip of the Northeast Region and present physicochemical limitations that compromise agricultural productivity, restricting root development and water infiltration. These soils are characterized by high density, low porosity and marked mechanical resistance, where sustainable management practices can promote physical and chemical improvements of the soil. The objective of this study was to evaluate whether different land uses in cohesive Yellow Latosol positively influence the physicochemical attributes, compared to native forest. The experiment was conducted at the Center of Agricultural, Environmental and Biological Sciences of the Federal University of Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), located in the municipality of Cruz das Almas, BA, in a completely randomized design, with collections at three depths (0–0.20; 0.20–0.40 and 0.40–0.60 m) and four replicates four repetitions in areas under *Brachiaria Brizantha*, *Artocarpus altilis*, *Spondias bahiensis*, *Astronium fraxinifolium*, *Corymbia citriodora* and native vegetation. Physically, it estimated soil density, total porosity, dry and wet aggregate stability, macro and microporosity, particle density, and chemically pH, P, exchangeable bases (K, Ca, Mg), Al, H + Al, organic matter and other soil fertility indexes (sum of bases, effective and potential CTC, base saturation and aluminum). The results showed that systems with native vegetation and forest species provide better physical conditions, while systems under umbu-cajá, breadfruit and native forest presented greater chemical fertility, with emphasis on organic matter contents and cation exchange capacity. In contrast, pasture and Gonçalves Alves systems presented greater limitations. It is concluded that the adoption of sustainable use systems, with perennial cover and adequate management, is essential to mitigate the limitations of cohesive soils and promote the sustainability of tropical production systems.

**key words:** soil quality; organic matter; land use; sustainable systems; Coastal Tablelands.

## LISTAS DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os valores de densidade do solo (DS), densidade de partículas (DP), valor total de poros (VTP), macroporosidade (MACP) e microporosidade (MICP) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....27
- Tabela 2.** Efeito individual dos sistemas de uso e profundidades do solo no volume total de poros (VTP), macroporosidade (MACP) e microporosidade (MICP) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia .....28
- Tabela 3.** Efeito de interação entre sistemas de uso e profundidades do solo para a densidade do Solo (DS) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....29
- Tabela 4.** Resumo da análise de variância para os valores de diâmetro médio geométrico seco (DMGS), diâmetro médio geométrico úmido (DMGU), diâmetro médio ponderado seco (DMPS), diâmetro médio ponderado úmido (DMPU), macroagregados seco (MACS), macroagregados úmido (MACU), microagregados seco (MICS) e microagregados úmido (MICU) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....30
- Tabela 5.** Efeito individual dos sistemas de uso e das profundidades sobre o diâmetro médio geométrico de agregados seco (DMGS), úmido (DMGU) e diâmetro médio ponderado de agregados úmido (DMPU), em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....31
- Tabela 6.** Efeito da interação entre sistemas de uso e profundidades sobre o diâmetro médio ponderado seco (DMPS), porcentagem de macroagregados seco (MACS), microagregados secos (MICS), macroagregados úmidos (MACU) e microagregados úmidos (MICU), em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....32
- Tabela 7.** Resumo da análise de variância para o pH, alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio (m), matéria orgânica (MO), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (CTCef), capacidade de troca catiônica potencial (CTCpot), saturação por

bases (V) e teores de ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), em Latossolo Amarelo coeso em função do uso e profundidades do solo.....	34
<b>Tabela 8.</b> Efeito individual dos sistemas de uso e das profundidades para a matéria orgânica do solo (MO) e pH em água em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....	35
<b>Tabela 9.</b> Efeito da interação entre sistemas de uso e profundidade do solo para Al, H+Al e saturação por alumínio (m) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia .....	36
<b>Tabela 10.</b> Efeitos individual dos sistemas de uso e profundidades do solo nos teores de potássio (K), soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica efetiva (CTCef), saturação por bases (V) e cobre (Cu) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....	37
<b>Tabela 11.</b> Efeito da interação entre uso e profundidade do solo sobre os teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e capacidade de troca catiônica potencial (CTCpot) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....	39
<b>Tabela 12.</b> Efeito da interação entre o uso e profundidade sobre os teores de ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.....	40

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de pastagem (a); Mata Atlântica (b), eucalipto (c) e Umbu-cajá, Fruta-pão e Gonçalo Alves localizada na fazenda experimental da UFRB no município de Cruz das Almas – BA .....	25
--	----

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**MOS** - Matéria Orgânica do Solo  
**SPD** - Sistema de Plantio Direto  
**SMC** - Sistema de Manejo Convencional  
**NPK** - Nitrogênio, Fósforo e Potássio  
**VTP** - Valor total de poros  
**MACP** - Macroporosidade  
**MICP** - Microporosidade  
**DP** - Densidade de Partículas  
**DS** - Densidade do Solo  
**DMPS** - Diâmetro Médio Ponderado Seco  
**DMPU** - Diâmetro Médio Ponderado Úmido  
**DMGS** - Diâmetro Médio Geométrico Seco  
**DMGU** - Diâmetro Médio Geométrico Úmido  
**MACS** - Macroagregados Seco  
**MACU** - Macroagregados Úmido  
**MICS** - Microagregados Seco  
**MICU** - Microagregados Úmido  
**Al** - Alumínio  
**Mg** - Magnésio  
**Mn** - Manganês  
**Ca** - Cálcio  
**K** - Potássio  
**P** - Fósforo  
**CTC<sub>ef</sub>** - Capacidade de troca catiônica efetiva  
**CTC<sub>pot</sub>** - Capacidade de troca catiônica potencial  
**Cu** - Cobre  
**Fe** - Ferro  
**Zn** - Zinco  
**V** - Saturação por bases  
**SB** - Soma de bases  
**MO** - Matéria Orgânica  
**m** - Saturação por Alumínio  
**H<sup>+</sup>Al** - Acidez Potencial

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Solos coesos no Nordeste do Brasil: importância e caracterização físico-química.....	16
2.2 Sistemas de manejo nos atributos físicos e químicos dos solos.....	18
2.3 Sistemas de uso nos atributos físicos e químicos dos solos.....	19
2.4 Matéria orgânica do solo e sua influência na coesão do solo.....	20
2.5 Espécies florestais, frutíferas perenes e pastagem estudadas.....	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1 Efeito dos sistemas de uso e profundidades nos atributos físicos do solo.....	27
4.2 Efeito dos sistemas de uso e profundidades nos atributos químicos do solo....	33
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os solos coesos representam um desafio significativo para a agricultura nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, devido às suas severas limitações físico-químicas (DANTAS et al., 2014), que possui área superior a 10.000.000 hectares (BORGES et al., 2008; SANTOS et al., 2021). Os solos coesos, são solos relevantes na faixa litorânea da região Nordeste, sendo caracterizados por sua alta densidade do solo, baixa porosidade e resistência mecânica acentuada, o que dificulta o crescimento radicular. Esses solos, muitas vezes associados a Latossolos e Argissolos com horizontes coesos, apresentam limitações físicas que comprometem o desenvolvimento de culturas agrícolas (SANTOS et al., 2021).

Na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, o uso e manejo inadequado dos solos coesos, a exemplo dos Latossolos e Argissolos Amarelos, com preparo intensivo ou uso contínuo sem práticas de conservação, tende a agravar suas limitações em subsuperfície, reduzindo ainda mais a qualidade física desses solos. A principal causa está relacionada aos sistemas de uso e manejo dos plantios, que a depender do conjunto de práticas adotadas, têm o potencial de impactar a estrutura do solo, podendo resultar em melhorias, manutenção ou perturbações, como o aumento do nível de compactação (ALMEIDA, 2021). Há uma notável escassez de estudos comparativos entre diferentes usos em Latossolos coesos da região, limitando estratégias de manejo sustentável.

A matéria orgânica (MOS) é um dos principais atributos químicos do solo que influencia tanto a produção agrícola, quanto a qualidade ambiental das regiões tropicais e subtropicais (SALOMÃO et al., 2020). Nesses solos, o interesse por práticas agrícolas que diminuam a degradação do solo e, ao mesmo tempo, incrementem o rendimento das plantas, torna-se um ponto central de interesse em várias áreas de pesquisa (ASSUNÇÃO et al., 2023).

As práticas de manejo sustentáveis, como o cultivo mínimo, a rotação de culturas e a adição de resíduos orgânicos, podem alterar significativamente os atributos físicos e químicos do solo, contribuindo para a recuperação funcional desses solos (CHERUBIN et al., 2023). Nesse sentido, a prática de produção de culturas perenes, de ciclo longo, apresenta atributos físicos, químicos e do teor de matéria orgânica em solos que permite melhorar a qualidade e a capacidade sustentável do solo.

A hipótese deste estudo pressupõe que sistemas de uso com pastagens manejadas, culturas perenes e espécies florestais promovem o incremento da matéria orgânica em profundidade, contribuindo para a melhoria dos atributos físico-químicos de Latossolos Amarelos coesos. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar se diferentes usos do solo em Latossolo Amarelo coeso influenciam positivamente os atributos físico-químicos, em comparação à mata nativa, com o intuito de identificar entre os sistemas de uso, qual ou quais contribuem para a melhoria da qualidade do solo.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Solos coesos no Nordeste do Brasil: importância e caracterização físico-química**

O Nordeste do Brasil é caracterizado por uma ampla diversidade de climas, formações vegetais e variedades de rochas. Essa variedade resulta em uma alta diversidade de ambientes e, por conseguinte, de solos (MARQUES et al., 2014). Os Tabuleiros Costeiros no Brasil se estendem desde o Amapá até o Rio de Janeiro, cobrindo uma área de cerca de 20 milhões de hectares. Desse total, em torno de 10 milhões de hectares estão situados na região Nordeste (JACOMINE, 1996; BORGES et al., 2008; SANTOS et al., 2021). O Latossolo Amarelo coeso é um tipo de solo característico dos Tabuleiros Costeiros, sendo predominante na região do Recôncavo da Bahia. O termo "coeso" é empregado para enfatizar a tendência natural de aumento da densidade do solo nos horizontes subsuperficiais, que apresentam distintos níveis de grau de consistência, variando entre duros, muito duros e até extremamente rígidos quando secos, tornando-se friável ao entrarem em contato com a umidade (EMBRAPA, 2006; SILVEIRA et al., 2010).

A característica coesa é fundamental na diferenciação de algumas classes de solo, que se originam de sedimentos da Formação Barreiras e similares, a exemplo dos Latossolos e Argissolos da região dos Tabuleiros Costeiros (DANTAS et al., 2014). Os horizontes coesos são geralmente caracterizados por uma textura que varia de média a muito argilosa e, em seu estado natural, eles tendem a ser maciços ou propensos à formação de blocos. A coesão é frequentemente evidente nos horizontes transicionais AB e/ou BA, que se situam entre 30 cm e 70 cm abaixo da superfície do solo (SANTOS et al., 2013).

Considera-se que a condição de coesão observada nos horizontes dos solos dos Tabuleiros Costeiros esteja associada a múltiplos processos, incluindo a presença de ferro e argila dispersa nos microporos, a argiluviação, a ocorrência de sílica secundária e a presença de compostos orgânicos de baixa polimerização (RIBEIRO et al., 2001). A camada coesa dificulta o movimento e a armazenagem de água, o que impede o aprofundamento das raízes das plantas. Esse comportamento é possivelmente decorrente de sua formação a partir de depósitos sedimentares da Formação Barreiras ou de materiais similares, como sedimentos argilosos, argilo-arenosos e arenosos (LIMA NETO, 2009; LIMA, 2020).

A coesão na subsuperfície compromete a qualidade física dos solos coesos, restringindo o crescimento e a produtividade das culturas. Apesar de suas limitações físico-químicas, a agricultura em solos coesos desempenha um papel significativo no contexto nacional. No Nordeste do Brasil, várias culturas são cultivadas nos solos dos Tabuleiros Costeiros, destacando a importância dessas áreas (DANTAS et al., 2014).

As principais culturas cultivadas em solos de caráter coeso incluem aquelas mais adaptadas às suas condições físicas, como a cana-de-açúcar (LIMA NETO et al., 2009; FERNANDES, 2023), a mandioca (TEODORO et al., 2021), o eucalipto (SANTANA JUNIOR, 2021) e algumas pastagens (SANTOS, 2021; NOGUEIRA et al., 2023).

Dentre as limitações apresentadas pelos Latossolos Amarelos coesos a produção das culturas destaca-se, quimicamente, sua baixa fertilidade natural em macro e micronutrientes, a acidez do solo e a toxidez por alumínio, a baixa capacidade de retenção de cátions e a maior adsorção de fósforo a superfície dos óxidos de ferro e alumínio (OLIVEIRA et al., 2021; SILVA et al., 2021), dentre outros fatores. Tais limitações exigem o uso constante de práticas corretivas como a calagem e de fertilidade do solo com macro e micronutrientes visando a melhoria dos atributos químicos do solo (BRUNETTO et al., 2016; MALLMANN et al., 2016).

No que diz respeito a qualidade física, os Latossolos Amarelos coesos têm-se destacados por apresentar indicadores de menor qualidade quando comparado a Latossolos não coesos, devido ao efeito da coesão em atributos físicos do solo como densidade do solo, porosidade total e distribuição do tamanho dos poros, permeabilidade, resistência à penetração, retenção e disponibilidade de água, dentre outros efeitos (VASCONCELOS et al., 2014; FAUSTINO E MARCIANO, 2020; SANTOS et al., 2021).

De acordo com Silva et al. (2020) os indicadores físicos do solo estão relacionados, principalmente, com o arranjo das partículas e do espaço poroso do solo entre elas, as quais definirão as condições de densidade do solo, porosidade total e distribuição de tamanho dos poros, o tamanho e a estabilidade dos agregados, a condutividade hidráulica e capacidade de armazenagem de água disponível. Estes indicadores de qualidade atuam intensamente na emergência das plântulas (Silva, 2020), no crescimento radicular (FAUSTINO e MARCIANO, 2021) e na produtividade das culturas (SILVA et al., 2020). Neste sentido, Menezes (2018)

ressalta o quanto é importante a quantificação e monitoramento dos atributos físicos do solo para a sua utilização na verificação das alterações do manejo em sistemas de produção. Isso demonstra a importância de se apropriar dessa ferramenta dentro dos sistemas de produção, a fim de avaliar se realmente o manejo adotado está contribuindo para a sustentabilidade do agroecossistema e servir como base para tomadas de decisões.

## **2.2 Sistemas de manejo nos atributos físicos e químicos dos solos**

O efeito do manejo do solo sobre as propriedades físicas do solo é dependente de vários fatores, dentre os quais se destacam a textura e a mineralogia, as quais influenciam na resistência e na resiliência do solo (ARCOVERDE, 2013). Em solos sob sistemas de produção agropecuários e florestais tem sido frequente ocorrer alterações negativas nos atributos do solo em decorrência, principalmente, da intensidade da utilização de máquinas pesadas que contribuem para a compactação do solo e, principalmente, a degradação das condições físicas dos solos sob cultivo (MARQUES, 2022).

Neste sentido, entender os atributos físicos do solo no decorrer de todo o ciclo produtivo é imprescindível no momento de planejar as práticas de cultivo a serem adotadas, uma vez que sua observação contínua permitirá monitorar a eficiência dos sistemas de manejo que serão adotados (SILVA, 2019). Segundo Nunes et al. (2019), um solo sob sistema de manejo adequado é essencial para a manutenção e suporte da vida, pois provoca mudanças significativas em diversas propriedades do solo, sejam físicas, químicas ou biológicas.

Dentre os sistemas de manejo do solo utilizados no Brasil, os sistemas de manejo convencional (SMC) e o sistema de plantio direto (SPD) se destacam. O SPD tem como premissa o mínimo revolvimento do solo, a rotação de culturas e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo (SCHOSSLER et al., 2013; MARAFON et al., 2020; SCHULTZ et al., 2020; SANTOS et al., 2021), permitindo com isso, uma decomposição gradual e o acúmulo de material orgânico na camada superficial do solo (SALES et al., 2016; CARDOSO, 2020). Além disso, o solo manejado sob SPD pode apresentar aumento nos estoques de carbono, nitrogênio e outros nutrientes, principalmente na camada mais superficial do solo (REDIN et al., 2016). Essas melhorias proporcionadas pelo SPD tornam-se claramente perceptíveis na segunda fase de implantação do sistema, conhecida como fase de

transição, após 10 anos de sua adoção (NANZER et al., 2019; FALCÃO et al., 2020).

A melhoria de atributos físicos do solo pelo SPD também tem sido verificada por diferentes pesquisadores. Moraes et al (2019) observaram em seu estudo com plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo, que o manejo adequado dos solos cultivados sob o SPD é essencial para a maximização da produtividade e para a promoção da estabilidade na produção das culturas ao longo do tempo. O estudo feito por Sales et al (2016) sobre qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido, constatou que o solo manejado sob plantio direto apresentou os melhores indicadores físicos, efeito este também observado por Fagundes et al. (2019) que ao avaliar a qualidade de um Latossolo sob plantio convencional e sistema plantio direto no Cerrado baiano, observaram que o SPD promove melhorias na estruturação e agregação do solo.

O SMC apesar de se mostrar altamente produtivo no curto prazo (VANEGAS et al., 2018), apresenta custo elevado tanto financeiramente quanto ambientalmente, a exemplo da diminuição dos estoques de carbono orgânico total (COT) e no aumento da emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (NANZER et al., 2018; ASSUNÇÃO et al., 2023), bem como na necessidade de um aporte externo significativo de máquinas e insumos agrícolas (FEILER, 2020).

### **2.3 Sistemas de uso nos atributos físicos e químicos dos solos**

As gramíneas são amplamente utilizadas como plantas de cobertura, uma vez que apresentam uma diversidade de espécies adaptadas a distintas condições climáticas e edáficas. Destacam-se, ainda, pela capacidade de restaurar atributos físicos do solo, em razão da elevada densidade de seu sistema radicular, que favorece a agregação das partículas do solo por meio da absorção de água ao longo do perfil, bem como na estabilização dos mesmos (SCHOENFELD, 2011; SOUZA, 2023). A decomposição da biomassa aérea e radicular dessas plantas contribui para o aumento do teor de matéria orgânica, promovendo melhorias na capacidade de troca catiônica (CTC) e na disponibilidade de nutrientes essenciais. Algumas espécies de gramíneas também se destacam por apresentarem alta eficiência na ciclagem de nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (NANZER et al., 2018; DIAS et al., 2020).

As culturas anuais exercem impactos relevantes sobre os atributos físicos e químicos do solo, especialmente em sistemas de cultivo intensivo. Em relação aos atributos físicos, práticas inadequadas associadas ao cultivo dessas espécies podem levar à compactação do solo, à redução da porosidade e à limitação da infiltração e retenção de água, comprometendo o desenvolvimento radicular e a estrutura do solo (SILVA et al., 2019; RAMOS et al., 2020). Do ponto de vista químico, a extração contínua de nutrientes pelas culturas anuais pode provocar o esgotamento de elementos essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, especialmente quando não há reposição adequada por meio da adubação. Por outro lado, essas culturas também podem atuar na ciclagem de nutrientes, desde que associadas a práticas como a rotação de culturas, adubação verde e manejo adequado dos restos culturais (CRAVO et al., 2012; CHAVEIRO et al., 2022).

As espécies florestais em relação aos atributos físicos, contribuem na manutenção da cobertura vegetal contínua, aliada à deposição de serapilheira e ao desenvolvimento de sistemas radiculares profundos e ramificados, que favorece a estabilidade estrutural do solo, aumentando a porosidade, a infiltração e a retenção de água, além de mitigar processos de compactação e erosão (BURGREVER et al., 2019; MARTINS, 2023). Nos atributos químicos, a decomposição da serapilheira e a constante adição de resíduos orgânicos promovem o aumento do teor de matéria orgânica, elevando a capacidade de troca catiônica (CTC) e disponibilidade de nutrientes essenciais. Ademais, a atividade radicular das espécies florestais influencia a dinâmica de elementos como nitrogênio, fósforo e potássio, por meio da liberação de exsudatos e da absorção seletiva de íons, o que pode resultar em alterações no pH do solo e favorecer a atividade microbiana (MAFRA et al., 2008; FREITAS et al., 2018).

Neste sentido, por promover o uso do solo efeito diferenciado nos atributos físico-químico, a avaliação do efeito de pastagem, espécies florestais e culturas perenes constitui fator importante na busca por sistemas de uso do solo que contribuam para a redução das limitações físico-químicas, elevando com isso a sustentabilidade dos sistemas de produção em solos coesos da Bahia.

#### **2.4 Matéria orgânica do solo e sua influência na coesão do solo**

A manutenção e, ou aumento da matéria orgânica do solo (MOS) é essencial para alcançar a sustentabilidade agrônômica dos sistemas de produção em solos

tropicais, devido ao efeito que promove na melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (SANTOS et al., 2018; FRARE et al., 2023). Tanto o teor quanto as frações que constituem a MOS são considerados indicadores significativos da qualidade do solo (BRAGA et al., 2022).

A MOS pode ser descrita como uma combinação de todas as substâncias orgânicas presentes, formada por uma mistura de resíduos provenientes de animais e vegetais, em diferentes estágios de decomposição. Além dos efeitos que promove nos atributos do solo, a MOS desempenha um papel fundamental no ciclo de gases do efeito estufa, regulando a troca de gases entre a superfície terrestre e a atmosfera (NANZER et al., 2019).

A MOS desempenha papel essencial na melhoria da estrutura do solo, favorecendo a formação e a estabilidade de agregados (SILVA et al., 2023; TORMENA et al., 2023). Por meio da ação de substâncias húmicas e exsudatos, contribui para o aumento da porosidade, infiltração, retenção de água e disponibilidade hídrica, além de reduzir a densidade do solo e a suscetibilidade à compactação, promovendo com isso, um ambiente mais favorável ao desenvolvimento radicular e à atividade biológica (FILHO et al., 2020).

Exerce também a MOS influência significativa sobre os atributos físicos relacionados à dinâmica da água, como porosidade, permeabilidade, retenção. A presença de MOS favorece a formação de agregados estáveis, promovendo o aumento da macroporosidade e, conseqüentemente, da infiltração e permeabilidade da água no solo. Além disso, devido às suas propriedades coloidais, a MOS possui elevada capacidade de retenção de água (BALDOTTO e BALDOTTO, 2023), contribuindo para a ampliação da fração disponível às plantas (GUARESCHI et al., 2018), fato que também contribui para redução da camada coesão em subsuperfície de Latossolos Amarelos nos Tabuleiros Costeiros da Bahia.

## **2.5 Espécies florestais, perenes e pastagem estudadas**

O *Astronium fraxinifolium*, conhecido como Gonçalo Alves é uma árvore de grande porte, nativa da região da Mata Atlântica, que se adapta bem a solos bem drenados e úmidos. Essa planta demonstra um rápido

desenvolvimento, evidenciado pelo seu crescimento de aproximadamente três metros em dois anos (FILHO et al., 2022).

A madeira do Gonçalo Alves é considerada uma das mais valorizadas no mercado de móveis de luxo, devido à sua resistência e durabilidade, características que a tornam ideal para a fabricação de pisos, móveis e outros itens de marcenaria (JESUS et al., 2024).

O *Artocarpus altilis*, popularmente conhecido como Fruta-pão, é uma árvore perene tropical que cresce em regiões de clima quente e úmido. Sua distribuição se estende pelas regiões tropicais, sendo cultivada principalmente no Brasil, na América Central e nas ilhas do Pacífico (LUCIANO et al., 2017). A Fruta-pão têm um fruto tropical com grande relevância alimentar em diversas partes do mundo, possuindo duas variedades principais: a apyrena e a seminifera. A primeira, conhecida como "Fruta-pão de massa", é apreciada por sua polpa macia e sem sementes, enquanto a segunda, chamada de "Fruta-pão de caroço", destaca-se pelas sementes comestíveis que complementam seu sabor (SANTANA et al., 2024).

O cultivo da Fruta-pão tem ganhado destaque devido ao seu potencial como alimento sustentável, especialmente em áreas de agricultura familiar. A propagação da Fruta-pão é normalmente realizada por estacas ou mudas, sendo uma planta que se adapta bem a solos tropicais com alta umidade (MORAES e SHINOHARA, 2022; LEEUWEA e GOMES, 2021).

A *Spondias bahiensis*, também conhecida como Umbu-cajá é uma espécie nativa da Caatinga, de grande importância ecológica e econômica, devido à sua produção de frutos com alto valor nutricional e potencial comercial (OLIVEIRA et al., 2018). Estudos sobre o manejo sustentável do Umbu-cajá indicam que práticas agrícolas integradas, como o uso de consórcios de culturas, podem aumentar a produtividade sem comprometer a preservação ambiental, além de ser vista como uma alternativa econômica e sustentável para as regiões mais afetadas pela seca (SOUZA et al., 2020).

A cultivar *Brachiaria brizantha* MG5, conhecida como cultivar Xaraés, tem se mostrado uma das alternativas mais promissoras para pastagem em regiões tropicais, devido à sua alta produtividade e resistência à seca, sendo

uma escolha eficiente para o aumento da carga animal e sustentabilidade da pecuária (CHAVES, 2021; ABATTI et al., 2022)

A *Brachiaria brizantha* MG5 é capaz de proporcionar forragem de alta qualidade ao longo de todo o ano, sob boas práticas de manejo, especialmente em sistemas integrados de produção. A sua utilização tem se expandido devido à sua boa adaptação ao solo de baixa fertilidade e ao seu desempenho superior em comparação com outras cultivares de capim, especialmente em pastagens extensivas no Cerrado (MARCÍLIO et al., 2022).

A espécie *Corymbia citriodora*, também conhecida como eucalipto citriodora, é uma árvore de grande porte da família Myrtaceae, nativa da Austrália. O seu cultivo tem se ampliado no Brasil a cada ano, devido ao seu rápido crescimento, boa adaptação às condições climáticas e do solo, além das qualidades silviculturais e da sua madeira (STEFFEN et al, 2019). O eucalipto possui várias aplicações, incluindo a fabricação de papel, celulose, compensados, energia, madeira serrada, carvão vegetal, entre outros produtos, sendo de grande relevância para o Brasil (RIBEIRO, 2022).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

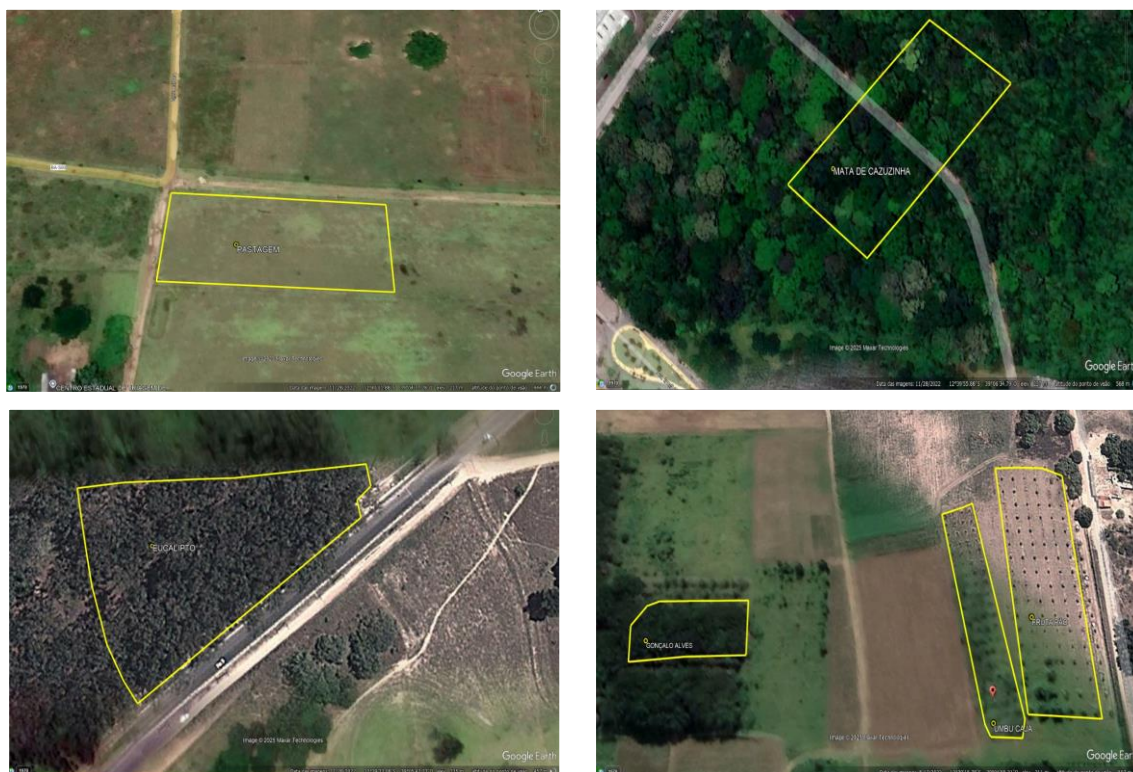
O estudo foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), no município de Cruz das Almas, BA, localizado às coordenadas geográficas: (12°39'24"S 39°05'09"W, 220 m altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af, com precipitação média anual em torno de 1400 mm e distribuição irregular, ocorrendo cerca de 66% desse total em seis meses (março a julho) e os 34% restante nos meses de agosto a outubro e dezembro a fevereiro (SETZER, 1966).

A coleta de solos foi realizada durante os meses de julho e agosto de 2024, os quais correspondem à estação chuvosa na região de estudo. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com o esquema fatorial de 6x3, com quatro repetições. Todos os sistemas de uso foram avaliados nas profundidades de 0 – 0,20; 0,20 – 0,40 e 0,40 – 0,60 m, em quatro repetições. Foram avaliados os seguintes sistemas de uso do solo: uma pastagem – PA (*Brachiaria Brizantha*), duas culturas frutíferas permanentes, Fruta-pão – FP (*Artocarpus altilis*) e Umbu-cajá – UC (*Spondias bahiensis*), duas espécies florestais, Gonçalo Alves - GA (*Astronium fraxinifolium*) e eucalipto – EU (*Corymbia citriodora*) e uma área de vegetação nativa sob Mata Atlântica – MA (Figura 1), localizada nas coordenadas geográficas 12°40'39" latitude sul e 39°06'26" de longitude oeste.

A área de pastagem foi estabelecida com *Brachiaria* MG5, conhecida como *Brachiaria Brizantha*, em 2020. O preparo do solo adotado foi o convencional, com uma aração e duas gradagens e plantio com plantadora adubadora. A área é usada para bovinocultura em um sistema rotacionado.

A área constituída com *Artocarpus altilis* foi implantada em junho de 2012, com espaçamento de 8,0 x 8,0 m e covas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m. A adubação inicial usou 50,0 kg de esterco bovino e 200 g de superfosfato simples. Após 60 dias, foi feita a adubação de cobertura com 50 g de cloreto de potássio e ureia. As ruas de plantio foram mantidas cobertas com *Brachiaria* e manejo fitossanitário e tratamentos culturais foram realizados segundo as recomendações para a cultura.

**Figura 1.** Área de pastagem (a); Mata Atlântica (b), eucalipto (c) e Umbu-cajá, Fruta-pão e Gonçalves localizadas na fazenda experimental da UFRB no município de Cruz das Almas – BA.



Fonte: Google Earth

A *Spondias bahiensis*, conhecida como Umbu-cajá foi implantada em 2010, com espaçamento de 6,0 x 6,0 m com plantas enxertadas. A área foi adubada nos dois primeiros anos, com NPK, segundo a recomendação estabelecida para a cultura.

A área do *Astronium fraxinifolium*, foi implantada em 2008 em covas de 0,30 x 0,30 x 0,30 m, no espaçamento 3,0 x 3,0 m. A adubação inicial foi com 120 g de superfosfato simples por cova e aos 90 dias após o plantio foi realizada a adubação de cobertura com 120 g de NPK 20-0-20 por planta, no início da estação chuvosa.

O plantio de *Corymbia citriodora* foi feito em covas de 0,30 x 0,30 e espaçamento de 1,5 x 1,5 metro. O preparo do solo foi o convencional, com aração e gradagem.

A área sob Mata Atlântica é conhecida na região de Cruz das Almas como Cazuzinha. É mantida protegida de intervenções antrópicas, possuindo uma diversidade de árvores de porte médio a grande.

As coletas de solos foram realizadas em quatro mini trincheiras por tratamento, distribuídas de forma sistemática ao longo das entrelinhas, com uma distância de 11 m uma da outra e profundidade de 0,60 m. A escolha da distância entre as trincheiras foi adotada devido à grande extensão da área de estudo, visando garantir uma amostragem representativa. As amostras indeformadas foram coletadas com o auxílio de uma pá e anéis com volume conhecido (5 cm de altura e 5 cm de diâmetro), em cada profundidade avaliada (0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m).

No entorno de cada mini trincheira foram feitas também coletas de amostras deformadas com auxílio de um trado holandês para avaliação de atributos físicos e químicos do solo. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório de Física do Solo do CCAAB/UFRB para avaliações físicas e químicas do solo.

As avaliações físicas compreenderam: estabilidade de agregados seca e úmida, porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo e de partículas, de acordo com metodologia de Teixeira et al. (2017). Destaca-se que para avaliação da estabilidade dos agregados foram utilizados agregados entre 4,76 e 2,00 mm de diâmetro.

As análises químicas dos solos foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal do Piauí, Campus Bom Jesus, no sul do Piauí. Em cada amostra de solo foram avaliados: pH, P, bases trocáveis (K, Ca, Mg), Al, H + Al, matéria orgânica e demais índices de fertilidade do solo (Soma de bases, CTC efetiva e potencial, saturação por bases e alumínio), segundo Teixeira et al. (2017)

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância nos níveis de 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott segundo Ferreira (2011).

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Efeito dos sistemas de uso e profundidades nos atributos físicos do solo

Os resultados da análise de variância (Tabela 1) indicaram que os tratamentos influenciaram significativamente a densidade do solo (DS), o volume total de poros (VTP), a macroporosidade (MACP) e a microporosidade (MICP) nos níveis ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ) de probabilidade. Já a densidade de partículas (DP), não apresentou diferença significativa para nenhum dos fatores avaliados ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os valores de densidade do solo (DS), densidade de partículas (DP), valor total de poros (VTP), macroporosidade (MACP) e microporosidade (MICP) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

FV	DS	DP	VTP	MACP	MICP
SU	0,091576**	0,014450 <sup>ns</sup>	0,008066**	0,018818**	0,005662**
PR	0,141835**	0,025762 <sup>ns</sup>	0,010610**	0,013101**	0,001751*
SU x PR	0,039848**	0,011218 <sup>ns</sup>	0,001041 <sup>ns</sup>	0,000691 <sup>ns</sup>	0,000786 <sup>ns</sup>
CV (%)	6,03	4,37	12,13	22,52	11,18

\*\*= significativo a 1%; \*= significativo a 5% e <sup>ns</sup>= não significativo.

Efeito individual dos sistemas de uso e das profundidades foram verificados para VTP, MACP e MICP (Tabela 2). Para o VTP, os maiores valores foram apresentados nas áreas de Gonçalo Alves, eucalipto e mata nativa. Cunha Neto et al. (2018) teve resultados semelhantes em seus estudos com atributos físicos do solo, onde os valores mais elevados de VTP foram verificados em sistemas florestais. Para MACP observou-se maior valor em área de Gonçalo Alves e para MICP, em pastagem, o que pode indicar compactação subsuperficial devido ao pisoteio animal, com redução na proporção de poros maiores, essenciais para a drenagem e oxigenação do solo. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Soares (2018) ao avaliar a qualidade física do solo de área de pastagem comparando com uma floresta natural.

O uso do solo com eucalipto e mata nativa apresentaram valores relevantes para todos os atributos, com atuação parecida, principalmente em MACP e VTP. Esses resultados sugerem que a presença de espécies florestais e vegetação

nativa contribuem positivamente para a manutenção da estrutura do solo. A menor MICP foi registrada no tratamento com Gonçalves Alves (15,0 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), apontando o maior desenvolvimento de MACP nesse sistema, possivelmente em função da ação biológica das raízes e da maior presença de matéria orgânica. Burgreaver et al. (2019) consideram que áreas florestais se mantêm em equilíbrio por meio de ciclagem de nutrientes e manutenção da matéria vegetal. Resultados semelhantes, onde a área de mata nativa e espécies florestais obtiveram maiores valores em relação a MACP foram observados por outros pesquisadores (SOUZA et al., 2018; SANTOS, 2021).

**Tabela 2.** Efeito individual dos sistemas de uso e profundidades do solo no volume total de poros (VTP), macroporosidade (MACP) e microporosidade (MICP) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Tratamento	DP	VTP	MACP	MICP
	kg dm <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		
Pastagem	2,42 a	0,31 b	0,09 c	0,22 a
Umbu-cajá	2,39 a	0,29 b	0,11 c	0,19 b
Fruta-pão	2,46 a	0,29 b	0,09 c	0,20 b
Gonçalo Alves	2,48 a	0,40 a	0,18 a	0,15 d
Eucalipto	2,43 a	0,34 a	0,15 b	0,18 c
Mata Nativa	2,40 a	0,35 a	0,15 b	0,19 b
<b>Profundidade (m)</b>				
0 - 0,20	2,42 a	0,34 a	0,15 a	0,19 a
0,20 - 0,40	2,46 a	0,31 b	0,13 b	0,18 b
0,40 - 0,60	2,40 a	0,31 b	0,11 c	0,20 a
CV%	4,37	12,13	22,52	11,18

Letras minúsculas comparam sistemas de uso em cada profundidade.

Esses resultados mostram a influência do uso da terra e da cobertura vegetal sobre a qualidade física do solo, indicando que sistemas arbóreos e com vegetação nativa promovem melhores condições de porosidade e, portanto, maior sustentabilidade do solo ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2023). Em profundidade também foi verificado efeito para o VTP e MACP, com ocorrência de maiores valores na profundidade de 0 – 0,20 m.

A DS variou entre os sistemas de uso e profundidades (Tabela 3), com interação significativa entre os tratamentos ( $P < 0,01$ ). Os menores valores de DS na camada superficial (0 – 0,20 m) foram observados nas áreas com Gonçalves

Alves, eucalipto e mata nativa, indicando menor compactação, devido ao acúmulo de matéria orgânica e menor ausência de interferências com maquinários, corroborando os resultados encontrados por Freitas et al. (2018) e Soares (2018). Para a profundidade de 0,20 – 0,40 m igual comportamento foi verificado para o Gonçalves Alves e mata nativa.

**Tabela 3.** Efeito de interação entre sistemas de uso e profundidades do solo para a densidade do Solo (DS) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistemas de Uso	Profundidade (m)		
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
	DS (kg dm <sup>-3</sup> )		
Pastagem	1,78 aA	1,83 aA	1,69 aA
Umbu-cajá	1,78 aA	1,77 aA	1,84 aA
Fruta-pão	1,65 aA	1,75 aA	1,78 aA
Gonçalo Alves	1,54 bB	1,59 bB	1,75 aA
Eucalipto	1,54 bB	1,77 aA	1,76 aA
Mata Nativa	1,43 bB	1,46 bB	1,82 aA

Letras minúsculas comparam sistemas de uso em cada profundidade e letras maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso do solo.

Os maiores valores de DS foram verificados nas áreas de pastagem, Umbu-cajá e Fruta-pão, possivelmente devido ao pisoteio animal e máquinas durante as fases de limpeza nas entrelinhas de plantio e outros tratamentos culturais. No geral, os valores estão próximos de 1,80 kg m<sup>-3</sup>, fato que reduz o crescimento radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Resultados semelhantes foram observados no estudo de Soares (2018), onde os maiores valores de DS foram verificados em áreas de pastagens.

A análise de variância (Tabela 4) para a estabilidade dos agregados via úmida e seca constatou efeito significativo dos tratamentos sobre todas as variáveis avaliadas, com destaque para DMGS, DMPS, MACS, MICS e MICU, que apresentaram significância nos níveis ( $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ). Interação entre os sistemas de uso e profundidades foram significativos para DMPS, MACS, MACU, MICS e MICU, indicando que as respostas dessas variáveis podem variar conforme a profundidade do solo em cada sistema de uso.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para os valores de diâmetro médio geométrico seco (DMGS), diâmetro médio geométrico úmido (DMGU), diâmetro médio ponderado seco (DMPS), diâmetro médio ponderado úmido (DMPU), macroagregados seco (MACS), macroagregados úmido (MACU), microagregados seco (MICS) e microagregados úmido (MICU) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

<b>.FV</b>	<b>DMGS</b>	<b>DMGU</b>	<b>DMPS</b>	<b>DMPU</b>
SU	0,159953**	0,433940*	0,117989**	0,354389**
PR	0,004929 <sup>ns</sup>	1,043787**	0,028504*	1,113717**
SU x PR	0,029569 <sup>ns</sup>	0,237252 <sup>ns</sup>	0,019671**	0,170038 <sup>ns</sup>
CV (%)	8,13	25,12	2,64	10,97
	<b>MACS</b>	<b>MACU</b>	<b>MICS</b>	<b>MICU</b>
SU	68,905539**	636,561378**	50,739910**	588,036197**
PR	9,349272 <sup>ns</sup>	1556,027385**	9,808800 *	1580,090029**
SU x PR	10,346259*	292,276518**	14,799130**	353,095141**
CV (%)	2,28	7,53	25,07	31,14

\*\*= significativo a 1%; \*= significativo a 5% e <sup>ns</sup>= não significativo.

Os sistemas de uso do solo influenciaram os valores de DMGS, DMGU e DMPU (Tabela 5). As áreas com pastagem, Gonçalo Alves, eucalipto e mata nativa apresentaram os maiores valores de DMGU e DMPU, indicando maior agregação do solo sob condição úmida. Nos estudos de Neto Cunha et al. (2018) foram verificados que os valores mais elevados de DMPU ocorreram na área de pastagem e em condições de floresta, devido a melhor agregação proporcionada pelos maiores teores de matéria orgânica e outros fatores que envolvem diferenças na quantidade e qualidade do material orgânico incorporado. Para as variáveis DMGU e DMPU, os menores valores observados em Umbu-cajá e Fruta-pão, refletem maior desagregação dos solos sob esses cultivos quando úmidos e, conseqüentemente, uma maior susceptibilidade do solo a erosão hídrica.

Em relação às profundidades, o DMGU e DMPU apresentaram variações significativas, com os maiores valores na camada superficial (0 – 0,20 m) e redução nos valores nas camadas mais profundas. Isso sugere melhor estabilidade de agregados na superfície, possivelmente relacionada à maior presença de matéria orgânica. Esses resultados destacam que tanto o tipo de uso do solo quanto a profundidade influenciam o diâmetro dos agregados, especialmente sob condições úmidas (RIBEIRO, 2018; BRIZZI et al., 2019).

**Tabela 5.** Efeito individual dos sistemas de uso e das profundidades sobre o diâmetro médio geométrico de agregados seco (DMGS), úmido (DMGU) e diâmetro médio ponderado de agregados úmido (DMPU), em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistemas de Uso	DMGS	DMGU	DMPU
	----- mm -----		
Pastagem	2,04 a	1,53 a	2,70 a
Umbu-cajá	2,02 a	1,22 b	2,46 b
Fruta-pão	2,05 a	1,37 b	2,57 b
Gonçalo Alves	1,85 b	1,65 a	2,85 a
Eucalipto	1,85 b	1,70 a	2,88 a
Mata Nativa	1,78 b	1,65 a	2,84 a
<b>Profundidade (m)</b>			
0-0,20	1,93 a	1,74 a	2,93 a
0,20-0,40	1,92 a	1,49 b	2,71 b
0,40-0,60	1,95 a	1,33 b	2,93 c
CV%	8,13	25,12	10,97

A interação entre sistemas de uso e profundidades do solo influenciou significativamente as variáveis DMPS; MACS; MICS; MACU e MICU (Tabela 6). O DMPS apresentou valores mais elevados e semelhantes entre os sistemas de uso na maioria das profundidades, com exceção do eucalipto em 0 – 0,20 m, mata nativa em 0,20 – 0,40 m e mata nativa e Gonçalo Alves nas profundidades de 0,20 – 0,40 e 0,40 – 0,60 m.

A porcentagem de MACS foi superior em sistemas de uso com pastagem, Umbu-cajá e Fruta-pão, enquanto valores mais baixos foram observados na mata nativa, Gonçalo Alves e Eucalipto na profundidade de 0 – 0,20 m. Já a porcentagem de MICS foi mais alta na mata nativa e no eucalipto em 0 – 0,20 m, indicando maior proporção de microporos nesses sistemas, o que favorece a retenção de água.

Para a MACU não foi verificada diferenças entre sistemas de uso para a profundidade 0 – 0,20 m, enquanto na profundidade o sistema com eucalipto, Gonçalo Alves e mata nativa se destacam com maiores valores, fato que reflete uma menor MICU nestes sistemas em maiores profundidades.

**Figura 6.** Efeito da interação entre sistemas de uso e profundidades sobre o diâmetro médio ponderado seco (DMPS), porcentagem de macroagregados seco (MACS), microagregados secos (MICS), macroagregados úmidos (MACU) e microagregados úmidos (MICU), em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistemas de Uso	Profundidade (m)		
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
<b>DMPS (mm)</b>			
Pastagem	3,17 aA	3,14 aA	3,13 aA
Umbu-cajá	3,21 aA	3,08 aA	3,14 aA
Fruta-pão	3,20 aA	3,15 aA	3,22 aA
Gonçalo Alves	3,12 aA	3,10 aA	2,99 bB
Eucalipto	3,00 bA	3,12 aA	3,00 aA
Mata Nativa	3,06 bA	2,84 bB	2,83 bB
<b>MACS (%)</b>			
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
Pastagem	96,27 aA	95,22 aA	95,19 aA
Umbu-cajá	96,40 aA	93,84 aA	95,92 aA
Fruta-pão	96,57 aA	95,20 aA	97,23 aA
Gonçalo Alves	93,62 bA	93,43 aA	92,10 bA
Eucalipto	91,57 bA	94,45 aA	93,86 aA
Mata Nativa	93,24 bA	88,42 bB	87,76 cB
<b>MICS (%)</b>			
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
Pastagem	3,73 bA	4,78 bA	4,81 cA
Umbu-cajá	3,87 bB	6,16 bA	4,07 dB
Fruta-pão	3,43 bA	4,79 bA	2,77 dA
Gonçalo Alves	4,47 bB	5,40 bB	7,90 bA
Eucalipto	9,65 aA	5,54 bB	6,14 cB
Mata Nativa	5,67 bB	11,57 aA	10,46 aA
<b>MACU (%)</b>			
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
Pastagem	94,64 aA	78,16 bB	88,29 aA
Umbu-cajá	86,34 aA	70,42 cB	62,60 cB
Fruta-pão	90,63 aA	68,27 cB	58,60 cC
Gonçalo Alves	92,55 aA	91,99 aA	71,56 bB
Eucalipto	84,98 aA	92,06 aA	91,38 aA
Mata Nativa	91,54 aA	87,69 aA	71,86 bB
<b>MICU (%)</b>			
	0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
Pastagem	5,35 aB	29,11 aA	11,71 cB
Umbu-cajá	13,66 aB	29,58 aA	37,39 aA
Fruta-pão	9,37 aC	31,72 aB	41,54 aA
Gonçalo Alves	7,45 aB	8,00 bB	28,44 bA
Eucalipto	15,02 aA	7,94 bA	8,62 cA
Mata Nativa	8,46 aB	12,30 bB	28,13 bA

Letras minúsculas comparam sistemas de uso em cada profundidade e letras maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso do solo.

Esses resultados demonstram que a estrutura do solo, especialmente a distribuição e proporção dos agregados, varia de forma significativa conforme o sistema de uso e a profundidade do solo, reforçando o papel de sistemas de uso com vegetação arbórea na melhoria das condições estruturais do solo, sobretudo nas camadas mais profundas do solo, onde ocorre maior coesão em Latossolos e Argissolos Amarelos coesos. Carvalho et al. (2004), constataram que a alta presença de resíduos vegetais no sistema florestal intensificou a atividade biológica do solo, favorecendo a formação de agregados mais estáveis e evidenciando a eficiência desse sistema na melhoria da estrutura do solo.

#### **4.2 Efeito dos sistemas de uso e profundidades nos atributos químicos do solo**

A análise de variância (Tabela 7) revelou que os tratamentos aplicados exerceram efeitos individuais e, ou em interação sobre todas as variáveis químicas do solo, evidenciando a influência do uso do solo por pastagem, frutíferas perenes, espécies florestais e mata nativa nos atributos relacionados as condições de fertilidade do solo.

Para o pH (Tabela 8) e MO, o uso e as profundidades do solo influenciaram individualmente as variáveis. Os teores de MO foram mais elevados no solo sob Umbu-cajá (15,78), seguido por Gonçalo Alves (12,85), enquanto os menores valores foram observados em pastagem, Fruta-pão, eucalipto e mata nativa, sem diferenças significativas entre esses tratamentos. De forma semelhante, Neto et al. (2018) observaram maiores teores de matéria orgânica em áreas de florestas, fato decorrente do maior aporte de fitomassa, que favorecem sua incorporação e manutenção no solo.

Para o pH, os maiores valores ocorreram na mata nativa (5,76) e Fruta-pão (5,37), indicando menores condições de acidez, enquanto a área com Gonçalo Alves apresentou maior condição de acidez (4,39) entre os sistemas de uso do solo. Cunha Neto et al (2018) observaram em seus estudos que as áreas de plantios florestais foram as que apresentaram os maiores valores de pH e a área de floresta o menor pH, devido a maior concentração de Al, fato não verificado no presente estudo. Em profundidade do solo, os maiores valores de pH e MO foram encontrados na camada superficial (0 – 0,20 m), seguido de decréscimo nas camadas mais profundas, fato já esperado devido ao acúmulo de resíduos

orgânicos e maior atividade biológica na superfície, que favorece a ciclagem de nutrientes (FERREIRA et al., 2018; FERREIRA et al., 2019).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para o pH, alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio (m), matéria orgânica (MO), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (CTC<sub>ef</sub>), capacidade de troca catiônica potencial (CTC<sub>pot</sub>), saturação por bases (V) e teores de ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), em Latossolo Amarelo coeso em função do uso e profundidades do solo.

<b>FV</b>	<b>pH</b>	<b>Al</b>	<b>H + Al</b>	<b>m</b>	<b>MO</b>
SU	2,916898**	0,470861**	18,856212**	9871.135609**	135,738091**
PR	0,154272*	0,061535**	1,101318 <sup>ns</sup>	1550.163579**	309,160872**
SU x PR	0,043114 <sup>ns</sup>	0,029631**	2,819610*	373.588586**	7,215654 <sup>ns</sup>
CV (%)	4,46	9,20	22,28	27,06	27,76
<b>FV</b>	<b>Mg</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>SB</b>
SU	2,142865**	41,285648**	2192,938139**	3,907771**	10,039146**
PR	0,631518**	389,882960**	2535,503472**	3,045635**	7,822260**
SU x PR	0,080935*	32,566400**	199,754806 <sup>ns</sup>	0,157421*	0,199618 <sup>ns</sup>
CV (%)	25,12	44,10	39,48	27,09	28,94
<b>FV</b>	<b>CTC<sub>ef</sub></b>	<b>CTC<sub>pot</sub></b>	<b>V</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>
SU	4,547775**	23,536111**	2752,935843**	10383,300439**	0,215485**
PR	3,129126**	16,651435**	711,030517**	13397,388379**	0,270972**
SU x PR	0,242758 <sup>ns</sup>	4,743601*	121,621545 <sup>ns</sup>	3031,092846*	0,011877 <sup>ns</sup>
CV (%)	20,48	20,48	29,64	19,92	24,42
<b>FV</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>			
SU	278,246006**	2,352242**			
PR	665,082038**	10,107706**			
SU x PR	61,963226**	0,641522**			
CV (%)	39,88	42,97			

\*\*= significativo a 1%; \*= significativo a 5% e <sup>ns</sup>= não significativo.

Para o alumínio (Al), acidez potencial (H+Al) e saturação por alumínio (m), observou-se interação entre os sistemas de uso e profundidades do solo, indicando que o efeito do uso do solo depende da profundidade a ser considerada (Tabela 9). Os maiores teores de Al<sup>3+</sup> foram observados no solo sob Gonçalves Alves, em todas as profundidades, indicando maior potencial de toxidez, comportamento também verificado na área de pastagem na profundidade de 0 – 0,20 m.

**Tabela 8.** Efeito individual dos sistemas de uso e das profundidades para a matéria orgânica do solo (MO) e pH em água em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistemas de Uso	MO (g kg <sup>-1</sup> )	pH
Pastagem	7,16 c	4,65 d
Umbu-cajá	15,78 a	4,96 c
Fruta-pão	8,23 c	5,37 b
Gonçalo Alves	12,85 b	4,39 e
Eucalipto	8,15 c	4,95 c
Mata Nativa	9,14 c	5,76 a

Profundidade (m)		
0 - 0,20	14,34 a	5,11 a
0,20 - 0,40	8,49 b	4,99 b
0,40 - 0,60	7,82 b	4,95 b

Solos mais ácidos, caracterizados por baixos valores de pH, tendem a apresentar elevados teores de Al<sup>3+</sup> no perfil (SILVA et al., 2020), devido a baixa frequência de práticas corretivas como a calagem e de adubação, bem como devido a maior taxa de renovação das gramíneas (Bezerra et al., 2019), a qual contribui para maior extração de bases do solo. Freitas et al (2017) ao avaliar atributos químicos do solo verificaram que os maiores teores de Al<sup>3+</sup> foram observados em área de floresta, enquanto os menores ocorreram em outras áreas de cultivos, acompanhando as variações no pH do solo. Filho et al. (2022) ao avaliar os efeitos da calagem e adubação fosfatada na produção de mudas de Gonçalo Alves, encontraram maiores valores de Al<sup>3+</sup> em área sob cultivo com Gonçalo Alves, a qual também apresentou piores condições de fertilidade.

A acidez potencial (H+Al) foi maior nos solos sob Umbu-cajá e Gonçalo Alves, nas camadas 0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m. Esses resultados indicam que, embora o Umbu-cajá e o Gonçalo Alves tenham maior aporte de matéria orgânica, sua mineralização pode estar favorecendo a acidificação do solo (FREITAS et al., 2017; DINIZ et al., 2021). Cunha Neto et al. (2018) ao avaliar atributos físicos e químicos em áreas sob diferentes coberturas florestais e pastagem, verificaram maiores valores de acidez potencial em área de floresta.

Para a saturação por alumínio (m) foi observado maiores valores nas áreas sob pastagem e Gonçalo Alves, com valores superiores a 70% nas camadas mais profundas, o que indica baixa qualidade química do solo nessas condições ao crescimento radicular das plantas, fato decorrente da baixa aplicação de corretivos

de acidez do solo. A maior saturação por alumínio na área sob Gonçalves Alves se correlaciona com os menores valores de pH e maiores de Al e H + Al, mesmo apresentando a área os maiores valores de matéria orgânica, que favorece a liberação de ácidos orgânicos no solo (FREITAS et al., 2017). Na área de pastagem a maior saturação por alumínio pode também está relacionada a baixa saturação por bases, característica comum em solos degradados (Bezerra et al., 2019; Freitas et al., 2021).

**Tabela 9.** Efeito da interação entre sistemas de uso e profundidade do solo para Al, H+Al e saturação por alumínio (m) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Tratamento	Al <sup>3+</sup> (Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	1,12 aA	1,16 bA	1,19 bA
Umbú-cajá	0,99 bA	0,82 dB	0,90 dB
Fruta-pão	0,77 cB	0,77 dB	1,04 cA
Gonçalo Alves	1,20 aB	1,35 aA	1,33 a A
Eucalipto	0,77 cB	0,95 cA	0,98 cA
Mata Nativa	0,77 cA	0,77 dA	0,77 dA
Tratamento	H + Al (Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	4,45 bA	4,43 bA	3,95 aA
Umbú-cajá	7,11 aA	5,38 aB	4,26 aB
Fruta-pão	3,12 cB	3,42 bB	4,72 aA
Gonçalo Alves	6,64 aA	6,15 aA	4,89 aB
Eucalipto	3,13 cA	3,50 bA	3,76 aA
Mata Nativa	2,49 cA	2,72 bA	2,78 aA
Tratamento	m (%)		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	40,78 aB	75,67 aA	70,75 aA
Umbú-cajá	12,75 bA	5,41 cA	4,88 cA
Fruta-pão	3,59 bB	5,51 cB	18,75 bA
Gonçalo Alves	48,63 aB	72,42 aA	78,85 aA
Eucalipto	3,58 bB	20,63 bA	28,59 bA
Mata Nativa	3,19 bA	3,95 cA	4,54 cA

Para os teores de potássio (K), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (CTCef), saturação por bases (V) e cobre (Cu) foram verificados efeitos individuais dos sistemas de uso e profundidades do solo (Tabela 10). O K<sup>+</sup> variou entre os sistemas de uso, sendo o maior valor registrado no solo sob Umbu-cajá (52,00 mg dm<sup>-3</sup>), seguido por Fruta-pão e mata nativa. Resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2017). No Umbu-cajá, à maior disponibilidade

de  $K^+$  pode ser atribuída à adubação potássica, enquanto na mata nativa, a ciclagem de nutrientes oriunda da decomposição da serapilheira, visto que, plantas mais antigas contribuem de maneira mais expressiva para a disponibilização desse nutriente no solo. Os menores teores de  $K^+$  encontrados nos solos sob pastagem evidencia menor disponibilidade do nutriente nesse sistema, o que pode comprometer o crescimento das plantas em longo prazo, especialmente em solos naturalmente pobres em potássio, como os Latossolos Amarelos coesos dos Tabuleiros Costeiros da Bahia.

**Tabela 10.** Efeitos individual dos sistemas de uso e profundidades do solo nos teores de potássio (K), soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica efetiva (CTCef), saturação por bases (V) e cobre (Cu) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistema de Uso	$K^+$	SB	CTFef	V	Cu
	mg dm <sup>-3</sup>	---- Cmolc dm <sup>-3</sup> ----		%	mg dm <sup>-3</sup>
Pastagem	16,56 c	0,74 c	1,34 c	11,84 c	0,33 c
Umbu-cajá	52,00 a	2,69 a	3,02 a	32,72 b	0,44 b
Fruta-pão	25,91 b	1,93 b	2,04 b	32,52 b	0,54 a
Gonçalo Alves	18,00 c	0,62 c	1,80 b	8,49 c	0,34 c
Eucalipto	16,80 c	1,88 b	2,14 b	34,70 b	0,58 a
Mata Nativa	26,50 b	2,72 a	2,73 a	48,44 a	0,66 a
<b>Profundidade (m)</b>					
0 - 0,20	37,66 a	2,42 a	2,59 a	34,36 a	0,59 a
0,20 - 0,40	21,83 b	1,50 b	2,00 b	25,64 b	0,48 b
0,40 - 0,60	18,39 b	1,38 b	1,94 b	24,36 b	0,38 c

A soma de bases (SB) e a capacidade de troca catiônica efetiva (CTCef) também apresentaram diferenças entre os sistemas de uso do solo. Os maiores valores de SB e CTCef foram observados sob Umbu-cajá e mata nativa, indicando solos com maior disponibilidade de bases e maior capacidade de retenção de cátions. O acúmulo de matéria orgânica proveniente da queda e decomposição de folhas, galhos e frutos contribui para a manutenção de cátions essenciais, como o  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ , melhorando com isso a capacidade do solo de reter e disponibilizar nutrientes às plantas. Alves et al (2019) e Diniz et al. (2020) também observaram resultados semelhantes em uma área com vegetação natural.

A ocorrência de maior SB na área de mata também se refletiu na maior saturação por bases (V), com valor de 48,44%, o que reflete uma condição química mais favorável ao desenvolvimento radicular e à absorção de nutrientes pelas

plantas, embora deva ser destacado que os valores de saturação por bases encontrados nesse estudo, independentemente do sistema de uso do solo, caracterizam solos com fertilidade variando de muita baixa ( $V \leq 20,0$ ) a média fertilidade ( $V$  entre 40,1 – 60%), segundo Ribeiro et al. (1999), fato que requer práticas corretivas de acidez do solo e de adubação visando a melhoria das condições de fertilidade do solo. Resultados semelhantes foram observados por Paes (2018) em que os valores de  $V$  e CTCef foram maiores em áreas florestais e de mata nativa, enquanto os estudos por Santos et al (2017) observaram uma redução de  $V$  em área de plantio florestal e valores mais altos em área de plantio convencional. No presente estudo, os solos sob pastagem e Gonçalo Alves exibiram os menores valores de  $V$  (11,84% e 8,49%, respectivamente), o que está associado à maior acidez e à menor ocupação dos sítios de troca por nutrientes básicos, dificultando o crescimento das plantas nesses sistemas.

Para os teores de fósforo (P), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) e valor de CTC potencial, foram verificadas interações entre o uso e profundidades do solo (Tabela 11). Os maiores teores de P foram observados na camada superficial (0–0,20 m) sob eucalipto, Umbu-cajá e mata nativa, enquanto a pastagem, Fruta-pão e Gonçalo Alves apresentaram os menores valores. Para o  $Ca^{2+}$ , os maiores teores ocorreram nos solos sob mata nativa em 0 – 0,20 m e mata nativa, Umbu-cajá e eucalipto para o  $Mg^{2+}$ , indicando melhor disponibilidade desses nutrientes. Os maiores teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  encontrados na área de vegetação nativa e espécies florestais foram também verificados em estudos de Cunha Neto et al. (2018) e Diniz et al. (2021). Para os demais sistemas de uso, os menores teores de P,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  podem ser atribuídos à baixa fertilidade natural dos solos, maior acidez, menor teor de matéria orgânica e à ausência de correção com calcário (SILVA e MORAIS, 2023).

Em relação à CTC potencial, os maiores valores foram verificados sob Umbu-cajá está em consonância com o maior aporte de matéria orgânica verificado neste sistema, com destaque para a superfície (11,77 cmolc  $dm^{-3}$ ). Em profundidade, no geral, os atributos avaliados foram mais expressivos na camada superficial, principalmente em sistemas com vegetação arbórea e maior cobertura do solo. Em solos tropicais mais intemperizados como os Latossolos, a elevação do CTC potencial está associada à maior presença de argila e matéria orgânica, sendo a matéria orgânica, a principal fonte de cargas elétricas no solo.

**Tabela 11.** Efeito da interação entre uso e profundidade do solo sobre os teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e capacidade de troca catiônica potencial (CTCpot) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistema de Uso	P (mg dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	4,51 cA	2,42 aA	2,57 aA
Umbu-cajá	15,57 aA	5,06 aB	3,79 aB
Fruta-pão	7,62 cA	3,65 aB	2,79 aB
Gonçalo Alves	4,82 cA	4,77 aA	2,71 aA
Eucalipto	16,39 aA	3,66 aB	1,62 aB
Mata Nativa	10,98 bA	3,42 aB	2,44 aB

Sistema de Uso	Ca <sup>2+</sup> (Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	0,34 cA	0,26 cA	0,18 cA
Umbu-cajá	1,78 bA	1,47 aB	1,19 aB
Fruta-pão	1,32 bA	0,79 bB	0,46 bB
Gonçalo Alves	0,58 cA	0,24 cB	0,16 cB
Eucalipto	1,54 bA	0,92 bB	0,66 bB
Mata Nativa	2,27 aA	1,40 aB	1,01 aC

Sistema de Uso	Mg <sup>2+</sup> (Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	0,49 cA	0,17 cB	0,20 dB
Umbu-cajá	1,25 aA	1,08 aA	1,17 aA
Fruta-pão	0,85 bA	0,70 bA	0,88 bA
Gonçalo Alves	0,37 cA	0,17 cA	0,14 dA
Eucalipto	1,26 aA	0,63 bB	0,48 cB
Mata Nativa	1,40 aA	1,10 aA	1,17 aA

Sistema de Uso	CTCpot Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	5,78 bA	4,71 bA	4,34 aA
Umbu-cajá	11,77 aA	7,77 aB	6,76 aB
Fruta-pão	5,12 bA	5,07 bA	6,12 aA
Gonçalo Alves	7,64 bA	6,67 aA	5,23 aB
Eucalipto	6,00 bA	5,10 bA	4,94 aA
Mata Nativa	5,87 bA	6,18 aA	5,02 aA

Letras minúsculas comparam sistemas de uso em cada profundidade e letras maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso do solo.

O efeito dos tratamentos sobre os teores de micronutrientes (Ferro - Fe, cobre - Cu, manganês - Mn e zinco - Zn) mostrou-se de forma individual para os sistemas de uso e profundidades do solo sobre os teores de Cu (Tabela 10) e em interação entre esses fatores para os teores de Fe, Zn e Mn (Tabela 12).

Os teores de Cu mostraram se maiores nos solos sob mata nativa (0,66 mg dm<sup>-3</sup>), eucalipto (0,58 mg dm<sup>-3</sup>) e Fruta-pão (0,54 mg dm<sup>-3</sup>), enquanto os menores foram registrados sob Umbu-cajá e Gonçalves Alves, seguido da pastagem. Em relação à profundidade, houve uma diminuição progressiva dos teores de Cu com o aumento da profundidade do solo, com os maiores valores na camada de 0 – 0,20 m (0,59 mg dm<sup>-3</sup>) e os menores em 0,40–0,60 m (0,38 mg dm<sup>-3</sup>), refletindo a maior disponibilidade desse micronutriente na superfície, possivelmente associada à matéria orgânica e à atividade microbiana mais intensa.

**Tabela 12.** Efeito da interação entre o uso e profundidade sobre os teores de ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn) em Latossolo Amarelo coeso da Bahia.

Sistema de Uso	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	115,39 bB	133,73 bB	214,54 aA
Umbu-cajá	114,26 bA	151,20 bA	152,08 bA
Fruta-pão	142,00 aB	149,42 bB	219,01 aA
Gonçalo Alves	181,04 aA	212,38 aA	225,22 aA
Eucalipto	154,26 aA	135,40 bA	110,76 cA
Mata Nativa	101,53 bB	116,08 bB	164,62 bA
Sistema de Uso	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	0,74 cA	0,33 aA	0,28 aA
Umbu-cajá	2,13 bA	0,85 aB	0,89 aB
Fruta-pão	1,36 cA	0,61 aB	0,73 aB
Gonçalo Alves	1,20 cA	0,79 aA	0,46 aA
Eucalipto	2,13 bA	0,49 aB	0,39 aB
Mata Nativa	3,11 aA	1,34 aB	0,78 aB
Sistema de Uso	Mn (mg dm <sup>-3</sup> )		
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m	0,40 – 0,60 m
Pastagem	10,81 cA	8,59 cA	6,91 aA
Umbu-cajá	8,22 cA	3,71 cA	4,02 aA
Fruta-pão	15,51 bA	6,70 cB	4,60 aB
Gonçalo Alves	7,18 cA	2,49 cA	3,30 aA
Eucalipto	25,49 aA	10,98 bB	5,05 aC
Mata Nativa	25,58 aA	17,21 aB	7,36 aC

Letras minúsculas comparam sistemas de uso em cada profundidade e letras maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso do solo.

Carvalho et al. (2019) avaliando nutrientes acumulados na serapilheira em diferentes tipos de plantios do Cerrado, observaram que os valores mais elevados foram em plantios de eucalipto, possivelmente devido à maior cobertura vegetal e acúmulo de matéria orgânica (NASCIMENTO et al., 2023).

Para os teores de Fe, Zn e Mn (Tabela 12) foi verificado para o Fe maior valor nos solos sob Gonçalves Alves, Fruta-pão e eucalipto na camada mais superficial 0 – 0,20 m, destacando-se o Gonçalves Alves em todas as profundidades, enquanto os menores valores ocorreram sob mata nativa, pastagem e Umbu-cajá. O menor pH do solo favorece a disponibilidade de micronutrientes como o Fe, sendo este um elemento mais sensível à elevação do pH (FREITAS et al., 2017).

Para o Zn, os maiores teores, no geral, foram observados na profundidade de 0 – 0,20 m, principalmente sob mata nativa (3,11 mg dm<sup>-3</sup>), seguida por eucalipto e Umbu-cajá. Houve redução acentuada dos teores com o aumento da profundidade em todos os tratamentos, à exceção do Gonçalves Alves e pastagem. Carvalho et al. (2019) corroboram com o presente estudo ao constatarem valores mais elevados de Zn em áreas florestais. A ciclagem de nutrientes promovida pela serapilheira, aliada à menor perturbação do solo, favorece a disponibilidade do Zn (STIEBLER, 2024).

Em relação ao Mn, os maiores valores se concentraram na profundidade de 0 – 0,20 m, com destaque para mata nativa e eucalipto (ambos com mais de 25 mg dm<sup>-3</sup>), enquanto os menores foram registrados sob pastagem, Fruta-pão e Gonçalves Alves. Segundo os estudos de Zagatto et al. (2018) sistemas florestais apresentam valores mais elevados de Mn.

No geral, segundo Ribeiro et al. (1999) os teores encontrados no presente estudo para a profundidade de 0 – 0,20 m são classificados para o Fe como alto (> 45 mg dm<sup>-3</sup>), independente dos tratamentos; os de Cu como baixo (0,4 - 0,7 mg dm<sup>-3</sup>), Mn como médio (6,0 – 8,0 mg dm<sup>-3</sup>), bom (9,0 – 12,0 mg dm<sup>-3</sup>) e alto (> 12 mg dm<sup>-3</sup>) e os de Zn entre baixo (0,5 - 0,9 mg dm<sup>-3</sup>), médio (1,0 - 1,5 mg dm<sup>-3</sup>), bom (1,6 - 2,2 mg dm<sup>-3</sup>) e alto > 2,2 mg dm<sup>-3</sup>), fato que demonstra um manejo mais específico da adubação, principalmente com Cu e Zn, a depender do sistema de uso do solo.

## **5.0 CONCLUSÃO**

O uso diferenciado do solo com pastagem, culturas agrícolas permanentes, espécies florestais e vegetação nativa proporciona alterações físico-químicas em Latossolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia.

Sistemas com vegetação nativa e espécies florestais, como Gonçalo Alves e eucalipto, apresentaram melhores condições estruturais do solo, com destaque para menor densidade do solo, maior porosidade e estabilidade dos agregados.

Culturas agrícolas permanentes como o Umbu-cajá, Fruta-pão e mata nativa evidenciaram maiores teores de matéria orgânica, maior capacidade de troca catiônica e menores índices de acidez e saturação por alumínio, indicando melhor qualidade química do solo, quando comparados aos solos sob uso com pastagem e Gonçalo Alves.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. P. **Atributos químicos, físicos e biológicos do solo na implantação do sistema plantio direto de hortaliças em duas localidades no sudoeste paranaense.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25509>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ARCOVERDE, S. N. S. **Qualidade de solos sob diferentes usos agrícolas na região do entorno do lago de Sobradinho – BA.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus. Juazeiro-BA, 2013. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/972639>. Acesso em 20 dez. 2024.

ASSUNÇÃO, S. J. R.; PEDROTTI, A.; GONZAGA, M. I. S.; NOBREGA, J. C. A.; HOLANDA, F. S. H. Soil quality index of an ultisol under long-term plots in the coastal tablelands in northeastern Brazil. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 36, n. 2, p. 432 – 444, abr. – jun., 2023.

ABATTI, E. C.; GAI, V. F. LIMA, F. M. C.; AVELAR, T. A. S. Produção de cultivares de braquiária e sua influência na descompactação do solo. v. 1 n. 1 (2022): **Anais do City Farm.**

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical.** Cap 13. p. 383- 434. Embrapa, 2023.

BRAGA, R. M.; BRAGA, F. A.; VENTURIN, N. Carbono orgânico no solo sob mata nativa e florestas plantadas em longo prazo. **Revista Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 42, e202002121, p. 1-10, 2022.

BEZERRA, C. B.; JUNIOR, A. J. S.; CORREÂ, M. M.; LIMA, J. R. S.; SANTORO, K. R.; SOUZA, E. S.; OLIVEIRA, C. L. Latossolo húmico sob pastagem com diferentes intensidades de usos: atributos químicos e físico-hídricos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.**, Recife, v.14, n.1, e5603, 2019.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. D. S.; CALDAS, R. C.; NASCIMENTO, C. A. C. do; SANTOS, A. M. Manejo do Solo de Tabuleiro Costeiro com Calcário, Gesso e Plantas de Cobertura no Crescimento da Bananeira. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 17., 2008, Rio de Janeiro.

BRUNETTO, G.; ROZANE, D. E.; MELO, G. W. B.; ZALAMENA, J.; GIROTTO, E.; LOURENZI, C.; COUTO, R. R.; TIECHER, T.; KAMINSKI, J. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. Cap IX, p. 140. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2016.

BURGREVER, J. C.; FREITAS, F. F.; FISTAROL, T. A. F.; ARAÚJO, F. B.; JÚNIOR, G. F. S. Propriedades físicas indicadoras da qualidade do solo sob sistemas de manejo-Alta Floresta. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 93-104, 2019.

BRIZZI, R. R.; PORTOCARRERO, H.; COSTA, N. M. C.; SOUZA, A. P. Análise das características físico-químicas do horizonte superficial de um latossolo amarelo sob pastagem como subsídio à compreensão de processos erosivos no município de paraty - Rj. **Revista Caminhos de Geografia** Uberlândia - MG v. 20, n. 69 Mar/2019 p. 223–236 Página 223.

CARVALHO, H. C. S.; FERREIRA, J. L. S.; CALIL, F. N.; SILVA-NETO, C. M. Estoque de nutrientes na serapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação no Cerrado em Goiás, Brasil. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 7, p. 1-11, 2019.

CARVALHO, R. et al. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, nov. 2004.

CARDOSO, C. R. G. **Atributos físicos do solo e produtividade da soja em função de diferentes rotações de culturas**. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Agronomia: Universidade Federal da Grande Dourados. 2020. Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOCTORADO-AGRONOMIA/Teses%20Defendidas/Tese%20Carlos%20Reinier%20Cardoso.pdf>. Acesso em 10 nov. 2024.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; BRASIL, E. C. Calagem em Latossolo Amarelo Distrófico da Amazônia e sua Influência em Atributos Químicos do Solo e na Produtividade de Culturas Anuais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 36:895-907, 2012.

CHAVEIRO, A. C.; BONINI, C. S. B.; FREITAS, P. G. N.; REIS, D.C. S.; OLIVEIRA, J. M. K.; SOUZA, J. A. L.; HIDALGO, G. F.; OLIVEIRA, A. B. Soil physical and chemical quality on no tillage cultivated with vegetables – A review. **Research, Society and Development**, v.11, n.9, e32711931564, 2022.

CHAVES, V. A. **Influência do manejo do sistema solo-planta-animal nas emissões de gases de efeito estufa de pastagens do Pará**. 2021. 104 f. Tese (Doutor em Agronomia, Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/6179>. Acesso em 22 dez. 2024.

CHERUBIN, M. R.; MAIA, S. M. F.; DAMIAN, J. M.; CERRI, C. E. P. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Cap 21. p. 601-625. Embrapa, 2023.

CUNHA NETO, F. V.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. S.; ABEL, E. L. S. Atributos químicos e físicos do solo em áreas sob diferentes coberturas florestais e pastagem em Além Paraíba - MG. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 13-24, jan. - mar. 2018.

DANTAS, J. S.; JÚNIOR, J. M.; FILHO, M. V. M.; RESENDE, J. M. A.; CAMARGO, L. A.; BARBOSA, R. S. Gênese de solos coesos do leste maranhense: relação solo-paisagem. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 38:1039-1050, 2014.

DINIZ, A. P. M.; ARAGÃO, M. C.; EL-HUSNY, J. C.; PEREIRA, G. M.; HUNGRIA, L. C.; SILVA, B. S. N. Atributos químicos do solo sob sistema plantio direto como indicador de sustentabilidade ambiental. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p.3130-3152 jan. 2021.

DIAS, R. C.; CASTRO, T. A. van T. de; GONÇALVES, R. G. da M.; POLIDORO, J. C.; ZONTA, E.; PEREIRA, M. G.; STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, P. C. Acúmulo de biomassa e potássio em gramíneas em função da fonte fertilizante e do solo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.6, p.33506-33518 jun. 2020.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA.** Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERNANDES, M. M. H. **Aplicação de vinhaça localizada na linha da cana-de-açúcar cultivada em solo argiloso e arenoso.** Universidade Estadual Paulista (Unesp). Tese de Doutorado. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/YSZnrzRVh39DRYz4KmpWSFg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 20 nov. 2024.

FAGUNDES, M. O.; REIS, D. A.; PORTELLA, R. B.; PERINA, F. J.; BOGIANI, J.C. Qualidade de um latossolo sob plantio convencional e sistema plantio direto no cerrado baiano, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais** v.10 - n.3 Abr a Mai 2019.

FRARE, J. C. V.; MARTINS, G. C.; FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; RAMOS, S. J. Bioeconomia na Amazônia: importância da matéria orgânica do solo para a manutenção dos sistemas produtivos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, e28512240261, 2023.

FALCÃO, K. S.; MONTEIRO, F. N.; OZÓRIO, J. M. B.; SOUZA, C. B. S. Estoque de carbono e agregação do solo sob diferentes sistemas de uso no cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** | v.55 | n.2 | jun 2020 | 242-255.

FEILER, H. P. **Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em áreas de manejo de milho (*Zea mays* L.) orgânico, natural e convencional.** Dissertação de Mestrado – USP- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-18052020-121629/>. Acesso em 09 jan. 2025.

FAUSTINO, L. L.; MARCIANO, C. R. Intervalo hídrico ótimo e valores críticos de densidade como indicadores de recuperação de um solo sob sistemas florestais e pasto. **Revista Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 31, n. 2, p. 658-682, abr./jun. 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **Revista Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FERREIRA, G. A.; ALVES, S. J.; OLIVEIRA, P. S. R.; COSTA, A. C. T. Soil organic carbon and nitrogen under heights of *Urochloa ruziziensis* grazing in agro-pastoral system. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, Lages, SC, Brasil. 2019.

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; COSTA, N. R. Atributos químicos e físicos de um latossolo em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária. **Boletim Indústria Animal** 75: 1-17. 2018.

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, L. S.; CAMPOS, M. C. C. Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 228-239, jan.- mar., 2018.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; SANTOS, H. F.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, W. A.; OLIVEIRA, M. V.; SILVA, C. D. T. Atributos físicos e químicos de solos sob cultivo de cana-de-açúcar próximo a fragmentos florestais nativos. **Revista Valore**, 8, 69–84. 2023.

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista UNIMAR CIÊNCIAS**-ISSN 1415-1642, Marília/SP, V. 26, (1-2), pp. 08-25, 2017.

FILHO, M. C. F. M.; HANKE, D.; NASCIMENTO, S. G. S.; ÁVILA, M. R.; MANRIQUEZ, D. E. T. Efeito da aplicação da cinza da casca de arroz sobre atributos de solo sob pastagem. **Revista Agroecossistemas**, v. 11, n. 2, p. xx – xx, 2019, ISSN online 2318-0188.

FILHO, J. F. de M.; peir, L. L.; SILVEIRA, D. C.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Índice de qualidade em um latossolo amarelo coeso cultivado com citros. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1168 - 1177, dezembro 2009.

FILHO, R. T. C.; CRUZ, M. C. P.; OLIVEIRA, W. P. Phosphate fertilization associated with liming for the production of seedlings of *Astronium fraxinifolium* Schott. in red-yellow latosol. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e5411829681,2022.

GUARESCHI, R. F.; FERREIRA, M. G.; SOARES, P. F. C.; BARROS, F. C.; PERIN, A.; ROSSI, C. Q. Compartimentos da matéria orgânica de um Latossolo sob

diferentes tipos de semeadura direta. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(2), 533–548. 2018.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: **REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS, Cruz das Almas, 1996**. Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros; anais. Aracaju: EMBRAPA, CPATC; EMBRAPA, CNPMF; EAUFBA; IGUFBA, 1996. p.13-24

JESUS, R. da S.; OLIVEIRA, L. S.; SILVA, L. M.; CARVALHO, L. R. Resgate e conservação in vitro de espécies florestais nativas ameaçadas. In: MISSIO, F. F. Tópicos especiais em engenharia florestal - volume 2. **Ed. Científica digital**. 2024. p. 187-201. Cap 11.

JORDÃO, H. W. C. **Atributos químicos de solos sob ambientes naturais e antropizados no município de Humaitá, AM**. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018. 52 f. Disponível em: [https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6316/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Half%20W.%20C.%20Jord%C3%A3o.pdf](https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6316/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Half%20W.%20C.%20Jord%C3%A3o.pdf). Acesso em 16 dez. 2024.

LIMA, A. V. **Morfologia e mineralogia de solos coesos e não coesos oriundos de sedimentos cenozóicos no estado da Bahia**. Programa de pós-graduação em solos e qualidade de ecossistemas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Dissertação de Mestrado. 2020. Disponível em: [https://www1.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_-\\_PPGSQE\\_-\\_PPGCAG\\_-\\_Avete\\_Vieira\\_Lima.pdf](https://www1.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O_-_PPGSQE_-_PPGCAG_-_Avete_Vieira_Lima.pdf). Acesso em 17 dez. 2024.

LIMA NETO, J. A.; RIBEIRO, M. R.; CÔRREA, M. M.; JÚNIOR, V. S. S.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Caracterização e gênese do caráter coeso em Latossolos Amarelos e Argissolos dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 1001-1011, 2009.

LEEUWEA, J. V.; GOMES, J. B. Promoting the cultivation of breadfruit in Amazonia. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 6, n. especial 16, p. 209-217, 2021.

LUCIANO, C. G.; FRANCO, C. M. L.; GERMAN, A. V.; SOBRAL, P. J. A.; MORAES, I. C. F. Evaluation of extraction method on the structure and physicochemical properties of starch from seeds of two Jackfruit varieties. **Starch-Stärke**, n. 11/12, p. 1-10, 2017.

MALLMANN, F. J. K.; MIOTTO, A.; SANTANA, N. A.; JACQUES, R. J. S. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. Cap VIII, p. 118. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2016.

MARAFON, G.; BARBOSA, R. S.; LACERDA, J. J. J.; MARTINS, V.; SILVA, J. D. F.; JR, O. S. C. C and P pool restoration by a no-tillage system on Brazilian Cerrado Oxisol in Piauí State. **Environmental Monitoring and Assessment**. Volume 192, article number 254, (2020).

MARQUES, P. H. R. **Diagnóstico de compactação via atributos físico-hídricos dos solos coesos: da amostragem à geração de dados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/3153>. Acesso em 20 jan. 2025.

MARTINS, T. da C. **Zoneamento pedoclimático para o eucalyptus na Bahia e efeito do uso do solo em sistemas agroflorestais nos atributos físicos de argissolo**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2023. Disponível em: [https://ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_-\\_PPGCAG\\_-\\_THIAGO\\_DA\\_CONCEICAO\\_MARTINS.pdf](https://ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O_-_PPGCAG_-_THIAGO_DA_CONCEICAO_MARTINS.pdf). Acesso em 28 out. 2024.

MAFRA, Á. L.; GUEDES, S. F. F.; FILHO, O. K.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A.; ROSA, J. D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.217-224, 2008.

MENEZES, S. S. **Atributos físicos do solo em sistemas orgânicos de produção na região do agreste baiano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agroecologia) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas - Ba, 2018. Disponível em:

[https://ri.ufrb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2007/1/Atributos\\_Fisicos\\_Solo\\_TC\\_C\\_2018.pdf](https://ri.ufrb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2007/1/Atributos_Fisicos_Solo_TC_C_2018.pdf). Acesso em 30 out. 2024.

MARCÍLIO, F.; GAI, V. F.; ZOTESKO, R.; BEBBER, K. Produtividade e parâmetros nutritivos de cultivares de brachiaria. v. 1 n. 1 (2022): **Anais do City Farm**.

MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.; SILVA, V. R. **BENEFÍCIOS DAS PLANTAS DE COBERTURA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO**. Cap III. p. 34. 2016.

MORAIS, E. G.; SILVA, C.A. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2023. Cap 12. p. 351-381. 2023.

MORAES, C. R. L.; SHINOHARA, N. K. S. Fruitful diversity in the territory of the Universidade Federal Rural of Pernambuco –UFRPE Sede. **Research, Society and Development**, v. 11,n.10, e240111032628, 2022.

NANZER, M. C.; ENSINAS, S. C.; BARBOSA, G. F.; BARRETA, P. G. V.; OLIVEIRA, T. P.; SILVA, J. R. M.; PAULINO, L. A. Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado. **Revista de Ciências Agroveterinárias.**, Lages, SC, Brasil (ISSN 2238-1171). 2019.

NETO, A. B. B.; SANTOS, C. R. C.; NORONHA, N. C.; GAMA, M. A. P.; CARVALHO, E. J. M.; SILVA, A. R.; GUIMARÃES, I. V. P.; SOUZA, P. I. A. Matéria orgânica e atributos físico-hídricos de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 147 – 164, 2018.

NOGUEIRA, M. S.; MATIAS, S. S. R.; LANDIM, J. S. P.; BARROS, B. A. A. Atributos químicos, físicos e suscetibilidade magnética e sua probabilidade de ocorrência em solo do cerrado piauiense em área de pastagem nativa. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, 21(11), 19421–19440. 2023.

NUNES, H. B.; KATO, E.; SÁ, M. A. C.; ROSA, V. A. Influência da temperatura sobre a agregação do solo avaliada por dois métodos. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 496-507, abr./jun. 2019.

OLIVEIRA, A. C.; PESSOA, L. G. M.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, E. C. A. NETO, D. E. S.; SOUZA, W. L. S. **Solos Sustentáveis para a Agricultura no Nordeste** - EMBRAPA. Parte IV. Cap 1. p. 450. 2021.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; FEITOSA, R. M.; FEITOSA, B. F. Composição nutricional de geleias de umbu-cajá durante estocagem em temperatura ambiente. **Original Article • Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 21, e2018033, 2018.

OLIVEIRA, J. W. A.; SOARES, U. G.; ROCHA, A. P. S. Estudo da viabilidade econômica e ambiental da implementação de sistemas agroflorestais. **Revista Contemporânea**, 3(11), 22610–22630. 2023.

RAMOS, H. M. M.; DUARTE, J. F. B. SIMPLICIO, A. A. F.; OLIVEIRA, I. M. C.; FEITOSA, D. L. Atributos físico-hídricos de um neossolo quartzarênico sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada; Fortaleza**, Vol. 14, Ed. 2. 2020.

PAES, É. de C. **Impactos de sistemas de uso e manejo em latossolo amarelo coeso do recôncavo da Bahia**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2018. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6415699](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6415699). Acesso em 12 jan. 2025.

REDIN, M.; GIACOMINI, S. J.; FERREIRA, P. A. A.; ECKHARDI, D. P. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. Cap I, p. 7-22. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2016.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. UFV, Viçosa, MG, 1999.

RIBEIRO, L. S. **Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em latossolo amarelo distrocoeso sob diferentes manejos**.

Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Federal do Piauí. 2018.

RIBEIRO, M. R. Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos Tabuleiros Costeiros. In: **Workshop Coesão Em Solos Dos Tabuleiros Costeiros, Aracaju**, p. 161-168, 2001.

RIBEIRO, G. F. Processamento do Eucalipto: uma análise da produção de madeira serrada e do óleo essencial. **V ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL**. 2022.

SALOMÃO, P. E.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A.; MARTNS, A. C. E. The Importance of Straw No -Tillage System for Soil Restructuring and Organic Matter Restoration. **Revista Research, Society and Development**, v. 9, n.1,e154911870, 2020.

SANTANA, A. N.; VERDE, D. S. V.; SILVA, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; SILVA, L. S. P.; SANTOS, L. S.; DANTAS, A. C. V. L. Fruteira-pão: estado da arte na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais**, v.17, n.6, p. 01-26, 2024.

SALES, R. P.; PORTUGAL, R. F.; MOREIRA, J. A. A.; KONDO, M. K.; PEGORARO, R. F. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 429-438, jul-set, 2016.

SANTANA JUNIOR, J. J. **Resposta da produtividade do cultivo de eucalipto em diferentes sistemas de manejo do solo e seus efeitos nos atributos físicos**. Programa de Pós-graduação em solos e qualidade de ecossistemas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Dissertação de Mestrado. 2021. Disponível em: [https://www1.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_-\\_PPGSQE\\_-\\_PPGCAG\\_-\\_Juraci\\_Jesus\\_de\\_Santana\\_Junior.pdf](https://www1.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O_-_PPGSQE_-_PPGCAG_-_Juraci_Jesus_de_Santana_Junior.pdf). Acesso em 16 out. 2024.

SANTOS, Davi Ney. **UTILIZAÇÃO DE SOLOS COM PASTAGEM: PROBLEMA OU SOLUÇÃO?** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2021. Disponível em: [https://www1.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_-\\_PPGSQE\\_-\\_PPGCAG\\_-\\_Davi\\_Ney\\_Santos.pdf](https://www1.ufrb.edu.br/pgcienciasagrarias/images/DISSERTA%C3%87%C3%83O_-_PPGSQE_-_PPGCAG_-_Davi_Ney_Santos.pdf). Acesso em 11 out. 2024.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, E. B.; SOUZA, L. S.; SILVEIRA, F. G. F.; LEITE, E. S.; SILVA, E. F. Balanço de água em solos coesos de tabuleiros costeiros sob eucalipto, pastagem e mata nativa. **Revista Irriga**, v. 26, n. 4, p. 838-852, 2021.

SANTOS, R. P. **Caracterização de solos coesos com diferentes cores em tabuleiro costeiro do litoral norte da Bahia**. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Dissertação de Doutorado. 2015. Disponível em: [https://ri.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/2747/1/Caracterizacao\\_Solos\\_Coesos\\_Tese\\_2015.pdf](https://ri.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/2747/1/Caracterizacao_Solos_Coesos_Tese_2015.pdf). Acesso em 18 jan. 2025.

SANTOS, E. B. et al. Balanço de água em solos coesos de tabuleiros costeiros sob eucalipto, pastagem e mata nativa. **Revista Irriga**, v. 26, n. 4, p. 838-852, 2021.

SILVA, M. O.; VELOSO, C. L.; NASCIMENTO, D. L.; OLIVEIRA, J.; PEREIRA, D. F.; COSTA, K. D. S. Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo / Chemical and physical indicators of soil quality. **Brazilian Journal of Development**, 6(7), 47838–47855. 2020.

SILVA, A. G.; ASSIS, R.; OLIVEIRA, C. A. A.; FERREIRA, C. J. B. Variabilidade dos atributos físicos do solo e dinâmica da palhada em sistema integração lavoura-pecuária no cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.18, n.3, p. 429-440, 2019.

SILVEIRA, D. de C.; FILHO, J. F. M.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:659-667, 2010.

SCHOSSLER, T. R.; SANTOS, I. L.; ALENCAR, V. S.; SANTOS, G. G.; ANDRADE, F. R.; MARCHÃO, R. L. Estabilidade e atributos físicos de Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado piauiense. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Florianópolis, SC. 2013.

SCHULTZ, N.; JUNIOR, C. R. P.; RODRIGUES, G. C. S.; SILVA, E. Produção de couve-flor em sistema plantio direto e convencional com aveia preta como planta de cobertura do solo. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 5, p.30107-30122. 2020.

SOUZA, J. L. M.; FEZER, K. F.; GURSKI, B. C.; JERSZURKI, D.; PACHECHENIK, P. E.; EVANGELISTA, A. W. P. Atributos físicos e balanço hídrico do solo com floresta ombrófila mista, em latossolo vermelho-amarelo, em telêmaco borba - PR. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 90-101, jan.- mar., 2018.

SOUZA, C. P. F. **Atributos físicos de um latossolo amarelo sob uso de diferentes gramíneas na região dos tabuleiros costeiros da Bahia**. Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2023. Disponível em: [https://ri.ufrb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3393/1/Atributos\\_Fisicos\\_Latossolo\\_TCC\\_2023.pdf](https://ri.ufrb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3393/1/Atributos_Fisicos_Latossolo_TCC_2023.pdf). Acesso em 03 fev. 2025.

SOUZA, F. X., PORTO FILHO, F. Q., and MENDES, N. V. B. Umbucajazeira: descrição e técnicas de cultivo. Mossoró: **Editora Universitária da UFERSA**, 2020, 103 p. ISBN: 978-65-87108-02-5.

CSOARES, M. D. R. **Atributos do solo em terras pretas arqueológicas sob diferentes usos**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP : [s.n.], 2018. Disponível em: [file:///G:/Meu%20Drive/6-%20EQUIPE/MICHELLE/soares\\_marcelodayronrodrigues\\_d.pdf](file:///G:/Meu%20Drive/6-%20EQUIPE/MICHELLE/soares_marcelodayronrodrigues_d.pdf). Acesso em 06 jan. 2025.

SCHOENFELD, R. **Sistemas de rotação arroz e soja em sucessão a plantas de cobertura em Planossolo Háplico**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 58 f., 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/30190>. Acesso em 20 fev. 2025.

Setzer, J. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Ed. **Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí**. 61p. São Paulo, SP. 1966.

STIEBLER, L. P. P. de M. **Indicadores da saúde do solo na eficiência de sistemas agroflorestais visando a restauração ambiental**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos,

Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitiba, 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/261268/PEAN0056-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em 12 fev. 2025.

STEFFEN, G. P. K. MALDANER, J.; STEFFEN, R.; SALDANHA, C. Trichoderma asperelloides promove crescimento inicial em mudas de corymbia citriodora. **Revista ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16 n.29; p. 1699 2019.

TEIXEIRA, P. C. DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Análises físicas; Análises químicas; Análises da matéria orgânica; Análises mineralógicas; Análises micromorfológicas**. Embrapa. 2017.

TORMENA, C. A.; SÁ, J. C. M.; FIGUEIREDO, G. C.; SEVERIANO, E. C.; GUIMARÃES, R. M. L.; LIMA, R. P. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Cap 3. p. 85-123. Embrapa, 2023.

VASCONCELOS, R. F. B.; SOUZA, E. R.; CANTALICE, J. R. B.; SILVA, L. S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** Campina Grande, PB, v.18, n.4, p.381–386, 2014.

VANEGAS, J. J. C.; ZAMBRANO, K. B. M.; TORRES, L. M. A. Effect of ecological and conventional managements on soil enzymatic activities in coffee agroecosystems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 4, p. 420-428, Oct./Dec. 2018.

VIEIRA, J. M. **Fatores físicos e agentes químicos envolvidos na Gênese de Solos com caráter coeso**. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/60465>. Acesso em 23 nov. 2024.

ZAGATTO, M. R. G. **Mesofauna edáfica em plantios puros e mistos de Eucalyptus grandis e Acácia mangium**. Tese de doutorado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2018.

TEODORO, M. S.; ARAÚJO, F. S.; BARROSO, R. J.; FREITAS, L. O. Efeito residual de coberturas em pré-plantio no cultivo da mandioca em LATOSSOLO AMARELO Distrófico no Piauí. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 14, n. 52, p.213-222, 2021.