



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – *CAMPUS IX***  
**COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**APORTE DE PALHADA E RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO  
EM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURA EM LATOSSOLO  
VERMELHO AMARELO NO OESTE DA BAHIA**

**DIEGO JESUS OLIVEIRA**

BARREIRAS – BA

2025

**DIEGO JESUS OLIVEIRA**

**APORTE DE PALHADA E RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO  
EM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURA EM LATOSSOLO  
VERMELHO AMARELO NO OESTE DA BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade do Estado da Bahia – UNEB no Departamento de Ciências Humanas – *Campus IX*.

Orientador: DSc. Tadeu Cavalcante Reis

BARREIRAS – BA

2025

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CAMPUS IX**  
**COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**APORTE DE PALHADA E RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO  
EM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURA EM LATOSSOLO  
VERMELHO AMARELO NO OESTE DA BAHIA**

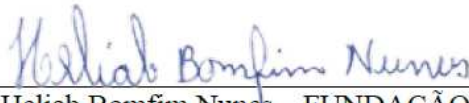
**AUTOR: DIEGO JESUS OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: Prof. DSc. TADEU CAVALCANTE REIS**

Banca Examinadora:



Prof. DSc. Tadeu Cavalcante Reis – UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
(orientador)



DSc. Heliab Bomfim Nunes – FUNDAÇÃO BAHIA



Documento assinado digitalmente  
**DANIELA ROSSATO STEFANELO**  
Data: 04/08/2025 10:03:07-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. DSc. Daniela Rossato Stefanelo – UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
(UNEB)

Data de realização 18/07/2025

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família, meu alicerce. Sem o amor, apoio e fé de vocês essa caminhada não teria sido possível.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e à minha Nossa Senhora Aparecida, por terem me guiado, protegido e sustentado até aqui. Sem a fé que me move e sem a proteção divina, eu não estaria realizando este grande sonho.

Agradeço com todo meu coração à minha família, especialmente aos meus pais, Dilson Silva Oliveira e Maria Luiza Melo de Jesus, pelo amor, pelo exemplo de luta e pelo apoio incondicional em cada etapa da minha vida. A vocês, toda a minha gratidão. À minha irmã Rafaela Jesus, que foi uma das maiores incentivadoras a conquistar os meus objetivos.

Aos meus amigos que me apoiaram direta ou indiretamente na construção deste trabalho, meu muito obrigado. Em especial, aos amigos Kaique e Letícia Oliveira, que estiveram comigo nas coletas de dados em campo; aos amigos Levi Silva, Pedro Menezes e Poliana Silva, por tantas vezes me ajudarem a encontrar soluções quando tudo parecia mais difícil. Cada gesto, palavra e ajuda fez toda diferença.

Ao meu orientador, Prof. Tadeu Cavalcante Reis, por aceitar a me orientar durante a execução deste trabalho.

Um agradecimento especial ao grande profissional e ser humano Heliab Bomfim Nunes. Sua generosidade, competência e disposição em ajudar foram essenciais. Obrigado por acreditar no meu trabalho, por me apoiar nos momentos mais desafiadores e por ceder a área da Fundação Bahia para a realização do experimento. Seu exemplo e apoio foram fundamentais para que tudo isso se tornasse realidade. Este trabalho é reflexo da sua contribuição.

Agradeço a todo corpo docente do curso de Engenharia agrônômica da UNEB, por compartilharem seus conhecimentos, experiências e dedicação ao longo dessa caminhada. Cada aula, conselho e desafio proposto contribuiu para minha formação profissional e pessoal.

Agradeço também a instituição Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e a todos os seus colaboradores, pelo acolhimento, pela estrutura oferecida e por serem parte desse processo de formação que levarei para a vida toda.

Finalizo este ciclo com o coração cheio de gratidão e emoção, sabendo que tudo valeu a pena.

OLIVEIRA. Diego Jesus; **Aporte de palhada e resistência do solo à penetração em sistemas de rotação de cultura em Latossolo Vermelho Amarelo no Oeste da Bahia.** 34 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Barreiras, 2025.

## RESUMO

As práticas conservacionistas na produção agrícola dependem diretamente do manejo adequado das culturas e da manutenção das suas propriedades físicas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do aporte de palhada e da resistência do solo à penetração em diferentes sistemas de rotação de culturas em Latossolo Vermelho-Amarelo no Oeste da Bahia, visando a melhoria das propriedades físicas do solo e a sustentabilidade da produção agrícola. O experimento foi conduzido no campo experimental da Fundação Bahia, em Luís Eduardo Magalhães – BA, utilizando delineamento em blocos ao acaso com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos incluíram sistemas convencionais e de rotação de culturas, com histórico de consórcios envolvendo milho, braquiária, crotalária, soja e algodão. O aporte de palhada foi quantificado por coleta direta e secagem do material vegetal, enquanto a resistência do solo à penetração foi avaliada com penetrômetro digital até 60 cm de profundidade. Os resultados demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos para ambas as variáveis. O maior aporte de palhada foi observado nos tratamentos que envolveram soja consorciada com crotalária e milho com braquiária, evidenciando o papel dessas espécies na cobertura do solo e ciclagem de nutrientes. Em contrapartida, os sistemas convencionais de monocultivo apresentaram os menores valores de palhada, indicando menor sustentabilidade física do solo. Em relação à resistência do solo à penetração, os sistemas sob plantio direto com consórcios apresentaram os maiores valores, o que não necessariamente reflete compactação prejudicial, mas sim uma estrutura mais firme e estável, com preservação dos macroporos. A análise integrada dos dados revela que a diversificação de culturas, especialmente com o uso de plantas de cobertura e consórcios, associada ao plantio direto, promove melhorias na estrutura do solo, aumenta a infiltração e retenção de água e reduz a compactação superficial. Conclui-se que os sistemas de rotação com crotalária e braquiária são estratégias eficientes para o manejo físico do solo em Latossolo Vermelho-Amarelo, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura no Oeste baiano.

**Palavras-chave:** Compactação do solo. Plantio direto. Rotação de culturas.

OLIVEIRA, Diego Jesus. **Straw input and soil penetration resistance in crop rotation systems in Yellow-Red Latosol in Western Bahia.** 34 p. Undergraduate thesis (Bachelor's Degree in Agronomic Engineering) – State University of Bahia – UNEB, Barreiras, 2025.

## ABSTRACT

Conservation practices in agricultural production depend directly on proper crop management and the maintenance of soil physical properties. This study aimed to evaluate the effect of straw input and soil penetration resistance under different crop rotation systems in Yellow-Red Latosol in Western Bahia, focusing on improving soil physical properties and promoting sustainable agricultural production. The experiment was conducted at the experimental field of Fundação Bahia, in Luís Eduardo Magalhães – BA, using a randomized block design with ten treatments and four replications. Treatments included conventional systems and crop rotations, with a history of intercropping involving maize, brachiaria, crotalaria, soybean, and cotton. Straw input was quantified by direct collection and oven-drying of plant residues, while soil penetration resistance was measured using a digital penetrometer down to a depth of 60 cm. Results showed significant differences among treatments for both variables. The highest straw inputs were observed in treatments with soybean intercropped with crotalaria and maize with brachiaria, highlighting the contribution of these species to soil cover and nutrient cycling. In contrast, conventional monoculture systems showed the lowest straw values, indicating lower physical sustainability. Regarding soil penetration resistance, direct planting systems with intercropping showed the highest values, which do not necessarily indicate harmful compaction but rather a firmer and more stable structure with preserved macropores. The integrated data analysis reveals that crop diversification—especially with cover crops and intercropping—combined with no-till systems improves soil structure, increases water infiltration and retention, and reduces surface compaction. It is concluded that rotation systems with crotalaria and brachiaria are effective strategies for managing soil physical quality in Yellow-Red Latosols, contributing to sustainable agriculture in Western Bahia.

**Keywords:** Crop rotation. No-tillage. Soil compaction.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Tratamentos em diferentes rotações de cultura e sistema convencional entre as safras 2019/2020 e 2023/2024, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025. ....	20
<b>Figura 2</b> - Quadro amostral utilizado para a coleta de palhada na área experimental, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.....	22
<b>Figura 3</b> - Saco de carvão vegetal utilizado para o acondicionamento das amostras de palhada das parcelas experimentais, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.....	23
<b>Figura 4</b> - Estufa utilizada para a secagem do material vegetal a 70° C, Barreiras/BA, 2025. ....	23
<b>Figura 5</b> - Avaliação da resistência do solo à penetração com penetrômetro digital, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.....	24
<b>Figura 6</b> - Valores do aporte de palhada (kg/ha) em diferentes sistemas de manejo avaliados na safra 2023/2024, na área experimental da Fundação Bahia, em Luís Eduardo Magalhães – BA.....	27
<b>Figura 7</b> - Resistência do solo à penetração (kPa) em diferentes tratamentos de manejo agrícola avaliados na safra 2023/2024, na área experimental localizada na Fundação Bahia em Luís Eduardo Magalhães – BA.....	29

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Médias do aporte de palhada (kg/ha) em diferentes sistemas de manejo avaliados na safra 2023/2024, com grupos estatísticos determinados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.....	25
<b>Tabela 2</b> - Médias da resistência do solo à penetração por tratamento, com agrupamento estatístico. ....	28

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Qualidade do solo e sua influência na produção agrícola.....	13
2.2 Compactação do solo e resistência à penetração.....	13
2.3 Importância do aporte de palhada para o solo.....	14
2.4 Rotação de culturas como estratégia para manejo do solo.....	15
2.5 Características do Latossolo Vermelho-Amarelo no Oeste da Bahia.....	16
2.6 Plantio direto e manejo conservacionistas.....	17
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 Caracterização da área experimental.....	19
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.3 Implantação do experimento.....	20
3.4 Características avaliadas.....	22
3.4.1 Aporte de palhada.....	22
3.4.2 Resistência do solo a penetração.....	23
3.5 Análise estatística.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Avaliação aporte de palhada.....	25
4.2 Avaliação resistência a penetração do solo.....	27
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade do solo é um fator determinante para a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas de produção. A rotação de culturas associada ao aporte de palhada tem sido amplamente utilizada para melhorar as propriedades físicas do solo, reduzindo a compactação e aumentando a infiltração e retenção de água. Entre os principais desafios do manejo do solo em regiões tropicais, destaca-se a resistência do solo à penetração, um indicador crucial para avaliar a compactação e a estrutura do solo, impactando diretamente o desenvolvimento radicular e o rendimento das culturas (Bengough *et al.*, 2011).

Diversos estudos apontam que o sistema de rotação de culturas e o uso de cobertura vegetal promovem benefícios significativos na melhoria das propriedades físicas do solo. De acordo com Souza *et al.* (2020), a utilização de palhada reduz a compactação superficial e favorece a porosidade do solo, contribuindo para a melhor infiltração da água.

No Brasil, o plantio direto tem sido amplamente adotado como uma estratégia eficiente para a conservação do solo, especialmente em regiões de Latossolos Vermelhos-Amarelos, que apresentam alta susceptibilidade à compactação devido às suas características físicas e químicas (Santos *et al.*, 2015). Na Bahia, a expansão da agricultura em regiões de cerrado tem exigido estratégias de manejo sustentável do solo, e a implementação de sistemas de rotação com culturas como milho, braquiária e crotalária tem sido fundamental para reduzir a compactação e aumentar a produtividade agrícola (Cunha *et al.*, 2018).

No Oeste da Bahia, região de grande expansão agrícola, a adoção de sistemas de manejo conservacionistas é essencial para garantir a sustentabilidade da produção. Estudos realizados na região indicam que o uso de palhada e a diversificação de culturas impactam positivamente a estrutura do solo, reduzindo a resistência à penetração e melhorando as condições para o crescimento das raízes (Silva *et al.*, 2021).

A sustentabilidade da produção agrícola no Oeste da Bahia depende da adoção de práticas de manejo que preservem a qualidade do solo, especialmente em áreas cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo, um solo naturalmente profundo, porém suscetível à compactação e degradação estrutural. A compactação do solo reduz a infiltração de água, restringe o crescimento radicular e compromete a produtividade das culturas, tornando essencial o estudo de estratégias que minimizem esses impactos. Dentre essas estratégias, o aporte de palhada oriundo da rotação de culturas surge como uma alternativa eficiente para melhorar a resistência

mecânica do solo, promover a conservação da umidade e favorecer a ciclagem de nutrientes. No entanto, ainda há lacuna no entendimento sobre o efeito específico do aporte de palhada na resistência do solo à penetração em sistemas de rotação de culturas no contexto do Oeste da Bahia, onde condições edafoclimáticas particulares podem influenciar a dinâmica dos processos físicos e biológicos do solo.

Assim, este estudo busca contribuir para o aprimoramento do manejo do solo na região, fornecendo informações técnicas que auxiliem produtores e pesquisadores na tomada de decisão quanto à escolha de sistemas de rotação que maximizem a produtividade agrícola sem comprometer a qualidade estrutural do solo. Além disso, a pesquisa pode subsidiar recomendações para práticas agrícolas mais sustentáveis, visando maior eficiência produtiva e conservação dos recursos naturais.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o aporte de palhada e resistência do solo à penetração em sistemas de rotação de culturas em Latossolo Vermelho-Amarelo no Oeste da Bahia, visando a melhoria das propriedades físicas do solo e a contribuição da produção agrícola.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Qualidade do solo e sua influência na produção agrícola

A qualidade do solo é essencial para a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas de produção. Fatores físicos, químicos e biológicos interagem para garantir a fertilidade do solo, enquanto práticas inadequadas podem comprometer sua qualidade e reduzir a produção (Campos *et al.*, 2020).

Qualidade física: refere-se à estrutura, porosidade e retenção de água. A compactação reduz a infiltração de água e afeta negativamente o crescimento radicular (Ferreira *et al.* 2019).

Qualidade química: relacionada à disponibilidade de nutrientes e ao pH adequado. O uso excessivo de fertilizantes pode causar acidificação e salinização do solo (Souza *et al.*, 2020).

Qualidade biológica: determinada pela atividade microbiana e fauna edáfica, fundamentais na ciclagem de nutrientes. O uso excessivo de agroquímicos reduz essa biodiversidade (Carvalho *et al.*, 2019).

Solos saudáveis promovem maior produtividade e resiliência a estresses ambientais, reduzindo a dependência de insumos externos (Pires *et al.*, 2022). A adoção de práticas conservacionistas, como plantio direto e rotação de culturas, contribui para a manutenção da fertilidade (Nascimento *et al.*, 2023).

### 2.2 Compactação do solo e resistência à penetração

A compactação do solo é um processo que ocorre quando as partículas do solo são pressionadas umas contra as outras, diminuindo os espaços porosos e afetando propriedades essenciais para o desenvolvimento das plantas, como a infiltração de água, a aeração e o crescimento radicular. Esse fenômeno é frequentemente intensificado pelo tráfego de máquinas agrícolas, e pelo manejo inadequado, resultando na formação de camadas compactadas (Ferreira *et. al*, 2021). A compactação excessiva pode comprometer a produtividade agrícola ao restringir a absorção de água e nutrientes pelas plantas, afetando seu crescimento e desenvolvimento (Silva *et. al*, 2020).

A resistência do solo à penetração é um indicador crucial da compactação, sendo avaliada por meio de penetrômetros, que medem a força necessária para a penetração no solo. Pesquisas demonstram que a resistência à penetração aumenta significativamente com o número de passadas de tratores, tornando essencial o manejo adequado do tráfego de máquinas agrícolas para minimizar os impactos da compactação (Nascimento *et. al*, 2022).

A compactação influencia diretamente a infiltração de água no solo, reduzindo sua capacidade de armazenamento hídrico e aumentando o escoamento superficial, o que potencializa processos erosivos e degradação ambiental (Almeida *et. al*, 2020). Além disso, solos compactados apresentam menor atividade biológica, impactando negativamente os processos de ciclagem de nutriente e a qualidade do solo a longo prazo (Silva *et. al*, 2020).

Para mitigar os efeitos da compactação, práticas conservacionistas devem ser adotadas, como a diversificação de culturas, o uso de plantas de coberturas e a redução da pressão exercida por máquinas agrícolas (Nascimento *et. al*, 2022). O plantio direto bem manejado e o uso de rotação de culturas ajudam a manter a estrutura do solo, evitando sua compactação excessiva e garantindo um ambiente mais propício para o desenvolvimento das plantas (Santos *et. al*, 2021).

### **2.3 Importância do aporte de palhada para o solo**

O aporte de palhada ao solo é uma prática essencial para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, promovendo benefícios físicos, químicos e biológicos que contribuem para a conservação e melhoria da fertilidade do solo. A palhada, formada pelos restos culturais das plantas após a colheita, desempenha um papel crucial na proteção, desempenha um papel crucial na proteção da superfície do solo contra a erosão e no aumento da infiltração de água, reduzindo o escoamento superficial e a lixiviação de nutrientes (Ferreira *et. al*, 2021).

Além disso, o aporte de resíduos vegetais influencia a estrutura do solo, promovendo maior agregação das partículas e melhorando sua capacidade de retenção de umidade, o que favorece o crescimento das plantas e reduz a necessidade de irrigação (Silva *et. al*, 2020).

Do ponto de vista físico, a presença de palhada na superfície do solo melhora sua estrutura ao aumentar a porosidade e a infiltração de água, reduzindo o escoamento superficial e a compactação, fatores determinantes para a produtividade agrícola (Mendonça *et. al*, 2019).

A cobertura vegetal também atua na retenção da umidade, impedindo a evaporação e favorecendo o armazenamento de água no perfil do solo, o que pode ser essencial em regiões de baixa pluviosidade (Pires *et. al*, 2022). Essa melhoria nas condições hídricas permite maior desenvolvimento radicular e maior resistência das plantas a períodos de estiagem, resultando em aumento da produtividade agrícola a longo prazo (Carvalho *et. al*, 2021).

Quimicamente, a palhada desempenha um papel relevante na ciclagem de nutrientes ao se decompor e liberar elementos essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio, fundamentais para o crescimento das plantas (Souza *et. al*, 2020). Esse processo reduz a necessidade de fertilização química, diminuindo os custos de produção e mitigando os impactos ambientais associados ao uso excessivo de adubos sintéticos (Nascimento *et. al*, 2023). Além disso, a inclusão da matéria orgânica oriunda da palhada aumenta os teores de carbono no solo, melhorando sua capacidade de troca de cátions (CTC) e promovendo maior disponibilidade de nutrientes para as culturas subsequentes (Oliveira *et. al*, 2021).

Biologicamente, o aporte de palhada estimula a atividade de microrganismos benéficos, como fungos e bactérias, que atuam na preservação da matéria orgânica e na disponibilização de nutrientes para as plantas (Pires *et. al*, 2022). A presença de resíduos vegetais no solo também favorece a biodiversidade do sistema, promovendo um ambiente propício para minhocas e outros organismos edificados que diminuem para a aeração e estruturação do solo (Carvalho *et. al*, 2021). Esse equilíbrio biológico é fundamental para manter um solo saudável e produtivo a longo prazo, minimizando a necessidade de intervenções químicas e promovendo um manejo agrícola mais sustentável (Nascimento *et. al*, 2023).

## **2.4 Rotação de culturas como estratégia para manejo do solo**

A rotação de culturas é uma prática agrícola essencial para a manutenção da fertilidade do solo, sendo amplamente utilizada em sistemas sustentáveis de produção. Essa técnica consiste na alternância de diferentes espécies vegetais em uma mesma área ao longo das safras, visando reduzir a exaustão do solo, minimizar o aparecimento de pragas e doenças, e melhorar a estrutura do solo (Ferreira *et. al*, 2021). Diferente do monocultivo, que promove o esgotamento de nutrientes específicos e facilita a proliferação de patógenos adaptados a uma única cultura, a rotação proporciona maior equilíbrio no ambiente edáfico, favorecendo a produtividade a longo prazo (Silva *et. al*, 2020).

Um dos principais benefícios da rotação de culturas está relacionado à melhoria das propriedades físicas do solo. Além disso, a alternância de culturas reduz a formação de camadas compactadas, melhorando a aeração e o desenvolvimento radicular das plantas subsequentes (Pires *et. al*, 2022).

Do ponto de vista químico, a rotação de culturas auxilia na manutenção da fertilidade do solo ao favorecer a ciclagem de nutrientes. Leguminosas, como a soja e o feijão, são capazes de fixar nitrogênio atmosférico, reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada na cultura subsequente (Carvalho *et. al*, 2021). Além disso, espécies com alta produção de biomassa, como o milho e a crotalária contribuem para o aumento do teor de matéria orgânica do solo, melhorando sua capacidade de retenção de nutrientes e reduzindo a lixiviação de elementos essenciais (Souza *et. al*, 2020).

A rotação de culturas também desempenha um papel fundamental no controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Quando uma mesma cultura é cultivada continuamente, os organismos fitopatogênicos encontram condições ideais para se proliferarem, tornando o uso de defensivos agrícolas mais intenso (Nascimento, *et. al*, 2023). Já em sistemas com rotação, há uma quebra no ciclo de vida de muitos patógenos e pragas, reduzindo naturalmente sua incidência (Oliveira *et. al*, 2021).

Diante dos inúmeros benefícios da rotação de culturas para o manejo do solo, sua adoção deve ser incentivada em sistemas agrícolas sustentáveis. A escolha das espécies a serem alternadas deve considerar fatores como demanda nutricional, desenvolvimento radicular e potencial de cobertura do solo, garantindo que o sistema seja eficiente e produtivo. A implementação dessa prática, aliada a outras técnicas conservacionistas, como o plantio direto e o uso de adubos verdes, contribui para a melhoria da qualidade do solo e a sustentabilidade da agricultura a longo prazo (Pereira, *et. al*, 2022).

## **2.5 Características do Latossolo Vermelho-Amarelo no Oeste da Bahia**

Os Latossolos Vermelhos-Amarelos (LVA) são solos altamente intemperizados, característicos das regiões tropicais, e possuem grande importância para a agricultura no Oeste da Bahia. Esses solos apresentam textura variando de média a argilosa, baixa fertilidade natural e elevada acidez, o que exige correções químicas para viabilizar a produção agrícola (Oliveira *et. al*, 2021). Além disso, são solos profundos, bem drenados e possuem boa estabilidade

estrutural, fatores que favorecem o desenvolvimento das raízes das culturas quando manejados corretamente (Santos *et. al*, 2020).

Uma das principais características do LVA no Oeste da Bahia é a baixa capacidade de retenção de nutrientes, devido à predominância de minerais de baixa atividade, como caulinita e óxidos de ferro e alumínio (Silva *et. al*, 2019). Esse fator está relacionado à intensa lixiviação dos nutrientes ao longo do perfil do solo, o que exige a adoção de estratégias de manejo adequadas, como a calagem e a adubação balanceada, para suprir as deficiências nutricionais (Carvalho *et. al*, 2022). A aplicação de corretivos agrícolas, como calcário e gesso agrícola, é essencial para melhorar a disponibilidade de cálcio e magnésio e reduzir os efeitos tóxicos do alumínio, que pode inibir o crescimento radicular das plantas (Mendonça *et. al*, 2021).

A estrutura física do LVA é bastante estável, o que contribui para uma boa infiltração de água e reduz os riscos de erosão quando há cobertura vegetal adequada (Lima *et. al*, 2020). No entanto, devido à sua baixa coesão em algumas camadas, esses solos podem apresentar risco de compactação quando submetidos a tráfego intenso de máquinas agrícolas, reduzindo a porosidade e dificultando o crescimento radicular (Souza *et. al*, 2019). Para minimizar esse impacto, recomenda-se a adoção de sistemas de manejo conservacionistas, como o plantio direto e a rotação de culturas com plantas que promovam a reciclagem de nutrientes e a melhoria da estrutura do solo (Fernandes *et. al*, 2023).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos também possuem variações químicas que influenciam diretamente a produtividade agrícola. No Oeste da Bahia, a fertilidade natural desses solos é geralmente baixa, exigindo o uso contínuo de fertilizantes para suprir as necessidades das culturas (Pereira *et. al*, 2022). No entanto, quando manejados corretamente, esses solos apresentam grande potencial produtivo, sendo amplamente utilizados para o cultivo de soja, milho, algodão e pastagens. A adoção de práticas como a adubação verde e o uso de resíduos orgânicos pode melhorar a matéria orgânica do solo e aumentar sua capacidade de retenção de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Ribeiro *et. al*, 2021).

## **2.6 Plantio direto e manejo conservacionistas**

O plantio direto é uma das principais estratégias de manejo conservacionistas do solo, sendo amplamente adotado no Brasil para minimizar os impactos da degradação e

umentar a sustentabilidade da produção agrícola. Esse sistema é caracterizado pela ausência de revolvimento do solo, pela manutenção da palhada na superfície e pela rotação de culturas, proporcionando benefícios como a redução da erosão, melhoria da estrutura do solo e maior retenção de umidade (Ferreira *et. al*, 2021). Ao longo das últimas décadas, o plantio direto tem sido fundamental para garantir a conservação do solo e da água, especialmente em regiões suscetíveis à degradação, como o cerrado brasileiro (Silva *et. al*, 2020).

Um dos principais benefícios do plantio direto está na melhoria das propriedades físicas do solo. A cobertura permanente com palhada reduz o impacto das gotas de chuva, minimizando a compactação superficial e favorecendo a infiltração de água, o que diminui significativamente o escoamento superficial e a erosão hídrica (Carvalho *et. al*, 2021). Além disso, a ausência de revolvimento preserva a estrutura do solo, permitindo o desenvolvimento de poros contínuos que melhoram a aeração e facilitam o crescimento radicular. Essa prática também contribui para o aumento da matéria orgânica e a estabilidade dos agregados, fatores essenciais para manter a fertilidade e a resiliência do solo a estresses climáticos (Souza *et. al*, 2020).

O manejo conservacionista no plantio direto envolve a adoção de técnicas que promovam a sustentabilidade do sistema, como a rotação e diversificação de culturas. A alternância de espécies vegetais no campo ajuda a equilibrar a extração e reposição de nutrientes no solo, além de reduzir a incidência de pragas e doenças, diminuindo a necessidade do uso de defensivos agrícolas (Mendonça *et. al*, 2019). Além disso, o uso de culturas de cobertura, como braquiária e crotalária, melhora a ciclagem de nutrientes e aumenta a biomassa na superfície, garantindo uma camada protetora que favorece a conservação do solo e da umidade (Nascimento *et. al*, 2023).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da área experimental**

O trabalho foi conduzido no campo experimental Centro de Pesquisa e Tecnologia do Oeste da Bahia (CPTO) da Fundação Bahia, localizado no município de Luís Eduardo Magalhães – BA, pertencente a região Oeste. O município está situado nas coordenadas geográficas de 12°05'05" de latitude Sul e 45°48'50" de longitude Oeste, a uma altura média de 720 metros. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante é do tipo Aw, caracterizado como tropical com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão.

A média anual de temperatura é de aproximadamente 25,4°C, com máximas podendo ultrapassar os 34°C nos meses mais quentes e mínimas em torno de 18°C nos meses mais frios. A pluviosidade média anual é de 1.059 mm, concentrando-se principalmente entre os meses de novembro e abril. A umidade relativa do ar apresenta variação significativa ao longo do ano, com valores médios entre 50% e 80%, sendo mais elevada nos meses de maior precipitação.

O solo predominante da região é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média a arenosa, apresentando boa drenagem, porém com baixa capacidade de retenção de nutrientes, o que exige práticas adequadas de manejo e fertilização para o cultivo agrícola (Embrapa, 2020).

#### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

Para a condução do experimento, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, totalizando quarenta parcelas. Os tratamentos avaliados foram compostos por sistemas convencionais (SC) e diferentes rotações de culturas.

Cada bloco foi distribuído com 10 parcelas (uma para cada tratamento), medindo 20 metros de largura por 20 metros de comprimento cada uma, totalizando 400 m<sup>2</sup> por parcela. O espaçamento entre parcelas foi de 5 metros e entre os blocos de 3 metros. A área ocupada pelo experimento foi de aproximadamente 245 metros de comprimento por 89 metros de largura.

Na figura 1, os tratamentos apesar de se repetirem visualmente da safra atual, se diferenciam pelo histórico de cultivo anterior de cada área experimental, ou seja, pelas séries de culturas que foram plantadas nos anos agrícolas anteriores (safras 2019/2020 a 2022/2023). Esse histórico é essencial para avaliar os efeitos acumulativos da rotação de culturas e dois sistemas de manejo ao longo do tempo. A Figura 1 também evidencia a sucessão de culturas que cada tratamento recebeu nas últimas quatro safras. Esses históricos distintos impactam diretamente no aporte de palhada, na fertilidade do solo, no acúmulo de matéria orgânica e na resistência do solo à penetração.

**Figura 1** - Tratamentos em diferentes rotações de cultura e sistema convencional entre as safras 2019/2020 e 2023/2024, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.

Safra 19/20	Safra 20/21	Safra 21/22	Safra 22/23	Safra 23/24
1 Soja	1 Soja	1 Soja	1 Soja	1 Soja
2 Milho	2 Milho	2 Milho	2 Milho	2 Milho
3 Algodão	3 Algodão	3 Algodão	3 Algodão	3 Algodão
4 Milheto*+ Algodão	4 Milheto*+ Algodão	4 Milheto*+ Algodão	4 Milheto* / Algodão	4 Milheto* / Algodão
5 Milho + Braquiária***	5 Soja	5 Milho + Braquiária***	5 Soja / Braq. Ruziz**	5 Milho + Braquiária***
6 Soja + Milheto**	6 Milho + Braquiária***	6 Algodão	6 Soja / Braq. Ruziz**	6 Milho + Braquiária***
7 Milho + Braquiária***	7 Algodão	7 Soja + Crotalária**	7 Milho + Braquiária***	7 Algodão
8 Algodão	8 Soja + Crotalária**	8 Milho + Braquiária***	8 Algodão	8 Soja / Crotalária**
9 Soja + Crotalária**	9 Milho + Crotalária***	9 Algodão	9 Soja / Crotalária**	9 Milho + Braquiária***
10 Algodão	10 Soja + Sorgo**	10 Algodão	10 Soja / Sorgo	10 Algodão

Fonte: Nunes, 2025

O experimento foi caracterizado como um ensaio de longa duração, conduzido desde a safra 2019/2020. Na safra 2023/2024, foi realizada a avaliação referente ao ano agrícola em questão, considerando os efeitos das sucessões culturais implementadas anteriormente nas parcelas experimentais.

Portanto, a diferença entre os tratamentos idênticos na safra atual reside nas combinações anteriores de culturas (diversificação ou monocultivo), refletindo diferentes sistemas de manejo (ex.: sucessão simples, integração com braquiária, uso de plantas de cobertura). Isso permite avaliar os efeitos de médio prazo da rotação de culturas em Latossolo Vermelho-Amarelo da região Oeste da Bahia.

### 3.3 Implantação do experimento

As atividades relacionadas à implantação e condução do experimento tiveram início no ano agrícola de 2012/2013, com o estabelecimento dos primeiros sistemas de cultivo e

estratégias de rotação de culturas em Latossolo Vermelho-Amarelo no Oeste da Bahia. Desde então, os diferentes sistemas vêm sendo mantidos e monitorados continuamente ao longo das safras subsequentes, respeitando a sequência cronológica das janelas agrícolas, com ajustes anuais nas culturas conforme os objetivos experimentais.

Na safra 2023/2024, o experimento completou mais de 10 anos de condução ininterrupta. Especificamente em outubro de 2023, foram realizadas correções da fertilidade do solo com base em análises laboratoriais atualizadas, aplicando-se 2 toneladas por hectare de calcário como parte do manejo pré-plantio, garantindo condições adequadas para o desenvolvimento das culturas naquela safra.

Após essa etapa, procedeu-se ao preparo do solo nas áreas destinadas aos tratamentos convencionais, utilizando-se uma grade aradora para incorporação dos corretivos e mobilização do solo. Para os sistemas conduzidos sob plantio direto, não houve revolvimento do solo, seguindo os princípios desse manejo conservacionistas. Nesses casos, foi realizada apenas a dessecação da cobertura vegetal utilizando herbicidas nas seguintes dosagens: Zap Qi com 3 L/ha; Select com 0,5 L/ha e Assist com 0,5 L/ha.

Em 04 de novembro de 2023, foi efetuada a semeadura da soja cultivar M 8349 IPRO, com densidade de 200 mil plantas por hectare. As sementes foram previamente tratadas com produtos específicos: inseticida (Singular 1 ml  $Kg^{-1}$  semente), fertilizante mineral (Biozyme 5 ml  $Kg^{-1}$  semente) e inoculante biológico (Azospirillum 3 ml  $Kg^{-1}$  semente).

A cultura do milho foi implantada em 02 de dezembro de 2023, utilizando a cultivar NK501 VIP3, com população ajustada para 4,1 plantas por metro linear. As sementes receberam tratamento com inseticidas (Fortenza 1 ml  $Kg^{-1}$  semente, Cruiser 1,2 ml  $Kg^{-1}$  semente, Avicta 1 ml  $Kg^{-1}$ ), além do fungicida (Arvatico 0,3 ml  $Kg^{-1}$  semente) e (Grafite 4 g  $Kg^{-1}$  semente). A adubação potássica com cloreto de potássio foi realizada em duas parcelas, sendo 150 Kg/ha de ureia aos 20 DAE e aos 60 DAE, e 200 Kg/ha de sulfato de amônio aos 40 DAE.

Por fim, o plantio do algodão ocorreu em 14 de dezembro de 2023, com a cultivar FM 985GLTP e uma densidade de cerca 9,1 plantas por metro linear. O tratamento das sementes seguiu o mesmo protocolo utilizado para o milho, com (Fortenza 1 ml  $Kg^{-1}$  semente; Cruiser 1,2  $Kg^{-1}$  semente; Avicta 1ml  $Kg^{-1}$  semente: Arvatico 0,3 ml  $Kg^{-1}$  semente e grafite 4 g  $Kg^{-1}$  semente). A fertilização seguiu o mesmo esquema aplicado ao milho, com cloreto de potássio

(150 Kg/ha aos 25 e 45 DAE), ureia (150 Kg/ha aos 20 e 60 DAE) e sulfato de amônio (200 Kg/ha aos 40 DAE).

### 3.4 Características avaliadas

#### 3.4.1 Aporte de palhada

Para a avaliação do aporte de palhada, foi utilizado um quadro amostral (Figura 2) metálico com dimensões padronizadas de 0,5 m x 0,5 m ( $0,25 m^2$ ). As coletas foram realizadas no final do ciclo das culturas em pontos aleatórios dentro de cada parcela experimental, garantindo representatividade das áreas de estudo. Todo o material vegetal presente sobre o solo dentro da área delimitada pelo quadro foi cuidadosamente recolhido, evitando perda de material.

**Figura 2** - Quadro amostral utilizado para a coleta de palhada na área experimental, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.



Fonte: Próprio autor

A palhada coletada foi acondicionada em sacos de papel tipo carvão vegetal (Figura 3), adequados para o transporte e secagem de amostras vegetais, permitindo a ventilação e evitando a formação de fungos. Em seguida, as amostras foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar, mantida à temperatura constante de 70° C (Figura 4), por um período mínimo de 72 horas, até atingirem peso constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica e seus valores anotados.

**Figura 3** - Saco de carvão vegetal utilizado para o acondicionamento das amostras de palhada das parcelas experimentais, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.



Fonte: Próprio autor

**Figura 4** - Estufa utilizada para a secagem do material vegetal a 70° C, Barreiras/BA, 2025.



Fonte: Próprio autor

Essa metodologia permitiu a quantificação do aporte de resíduos superficiais oriundos das diferentes culturas, fornecendo subsídios para avaliação da cobertura do solo e sua influência nas propriedades físicas.

### **3.4.2 Resistência do solo a penetração**

A resistência do solo à penetração foi determinada com o auxílio de um penetrômetro digital (Figura 5), instrumento comumente utilizado para avaliar a compactação do solo em diferentes profundidades. As leituras foram realizadas em todas as parcelas experimentais, sendo feitas em camadas sucessivas de 10 cm, até a profundidade de 60 cm. O equipamento utilizado permite a medição contínua da resistência mecânica do solo à medida que a haste penetra verticalmente.

**Figura 5** - Avaliação da resistência do solo à penetração com penetrômetro digital, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.



Fonte: Próprio autor

### 3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados por meio do teste F, visando à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação aporte de palhada

O aporte de palhada ao solo é um fator fundamental para a manutenção da cobertura vegetal, proteção contra erosão, melhoria da estrutura física do solo e aumento do teor de matéria orgânica. No presente trabalho, foi avaliado o peso de aporte de palhada em diferentes sistemas de cultivo, com o objetivo de verificar o efeito dos históricos de manejo e da rotação de culturas sobre a produção de biomassa vegetal residual na superfície do solo.

A análise de variância demonstrou diferença estatística entre os tratamentos ( $p < 0,01$ ), indicando que os diferentes sistemas de manejo adotados ao longo dos anos influenciaram significativamente a quantidade de palhada produzida na safra 2023/2024. O coeficiente de variação foi de 34,03%, valor aceitável para experimentos de campo com características agrônômicas variáveis, como é o caso da biomassa vegetal.

Na Tabela 1, são apresentados os valores médios de aporte de palhada por tratamento, seguidos dos agrupamentos estatísticos conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esses dados evidenciam os efeitos dos consórcios, das plantas de cobertura e da sucessão de culturas sobre a geração de resíduos vegetais no solo.

**Tabela 1** - Médias do aporte de palhada (kg/ha) em diferentes sistemas de manejo avaliados na safra 2023/2024, com grupos estatísticos determinados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, Luís Eduardo Magalhães/BA, 2025.

Tratamentos	Aporte de palhada (kg/ha)	Grupos estatísticos (Tukey, 5%)
Soja SC (T1)	122,7	d
Milho SC (T2)	210,71	abc
Algodão SC (T3)	150,53	d
Milheto + Algodão SC (T4)	170,96	ab
Milho + Braquiária (T5)	393,75	bcd
Milho + Braquiária (T6)	335,63	abcd
Algodão (T7)	287,21	abcd
Soja/Crotalaria (T8)	456,36	a
Milho + Braquiária (T9)	339,62	abcd
Algodão (T10)	423,98	cd
CV (%)	34.03	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação. Fonte: elaborado pelo autor.

Verificou-se que os tratamentos com maior aporte de palhada foram Soja/crotalária (T8) com 453,36 kg/ha, seguido por Algodão (T10) e os consórcios milho + braquiária (T5, T6 e T9), com valores superiores a 330 kg/ha. Em contrapartida, os menores valores foram observados nos tratamentos Soja SC (T1), Algodão SC (T3) e Milheto + Algodão SC (T4), cujos aportes ficaram abaixo de 180 kg/ha.

Essa diferença está diretamente relacionada ao histórico de cultivos e à diversidade dos sistemas de produção. Tratamentos que utilizaram plantas de cobertura como a crotalária ou consórcios com braquiária ao longo das safras anteriores apresentaram maior acúmulo de massa vegetal residual. A crotalária, por se uma leguminosa com alta produção de biomassa e fixação biológica de nitrogênio, contribui significativamente para o incremento da matéria seca na superfície do solo (Vilela *et al.*, 2011). Já a braquiária é reconhecida por sua elevada produção de fitomassa e sistema radicular agressivo, o que favorece a cobertura do solo e a ciclagem de nutrientes (Crusciol *et al.*, 2008).

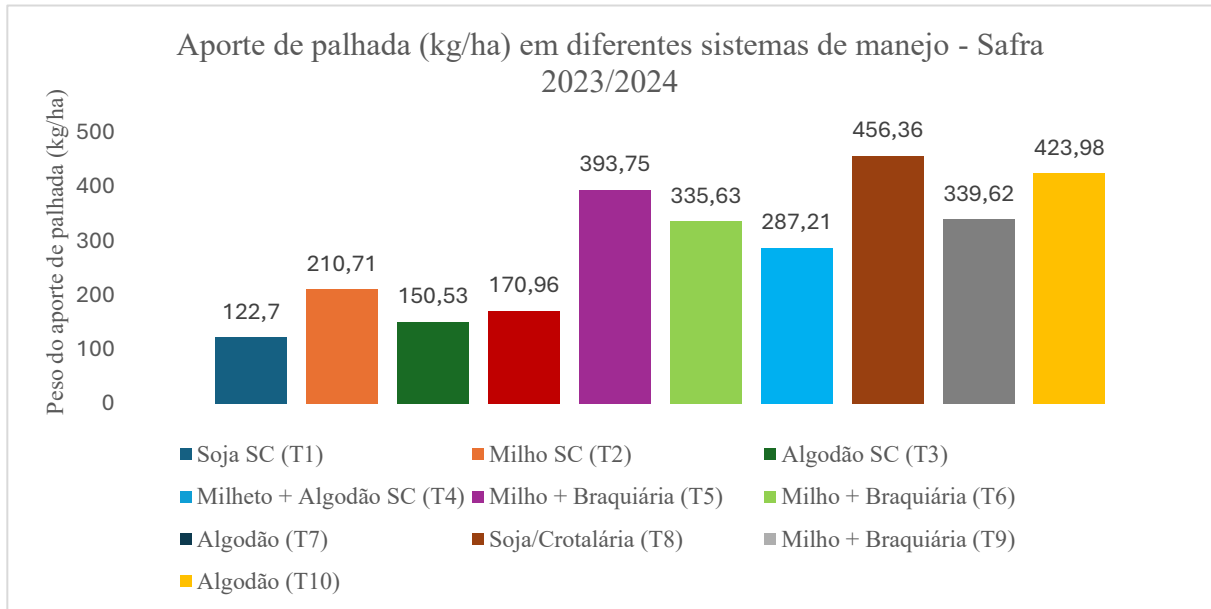
Além disso, os resultados indicam que sistemas de monocultivo convencional, como o da soja contínua sem rotação (T1) e algodão em sucessão simples (T3), comprometem severamente o aporte de palhada, deixando o solo mais exposto à erosão e perda de matéria orgânica, corroborando os achados de Sá *et al.* (2004), que afirmam que sistemas contínuos e com baixo aporte de resíduos são os principais responsáveis pelo declínio da qualidade do solo em áreas agrícolas tropicais.

Outro aspecto relevante é que os tratamentos com milho consorciado com braquiária (T5, T6 e T9) apresentam médias acima de 330 kg/ha de palhada, o que confirma o potencial desse consórcio como estratégia de intensificação sustentável, alinhada ao sistema de plantio direto e à conservação do solo. Isso está de acordo com os trabalhos de Carvalho *et al.* (2010), que apontam o milho + braquiária como uma das principais alternativas para elevar o aporte de biomassa e melhorar atributos físicos do solo em Latossolos do Cerrado.

A Figura 6 apresenta de forma visual e comparativa as médias de aporte de palhada obtidas nos diferentes sistemas de manejo agrícola na safra 2023/2024. É possível observar uma distribuição crescente nos valores, evidenciando a eficiência de sistemas que incluem consórcios com plantas de cobertura, como a crotalária e a braquiária, no aumento do acúmulo de biomassa superficial. O destaque visual para o tratamento Soja/crotalária (T8), com o maior

valor de aporte, demonstra de maneira clara o potencial dessas estratégias para promover a proteção do solo e a sustentabilidade produtiva.

**Figura 6** - Valores do aporte de palhada (kg/ha) em diferentes sistemas de manejo avaliados na safra 2023/2024, na área experimental da Fundação Bahia, em Luís Eduardo Magalhães – BA.



Fonte: Próprio autor

## 4.2 Avaliação resistência a penetração do solo

A resistência do solo a penetração é uma variável amplamente utilizada para avaliar a condição física do solo, sendo sensível à compactação e estrutura do perfil. No presente estudo, os dados da análise de variância mostraram diferença estatística altamente significativa entre os tratamentos ( $p < 0,0001$ ) e entre as profundidades ( $p < 0,0001$ ) com um coeficiente de variação de 19,83% (Tabela 2).

**Tabela 2** - Médias da resistência do solo à penetração por tratamento, com agrupamento estatístico.

<b>Tratamentos</b>	<b>RSP (kPa)</b>	<b>Grupos estatísticos (Tukey, 5%)</b>
Soja SC (T1)	1.344,02	abc
Milho SC (T2)	1.249,38	ab
Algodão SC (T3)	1.402,44	abcd
Milheto + Algodão SC (T4)	1.221,89	d
Milho + Braquiária (T5)	1.374,04	abc
Milho + Braquiária (T6)	1.565,05	a
Algodão (T7)	1.438,26	cd
Soja/Crotalaria (T8)	1.412,11	bcd
Milho + Braquiária (T9)	1.498,76	cd
Algodão (T10)	1.446,00	cd
CV (%)	19,83	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação. RSP = resistência do solo a penetração. Fonte: elaborado pelo autor.

O tratamento T6 e T9, ambos sob sistema de plantio direto com consórcio milho + braquiária, apresentaram as maiores médias de resistência à penetração, enquanto T4 e o T2, sob sistemas convencionais, apresentaram os menores valores. No entanto, como destacado por orientações metodológicas recentes, esses valores devem ser interpretados com cautela, especialmente em áreas sob plantio direto consolidado.

Segundo Tormena *et al.* (2008) e Reichert *et al.* (2007), o uso do penetrômetro em áreas sob plantio direto pode superestimar a compactação do solo, pois a resistência detectada pelo equipamento é sensível ao arranjo e à coesão dos agregados. Em solos estruturados, mesmo que a leitura de resistência mecânica seja alta, as raízes ainda conseguem se desenvolver, pois exploram os macroporos e caminhos naturais de menor resistência, e não rompem os agregados diretamente.

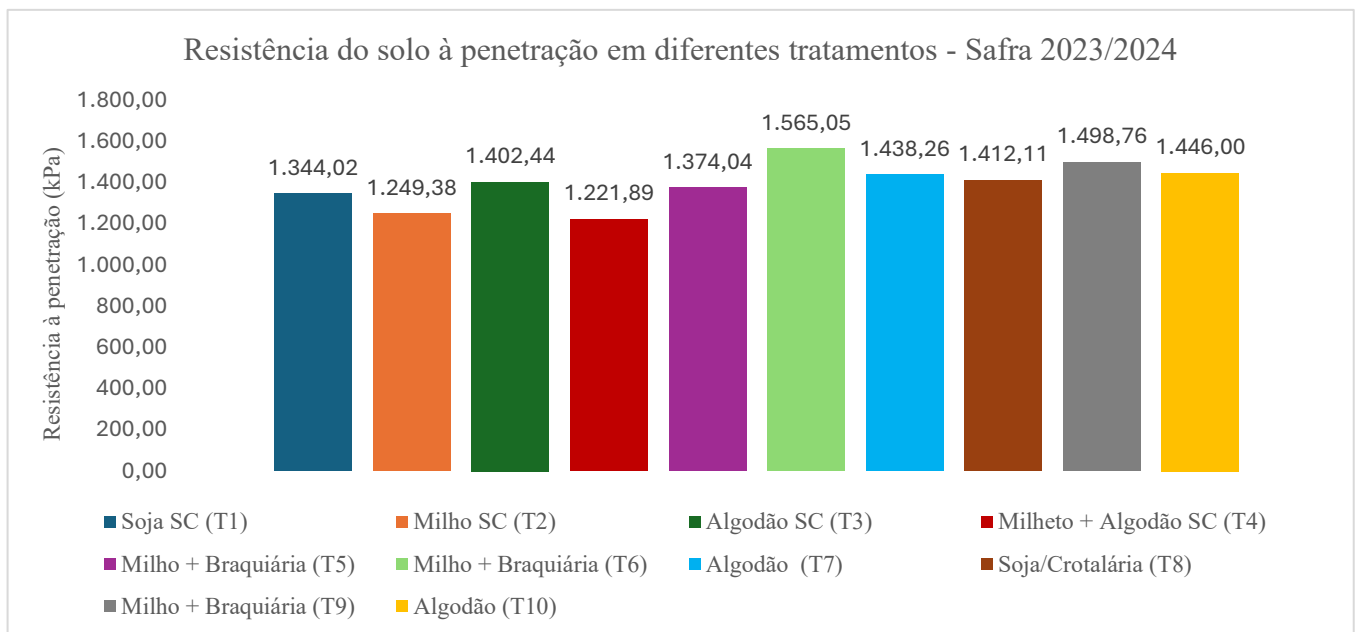
Essa hipótese é reforçada por Silva *et al.* (2021), que demonstram que áreas com maiores leituras de resistência a penetração do solo no penetrômetro não apresentaram redução no crescimento radicular ou na produtividade, desde que mantivessem bom nível de porosidade total e condutividade hidráulica. Assim, os resultados observados nos tratamentos com Milho + braquiária (T6, T9 e T5), podem ser consequência de um solo com maior firmeza superficial, porém com estrutura estável e poros funcionais preservados.

Adicionalmente, estudos como o de Roque *et al.* (2012) destacam que a consolidação da estrutura no sistema plantio direto pode resultar em agregados mais estáveis e resistentes à penetração vertical, sem que isso represente impedimento físico às raízes. Isso se alinha com a

observação feita por Nunes (2025), de que “a raiz não cresce rompendo os agregados, mas sim buscando os caminhos de menor esforço”.

A Figura 7 ilustra a média da resistência do solo à penetração nos diferentes sistemas de manejos avaliados na safra 2023/2024. Mais do que revelar diferenças absolutas entre os tratamentos, o gráfico evidencia padrões funcionais da estrutura do solo moldados pelo histórico de uso e pelas espécies cultivadas em rotação e consórcio.

**Figura 7** - Resistência do solo à penetração (kPa) em diferentes tratamentos de manejo agrícola avaliados na safra 2023/2024, na área experimental localizada na Fundação Bahia em Luís Eduardo Magalhães – BA.



Fonte: Próprio autor

A análise do gráfico ainda permite destacar que sistemas como soja/crotalária (T8) e algodão (T7, T10), embora apresentem valores intermediários, possivelmente refletem um equilíbrio entre acúmulo de biomassa superficial e a ausência de revolvimento mecânico, o que colabora para uma estrutura mais estável e com melhor redistribuição dos poros.

Esse comportamento se encaixa no conceito de gradiente estrutural do solo, no qual os diferentes manejos não produzem contrastes absolutos, mas sim variações graduais na organização física do perfil, influenciando diretamente a resistência medida, conforme discutido por Pires *et al.* (2020). Tais gradientes são fundamentais para compreender a complexidade da compactação em sistemas conservacionistas e mostram que valores mais altos de resistência não devem ser interpretados isoladamente como indicadores negativos.

## 5 CONCLUSÕES

- Sistemas com braquiária e crotalaria apresentam maior aporte de palhada, favorecendo a cobertura do solo, matéria orgânica e sustentabilidade;
- Plantio direto com consórcios, especialmente milho + braquiária, demonstra maior resistência do solo à penetração, sem indicar compactação prejudicial. Essa condição revela uma estrutura mais consolidada, firme e funcional, com preservação de poros que permitem ao bom desenvolvimento radicular;
- A rotação diversificada de culturas evidencia efeitos positivos acumulativos na estrutura do solo;
- Monocultivos em sistema convencional como soja (T1), milho (T2), algodão (T3) e milheto + algodão (T4) apresentam os piores resultados, com menor quantidade de palhada e estrutura física menos favorável;
- As rotações se mostram eficazes na melhoria das condições do solo em Latossolo Vermelho-Amarelo do Oeste da Bahia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, AC, & Rodrigues, FH (2020). **Atividade microbiana em solos compactados: implicações para a fertilidade e saúde do solo.** Revista de Microbiologia Agrícola, 14(2), 101-110.
- BENGOUGH, A. G.; BRANSBY, M. F.; HANSON, J.; MCMICHAEL, B. L.; ROBERSON, J. A.; STOLZY, L. H. **Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell.** Journal of Experimental Botany, v. 62, p. 59-70, 2011.
- CAMPOS, M. A., Silva, J. R., & Almeida, F. T. (2020). **Qualidade do solo e produtividade agrícola.** Scientia Agraria, 17(3), 112-125.
- CARVALHO, RP, et. al. (2022). **Correção da acidez e manejo nutricional em Latossolos do Cerrado brasileiro.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 46(1), 103-119.
- CARVALHO, DS et al. (2021). **Ciclagem de nutrientes via palhada em sistemas conservacionistas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 45(3), 234-249.
- CARVALHO, R. S., Lima, P. F., & Moreira, C. A. (2019). **Microbiologia do solo e sustentabilidade agrícola.** Revista de Ciências Agronômicas, 12(2), 85-98.
- CARVALHO, DS et al. (2021). **Ciclagem de nutrientes e sua relação com a rotação de culturas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 45(3), 234-249.
- CARVALHO, A. M. de et al. **Plantas de cobertura e seus efeitos sobre a produção de fitomassa e qualidade do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 97-104, 2010.
- COSTA, FS et al. (2020). **Sustentabilidade do uso dos Latossolos na agricultura de larga escala no Oeste da Bahia.** Ciência Rural, 50(4), 187-202.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. **Persistência da palha de espécies de cobertura e liberação de nutrientes no cultivo de milho em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 5, p. 597-605, 2008.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. **Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e qualidade física do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 22, n. 5, p. 318-323, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracterização e uso agrícola dos solos da região de cerrado da Bahia: município de Luís Eduardo Magalhães**. 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1039727>. Acesso em: 12 abr. 2025.

FERNANDES, JL et al. (2023). **Manejo conservador de Latossolos em regiões tropicais: desafios e perspectivas**. *Jornal de Conservação do Solo e da Água*, 9(3), 256-270.

FERREIRA, LR et al. (2021). **Aporte de palhada e suas implicações na conservação do solo**. *Jornal de Ciência do Solo*, 7(1), 88-102.

FERREIRA, D. L., Santos, V. R., & Nogueira, P. R. (2019). **Estrutura e compactação do solo**. *Journal of Soil Science*, 5(2), 95-110.

FERREIRA, DL, & Lima, JP (2021). **Impacto do tráfego de máquinas na compactação do solo em sistemas de planejamento direto**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 45, e0200123.

LIMA, CA et al. (2020). **Impactos da compactação do solo no desenvolvimento radicular de culturas agrícolas**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55(3), 145-160.

MENDONÇA, JP & Almeida, CR (2019). **Efeito da cobertura do solo na retenção de umidade e temperatura superficial**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54(2), 67-80.

MENDONÇA, TG et al. (2021). **Efeito da calagem e gessagem na produtividade de culturas em solos ácidos do Cerrado**. *Agronomia em Foco*, 7(2), 95-110.

NASCIMENTO, FT et al. (2023). **Atividade microbiana em solos manejados com palhada de diferentes culturas**. *Agronomia Sustentável*, 9(4), 145-160.

NASCIMENTO, A. P. & Oliveira, L. M. (2023). **Práticas conservacionistas e a manutenção da fertilidade do solo**. *Brazilian Journal of Sustainable Agriculture*, 9(1), 45-59.

NASCIMENTO, GS, & Pereira, ES (2022). **Práticas conservacionistas no manejo da compactação do solo e seus efeitos na produtividade agrícola**. *Agronomia Sustentável*, 8(1), 45-58.

NASCIMENTO, FT et al. (2023). **Efeito da rotação de culturas no controle de doenças e pragas em sistemas agrícolas sustentáveis**. *Agronomia Sustentável*, 9(4), 145-160.

OLIVEIRA, GP e cols. (2021). **Manejo da palhada em sistemas de plantio direto: impactos na fertilidade do solo e produtividade agrícola.** Agroecologia e Produção Sustentável, 5(3), 193-208.

OLIVEIRA, GP e cols. (2021). **Caracterização física e química dos Latossolos Vermelho-Amarelos em áreas agrícolas do Oeste da Bahia.** Agroecologia e Produção Sustentável, 5(2), 189-203.

PEREIRA, MS et al. (2022). **Fertilidade do solo e nutrição de plantas em sistemas de produção intensivos no Cerrado brasileiro.** Revista de Agricultura Sustentável, 12(1), 210-225.

PEREIRA, RF et al. (2022). **Práticas conservacionistas e melhoria da qualidade do solo: a importância da rotação de culturas.** Nutrição do Solo e das Plantas, 6(4), 213-230.

PIRES, LC et al. (2022). **Cobertura vegetal e seus efeitos na infiltração de água e controle da erosão.** Nutrição do Solo e das Plantas, 6(4), 213-230.

PIRES, L. F. et al. (2020). **Root–soil interactions: A pathway to promote soil structure and functionality.** Geoderma, 376:114508.

REICHERT, J. M. et al. (2007). **Resistência mecânica do solo e crescimento de raízes.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31(2), 287–295.

RIBEIRO, AJ et al. (2021). **Transporte de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes em solos tropicais manejados com adubação verde.** Ciência do Solo, 48(3), 167-182.

ROQUE, C. G. et al. (2012). **Indicadores físicos da qualidade do solo em sistemas de produção no Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47(8), 1081–1089.

SÁ, J. C. de M. et al. **Aporte de carbono e qualidade do solo sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 717-725, 2004.

SANTOS, G. G.; REIS, E. F.; ARAÚJO, M. S.; AMARAL, M. L. L. **Compactação de solos Latossolos Vermelhos sob diferentes sistemas de manejo e sua influência na produtividade do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 10, p. 897-906, 2015.

SANTOS, DF e cols. (2020). **Propriedades físico-químicas dos Latossolos e sua relação com o desenvolvimento das culturas agrícolas no Cerrado.** Revista de Ciência do Solo, 6(4), 113-129.

- SANTOS, AP e Oliveira, MF (2021). **Efeitos da compactação do solo na infiltração de água e no escoamento superficial em áreas agrícolas.** Engenharia Agrícola, 41(3), 289-298.
- SILVA, RF et al. (2019). **Influência da mineralogia do solo na retenção de nutrientes em Latossolos do Brasil Central.** Ciência Rural, 49(5), 298-314.
- SILVA, M. A. S.; MELO, T. R. D.; PEREIRA, A. R.; LIMA, C. S. **Aporte de palhada e resistência do solo à penetração em sistemas de rotação de cultura no Oeste da Bahia.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 45, n. 3, p. 1-12, 2021.
- SILVA, RR e Souza, CM (2020). **Compactação do solo: causas, efeitos e estratégias de manejo.** Pesquisa Agropecuária Tropical, 50, e60123.
- SILVA, RF et al. (2020). **Estratégias de rotação de culturas para melhoria da qualidade do solo.** Ciência Rural, 50 (5), 198-215.
- SILVA, V. R. et al. (2021). **Compactação do solo e desenvolvimento radicular sob plantio direto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 25(6), 396–403.
- SOUZA, R. A.; ALMEIDA, B. G.; PEREIRA, W. R.; RIBEIRO, M. S.; CARVALHO, T. M. **Manejo da palhada e sua influência na compactação do solo em sistemas de produção agrícola.** Scientia Agraria, v. 21, n. 1, p. 45-52, 2020.
- SOUZA, F. P., et. al. (2020). **Impacto dos fertilizantes na qualidade do solo.** Agronomia em Foco, 8(1), 78-91.
- SOUZA, FP e Andrade, MA (2019). **Efeito do tráfego de máquinas na compactação de solos de textura média e argilosa.** Agronomia Aplicada, 11(1), 87-99.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; FERNANDES, J. **Avaliação da qualidade física de um Latossolo Vermelho distófico sob sistemas de manejo e uso.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 52, n. 12, p. 1113-1121, 2017.
- TORMENA, C. A. et al. (2008). **Indicadores de qualidade física do solo sob sistemas de plantio direto.** Bragantia, 67(2), 441–454.
- VILELA, L. et al. **Plantas de cobertura para sistemas integrados de produção agropecuária no Cerrado.** Embrapa Cerrados, Documentos 265, 2011.