

Análise física e química do solo do horto florestal da UFCG/CSTR

Physical and chemical analysis of the soil in the UFCG/CSTR forest nursery

Gabrielly Ferreira Vieira ¹, Jussara Silva Dantas ² & Valter Luís dos Santos ³

¹Graduação em Engenharia Florestal pela universidade Federal de Campina Grande Campus Patos.
gabriellyvieira@gmail.com.

Resumo: Este estudo teve como objetivo caracterizar física e quimicamente sete amostras de solo do Horto Florestal do CSTR, visando compreender e aprimorar suas propriedades e potenciais limitações ao uso. As análises granulométricas, realizadas pelos métodos do densímetro, pipeta e peneiramento, revelaram predominância de textura franco arenosa, com exceção da Amostra 4, classificada como franco argilo-arenosa. As determinações de densidade global, densidade de partículas e porosidade auxiliaram na descrição estrutural dos solos, enquanto a análise química demonstrou pH variando entre levemente ácido e com baixa alcalinidade, elevados valores de saturação por bases e teores de fósforo que oscilaram significativamente entre as amostras. Os resultados indicam solos com boa drenagem, moderada disponibilidade de nutrientes e suscetibilidade à perda de água, reforçando a importância de ações de manejo e conservação para evitar processos de degradação. O estudo contribui para o entendimento edáfico do Horto Florestal, servindo de base para futuras atividades, tais como; pesquisa, ensino e manejo ambiental.

Palavras-chave: Granulometria; manejo conservacionista; Fertilidade do solo.

Abstract: This study aimed to physically and chemically characterize seven soil samples from the CSTR Forest Nursery, seeking to understand and improve their properties and potential limitations for use. Granulometric analyses, performed using the densimeter, pipette, and sieving methods, revealed a predominance of sandy loam texture, with the exception of Sample 4, classified as sandy clay loam. Determinations of bulk density, particle density, and porosity aided in the structural description of the soils, while chemical analysis showed pH varying between slightly acidic and low alkalinity, high base saturation values, and phosphorus levels that fluctuated significantly among the samples. The results indicate soils with good drainage, moderate nutrient availability, and susceptibility to water loss, reinforcing the importance of management and conservation actions to prevent degradation processes. The study contributes to the edaphic understanding of the Forest Nursery, serving as a basis for future activities such as research, teaching, and environmental management.

Keywords: Particle size distribution; conservation management; soil fertility.

1 INTRODUÇÃO

A caracterização física dos solos fornece informações sobre a dinâmica de partículas e a capacidade de armazenamento de água e nutrientes. Segundo Teixeira et al. (2017), a granulometria é um dos parâmetros mais importantes para definir o comportamento do solo, uma vez que determina sua classe textural, a qual se relaciona com a infiltração, drenagem, erodibilidade e capacidade de retenção hídrica. Além disso, atributos como argila dispersa em água, densidade global e densidade de partículas permitem avaliar o grau de compactação, estabilidade estrutural e composição mineralógica do solo, sendo amplamente utilizados em análises ambientais e agronômicas.

Estudos presentes na literatura ressaltam a importância de análises integradas para compreender limitações e potencialidades de diferentes classes de solos.

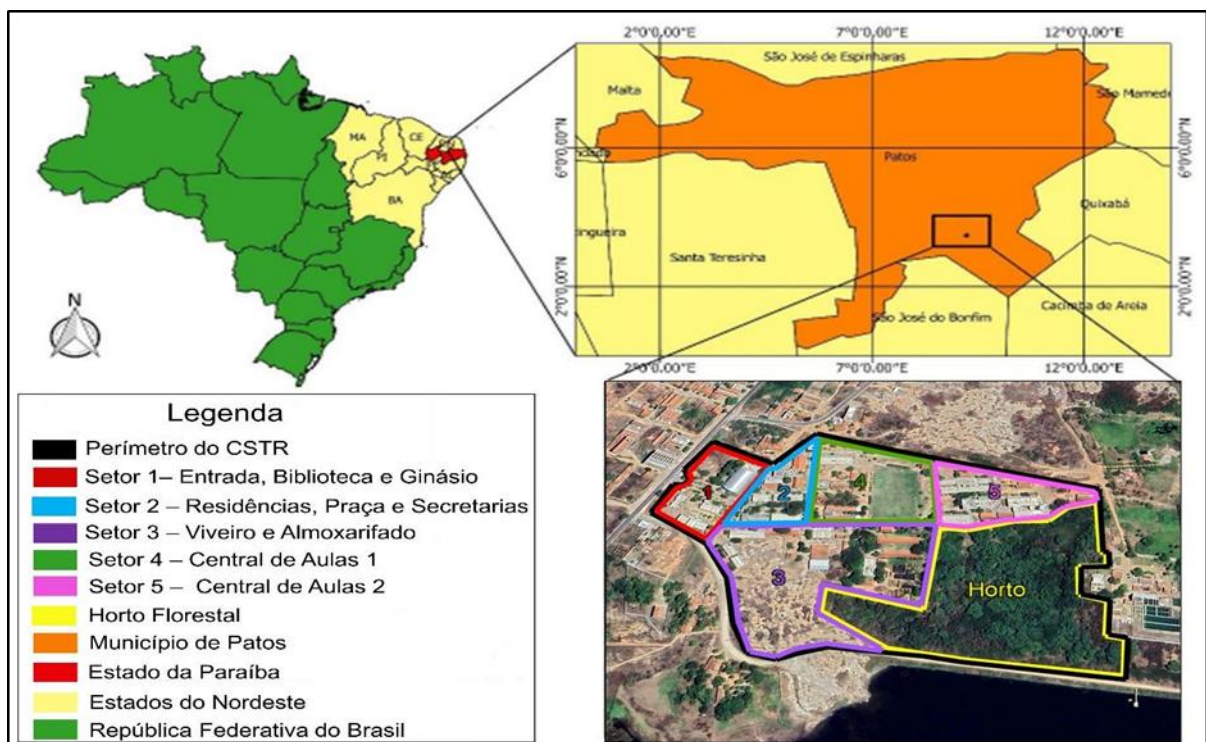
Silva Oliveira et al. (2023) destacam que a caracterização física e química é essencial para definir a aptidão agrícola e os riscos ambientais associados ao uso inadequado, observando que solos com maiores teores de areia tendem a apresentar baixa retenção de água e maior susceptibilidade à erosão, enquanto solos mais argilosos possuem maior coesão e capacidade de armazenamento hídrico. De forma semelhante, autores como Santos et al. (2018) e Siqueira et al. (2018) ressaltam que variações texturais influenciam diretamente processos como compactação, resistência à penetração e estabilidade estrutural, elementos decisivos para o manejo sustentável em ecossistemas naturais ou manejados.

Além da importância dos atributos físicos, a avaliação química do solo complementa o diagnóstico ambiental e produtivo. Como afirmam Silva et al. (2020), a análise de fatores como pH, teores de nutrientes e

saturação por bases permite compreender o estado de fertilidade, indicando possíveis restrições nutricionais ou riscos à estrutura física do solo decorrentes de desequilíbrios químicos. A integração entre análises físicas e químicas possibilita, portanto, uma avaliação mais precisa das condições edáficas e de seu potencial para uso sustentável, como ressaltado por diversos autores nos estudos fornecidos.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar os atributos físicos e químicos de sete amostras de solo coletadas no Horto Florestal do CSTR, incluindo textura, densidade global, densidade de partículas e parâmetros químicos de fertilidade. A caracterização detalhada desses atributos visa fornecer

Figura 1: As coordenadas geográficas do Horto Florestal do CSTR/UFCG, Campus de Patos, Paraíba, são aproximadamente Latitude 7°13'08"S e Longitude 35°52'52"W.



Fonte: Antas, Renato Nogueira. (2023).

• Coleta e preparo

As amostras foram coletadas na camada superficial do solo, com profundidade aproximada de 0 a 20 cm, utilizando ferramentas manuais, como enxada e balde. Em cada ponto, o solo foi retirado, homogeneizado em balde plástico e, em seguida, acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados.

No Laboratório de Solos e Água do CSTR/UFCG, as amostras foram submetidas ao processo de preparo, iniciando-se pela secagem ao ar, realizada sobre folhas de jornal, com o objetivo de preservar a umidade natural e evitar alterações nas propriedades físicas do solo. Após a secagem (duração 24 horas), foi realizado o

destorroamento manual, fragmentando os agregados maiores até que o solo atingisse partículas com diâmetro aproximado a 2 mm. Em seguida, o material foi peneirado (diâmetro da peneira 2 mm), separando-se a fração desejada para as análises físicas subsequentes. As amostras peneiradas foram armazenadas em sacos plásticos menores, devidamente rotulados, e mantidas em condições adequadas até a realização das análises laboratoriais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

• Local de estudo

A coleta das amostras foi realizada no Horto Florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Patos, PB. Foram selecionados sete pontos distintos ao longo do horto, de modo a representar diferentes áreas da unidade.

destorroamento manual, fragmentando os agregados maiores até que o solo atingisse partículas com diâmetro aproximado a 2 mm. Em seguida, o material foi peneirado (diâmetro da peneira 2 mm), separando-se a fração desejada para as análises físicas subsequentes. As amostras peneiradas foram armazenadas em sacos plásticos menores, devidamente rotulados, e mantidas em condições adequadas até a realização das análises laboratoriais.

• Análise granulométrica

A análise granulométrica do solo foi obtida a partir da combinação de dois métodos clássicos: o método do densímetro e o método da pipeta, seguindo procedimentos recomendados pela Embrapa (2017) e por autores que descrevem detalhadamente as técnicas de dispersão e

sedimentação para determinação das frações areia, silte e argila.

O conjunto dessas técnicas possibilitou a determinação precisa das frações granulométricas e a classificação textural das amostras segundo o diagrama triangular da Embrapa (2017), assim como amplamente empregado em estudos de caracterização física do solo (BRITO FILHO et al., 2018).

- **Análise da textura do solo pelo método do densímetro**

A análise da textura do solo foi realizada pelo método do densímetro, conforme Bouyoucos (1951), com adaptações. Foram pesados 50 g de solo, previamente seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm, os quais foram acondicionados em um béquer de 300 mL. Em seguida, adicionaram-se 25 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (Calgon) a 0,25 N e 100 mL de água destilada, homogeneizando-se a suspensão com auxílio de bastão de vidro. Após agitação, o material foi deixado em repouso por aproximadamente 12 h.

Decorrido esse tempo, a suspensão foi transferida para o dispersor mecânico, onde permaneceu em agitação por 3 minutos. O conteúdo foi então vertido em uma proveta graduada de 1.000 mL, completando-se o volume até cerca de 900 mL com água destilada. Em seguida, o densímetro de Bouyoucos foi introduzido na solução e o volume completado até 1.000 mL com água destilada.

O densímetro foi retirado e a suspensão agitada vigorosamente com bastão de vidro, realizando-se aproximadamente 30 movimentos. Após a homogeneização, o densímetro foi novamente inserido, sendo realizada a primeira leitura após 40 segundos, com registro da densidade e da temperatura da solução. A segunda leitura foi efetuada após 2 horas de sedimentação, registrando-se também a temperatura.

Os valores obtidos nas leituras foram utilizados para os cálculos de granulometria, possibilitando a classificação do solo de acordo com o triângulo textural.

- **Análise da textura do solo pelo método da pipeta**

A análise granulométrica pelo método da pipeta foi realizada conforme metodologia clássica adaptada de Day (1965). Para cada amostra, foram pesados 10 g de solo, previamente seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm, os quais foram acondicionados em garrafas de 500 mL. Em seguida, adicionaram-se 100 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N como dispersante químico, sendo

as amostras colocadas em agitador horizontal, a 220 oscilações por minuto, durante 16 horas.

Após esse período, o sobrenadante foi transferido para uma proveta de 100 mL, completando-se o volume com água destilada. Para quantificação da fração argila, retiraram-se alíquotas de 20 mL, as quais foram transferidas para béqueres de 25 mL previamente pesados e mantidos em dessecador para evitar absorção de umidade. Os recipientes foram levados à estufa a 105 °C por 24 horas, sendo posteriormente resfriados em dessecador e pesados novamente, possibilitando a determinação da massa de argila.

A fração areia foi determinada utilizando-se peneirador mecânico (agitador de peneiras), equipamento empregado para separar partículas sólidas de diferentes granulometrias por meio de vibração controlada. As amostras de areia foram acondicionadas em latas de aço previamente pesadas e submetidas ao peneiramento por 3 minutos, com o uso de peneiras de diferentes malhas, obtendo-se assim a fração de areia grossa, média e fina. Cada fração foi quantificada por pesagem.

- **Densidade de Global Solo (Ds)**

A determinação da densidade global (ou densidade aparente) foi realizada seguindo o método da proveta descrito no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (2017). Esse método consiste em medir a relação entre a massa do solo seco e o volume ocupado após compactação padronizada, permitindo estimar o grau de arranjo das partículas sólidas e o espaço poroso total (EMBRAPA, 2017).

Inicialmente, uma proveta graduada de 50 mL foi pesada para determinação de sua massa vazia. Em seguida, a unidade gravimétrica da amostra foi obtida para posterior correção da massa seca. O solo foi então introduzido na proveta em três etapas: a cada adição de aproximadamente 35 mL de solo, a proveta foi deixada cair de uma só vez sobre uma manta de borracha com 5 mm de espessura, realizando dez quedas sucessivas, conforme recomendação da Embrapa (2017), a fim de promover compactação uniforme. Esse procedimento foi repetido até que o volume da amostra atingisse exatamente o nível de aferição da proveta.

Após o preenchimento, a proveta contendo a amostra foi pesada novamente. A densidade global foi calculada pela relação entre a massa de solo seco (corrigida pela umidade) e o volume ocupado na proveta, aplicando-se a equação:

A densidade global foi calculada pela expressão:

$$D_s = \frac{m \cdot f}{V}$$

Em que:

D_s – densidade do solo, em kg dm⁻³ (equivalente a g cm⁻³).

m – massa da amostra de solo (TFSA), em g.

V – volume de solo na proveta, em cm³.

f – fator de correção de umidade da amostra.

Embrapa (2017).

• A Densidade Partículas (D_p)

A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, conforme protocolo recomendado pela Embrapa (2017). Esse método permite estimar a densidade média dos constituintes sólidos do solo (minerais e matéria orgânica) desconsiderando o volume de poros.

Foram pesados 20 g de terra fina seca ao ar, posteriormente secos em estufa a 105 °C até massa constante. Após resfriamento em dessecador, as amostras foram pesadas novamente, obtendo-se a massa seca real.

A densidade de partículas foi calculada mediante a expressão:

$$D_p = \frac{m_a}{(V_T - V_u)}$$

Em que:

D_p – densidade de partículas, em kg dm⁻³ (equivalente a g cm⁻³).

m_a – massa da amostra seca a 105 °C, em g.

V_T – volume total aferido do balão, em mL.

V_u – volume utilizado para completar o balão com a amostra, em mL.

Embrapa (2017).

• Porosidade Total

A porosidade total do solo foi estimada a partir dos valores de densidade global e densidade de partículas, conforme metodologia descrita por Teixeira et al. (2017), sendo um importante indicador da qualidade física do solo. Esse atributo expressa a proporção do volume total do solo ocupada por poros, influenciando diretamente a infiltração, aeração, retenção de água e o desenvolvimento radicular.

A porosidade total (PT) foi calculada a partir da relação entre a densidade do solo (D_s) e a densidade de partículas (D_p), através da equação: $PT = 1 - D_s/D_p$ e

Em seguida, o solo foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL previamente aferido com água deionizada e desaerada.

Adicionou-se álcool etílico até cobrir completamente o solo, agitando-se suavemente para remover bolhas de ar aprisionadas, conforme instruções de Embrapa (2017), uma vez que a presença de bolhas interfere no volume real deslocado. Após 30 minutos de repouso, o balão foi completado com álcool até o menisco atingir exatamente o traço de aferição. O volume de álcool utilizado foi registrado, permitindo o cálculo do volume efetivamente ocupado pelas partículas do solo.

multiplicado por 100 para se obter o resultado em porcentagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, os teores de areia variaram entre 640 g/kg (Amostra 7) e 781 g/kg (Amostra 5), situando todas as amostras acima de 60% dessa fração. A elevada presença de areia está associada à alta permeabilidade e rápida infiltração de água, mas também à baixa capacidade de retenção hídrica e menor disponibilidade natural de nutrientes, características amplamente reconhecidas por Costa et al. (2013) ao discutirem solos de textura arenosa e

sua influência sobre o armazenamento de água no perfil do solo.

Os valores de silte variaram entre 107 g/kg (Amostra 3) e 255 g/kg (Amostra 7), sendo esta última a que apresentou maior teor de silte. Segundo Silva Oliveira et al. (2023), a fração silte pode contribuir para maior retenção de água quando presente em quantidades intermediárias, proporcionando melhoria moderada da estrutura física do solo

A fração argila variou de 88 g/kg (Amostra 6) a 212 g/kg (Amostra 4). A presença mais elevada de argila na Amostra 4 justifica sua classificação como franco argilo-arenosa, agregando maior capacidade de retenção de água e nutrientes.

Destaques individuais

Amostras 1, 2, 3, 5 e 6: típicos solos franco arenosos, com potencial limitação à fertilidade devido à menor retenção de água e nutrientes.

Tabela 1 – Resultado da análise física do solo.

Amostra 7: embora classificada como franco arenosa, apresentou maior teor de silte, o que favorece levemente a retenção hídrica.

Amostra 4: único solo franco argilo-arenoso, de propriedades físicas mais equilibradas quanto à retenção e disponibilidade de água e nutrientes.

Os resultados indicam que o Horto Florestal do CSTR apresenta solos predominantemente arenosos, confirmando tendências descritas por EMBRAPA (TEIXEIRA et al., 2017) para ambientes onde processos de infiltração são favorecidos devido à estrutura granular e baixa coesão entre partículas. No entanto, a baixa proporção de argila na maior parte das amostras reforça a necessidade de práticas de manejo e conservação que reduzam perdas por erosão e melhorem a retenção de água no solo, conforme também discutido por Silva Oliveira et al. (2023) em estudos de solos arenosos do Nordeste brasileiro.

RESULTADO DA ANÁLISE FÍSICA DO SOLO

Nº AM	GRANULOMETRIA g.kg ⁻¹			CLASS. TEXTURAL USDA
	AREIA	SILTE	ARGILA	
1	701	147	152	Franco arenoso
2	721	145	134	Franco arenoso
3	761	107	132	Franco arenoso
4	660	128	212	Franco argilo-arenoso
5	781	128	91	Franco arenoso
6	741	171	88	Franco arenoso
7	640	255	105	Franco arenoso

Fonte: os autores.

Análise Química do Solo

Os resultados da análise química das sete amostras coletadas no Horto Florestal do CSTR, mostrados na Tabela 2, revelaram variações importantes nos atributos de fertilidade do solo. De maneira geral, observou-se que os solos apresentam boa fertilidade natural, caracterizada principalmente pela alta saturação por bases, semelhante ao relatado por Oliveira et al. (2023), ao descrever solos eutróficos com alta disponibilidade de cátions trocáveis em ambientes tropicais.

Os resultados da análise química das sete amostras do Horto Florestal do CSTR mostraram variações importantes nos atributos de fertilidade. De forma geral, as amostras 1, 2, 3, 4 e 5 apresentaram pH variando de

levemente ácido a quase neutro (5,6 a 6,2) e teores elevados de fósforo disponível (entre 40,1 e 56,4 mg.dm⁻³), indicando solos com boa disponibilidade de nutrientes, característica comum em ambientes com maior entrada de material orgânico superficial, como observado por Oliveira et al. (2023) ao descreverem solos com maior aporte de nutrientes em áreas de vegetação mais conservada. Nesses mesmos solos (amostras 1 a 5), a saturação por bases permaneceu elevada (78,7% a 88,1%), refletindo alta fertilidade natural e baixa necessidade de calagem, comportamento também relatado por Brito Filho et al. (2018) em solos com maior proporção de cátions básicos retidos no complexo sortivo.

Em contraste, as amostras 6 e 7 apresentaram valores mais baixos de fósforo (15,5 e 17,2 mg·dm⁻³, respectivamente), sugerindo menor disponibilidade natural desse nutriente, situação destacada na literatura como comum em solos submetidos a maior lixiviação ou menor entrada de material orgânico (TEIXEIRA et al., 2017; EMBRAPA). Apesar disso, ambas mantiveram saturação por bases elevada (87,6% e 96,0%), o que ainda indica boa fertilidade química geral.

A amostra 7 merece atenção especial por apresentar pH alcalino (7,3) e teor de sódio elevado (9,10 cmolc·dm⁻³), condição que pode afetar a estrutura física do solo devido à dispersão de argila – um comportamento amplamente descrito por Campos et al. (2012) e reforçado

por Oliveira et al. (2023) ao relacionarem teores elevados de Na⁺ à perda de estabilidade estrutural e à redução da infiltração de água em diferentes classes de solos.

No conjunto, a caracterização química evidencia que os solos do Horto Florestal do CSTR possuem fertilidade naturalmente elevada, com grande disponibilidade de bases, pH favorável e variações específicas em nutrientes como o fósforo. Esses resultados são coerentes com observações feitas em outros estudos com solos de áreas manejadas ou com histórico de aporte orgânico, como mencionado por Brito Filho et al. (2018) ao avaliar áreas de Terra Preta Arqueológica, que também apresentam melhoria nos atributos químicos devido ao manejo e ao acúmulo de carbono ao longo do tempo.

Tabela 2 – Resultado da análise química do solo.

RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO										
AM	pH	M.O.	P	Ca	Mg	K	Na	H + Al	T	V
Nº	CaCl ₂ 0,01M	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	----- cmolc dm ⁻³ -----			-----			%
146/2023	5,6		56,4	7,5	2,5	0,78	0,30	2,5	13,58	81,59
147/2023	5,8		51,4	7,0	3,0	0,33	0,21	2	12,54	84,05
148/2023	5,6		54,2	4,2	1,8	0,43	0,20	1,8	8,43	78,65
149/2023	6,0		44,2	9,0	4,0	0,88	0,22	1,9	16,00	88,13
150/2023	6,2		40,1	7,2	2,8	0,32	0,20	1,5	12,02	87,52
151/2023	5,8		15,5	5,0	2,0	0,25	1,90	1,3	10,45	87,56
152/2023	7,3		17,2	7,0	3,0	0,27	9,10	0,8	20,17	96,03
153/2023	7,6		49,2	8,6	4,0	0,76	12,40	0,7	26,46	97,35
154/2023	6,0		47,9	5,1	1,9	0,41	0,20	1,3	8,91	85,41
155/2023	5,6		10,3	5,2	2,6	0,43	0,23	1,9	10,36	81,66

Fonte: os autores.

Densidade global

A Tabela 3 de densidade global apresentou valores entre 1,34 e 1,56 g cm⁻³, faixa compatível com solos de textura arenosa a média, característica comum em áreas de Caatinga preservada, conforme apontado por Kuhn et al. (2018), que relatam densidades globais variando entre 1,30 e 1,60 g cm⁻³ em solos com estrutura pouco compactada e baixa quantidade de matéria orgânica. Nas amostras 1, 4 e

7, os menores valores indicam maior porosidade, ao concluir que solos mais agregados tendem a apresentar densidade global reduzida. Já as amostras 2 e 3, que apresentaram densidade global maior, refletem um solo ligeiramente mais adensado ou com menor contribuição de matéria orgânica — interpretação consistente com a explicação da EMBRAPA (2017) de que a densidade global aumenta quando há menor volume de poros entre as partículas.

Tabela 3 – Densidade Global.

Amostra	Densidade Global (g/cm ³)
---------	---------------------------------------



1	1,34
2	1,54
3	1,56
4	1,4
5	1,51
6	1,44
7	1,40

Fonte: os autores.

Densidade de partículas

Na Tabela 4, a densidade de partículas das amostras variou entre 2,50 e 3,07 g cm⁻³, valores compatíveis com solos minerais predominantemente quartzosos, comportamento que também foi observado por Garcia et al. (2012) ao analisar solos de regiões semiáridas, nos quais a densidade de partículas geralmente permanece

próxima de 2,60 g cm⁻³ devido ao predomínio de minerais leves como o quartzo. A amostra 7 apresentou o maior valor (3,07 g cm⁻³), indicando possível maior teor de partículas pesadas, como óxidos de ferro e alumínio — tendência explicada por Oliveira et al. (2018), que descrevem o aumento da densidade de partículas em solos com maior presença de minerais de maior peso específico.

Tabela 4 – Densidade de Partículas.

Amostra	Densidade de Partículas (g/cm ³)
1	2,50
2	2,50
3	2,50
4	2,67
5	2,79
6	2,85
7	3,07

Análise da Porosidade Total do Solo

Os valores de porosidade total apresentados na Tabela 1 – variaram de 37,6% (Amostra 3) a 54,4% (Amostra 7), indicando diferenças estruturais entre as áreas avaliadas. As menores porosidades observadas nas Amostras 2 e 3 estão associadas aos maiores valores de densidade do solo, enquanto as maiores porosidades, especialmente nas Amostras 6 e 7, refletem menor compactação e maior volume de poros. De modo geral, os resultados são compatíveis com solos de textura predominantemente franco arenosa, que tendem a apresentar elevada macroporosidade e boa infiltração de água.

Tabela 5 – Porosidade Total.

Amostra	Porosidade total (%)
1	46,4
2	38,4
3	37,6
4	47,6
5	45,9
6	49,5
7	54,4

4 CONCLUSÃO

A caracterização física e química dos solos do Horto Florestal do CSTR evidenciou predominância de textura franco arenosa, com variações pontuais nas frações de silte e argila, especialmente na Amostra 4. Os resultados

químicos indicaram solos com pH variando de levemente ácido a alcalino e elevada saturação por bases, embora com diferenças marcantes nos teores de fósforo e sódio. No conjunto, os solos apresentam boa drenagem, moderada fertilidade e suscetibilidade à perda de água e nutrientes,

destacando a necessidade de práticas de manejo conservacionistas. Tais como; aumentar a matéria orgânica, melhorar a retenção de água e nutrientes, corrigir a pH (calagem), e usar técnicas como Plantio Direto para aumentar a fertilidade e estabilidade, com adubação parcelada e plantas de cobertura. Esses achados contribuem para a compreensão das condições edáficas do horto, auxiliando em futuros planejamentos de uso, conservação e pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANTAS, R. NOGUEIRA, *et al.* catálogo de árvores e Arbustos presentes no Paisagismo. CSTR, UFCG, PATOS, 2017.

Disponível em:

[https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/31360/1/RE NATO%20NOGUEIRA%20ANTAS%20%E2%80%93%20MONOGRAFIA%20%28ENGENHARIA%20FLORESTAL%29%202023.pdf](https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/31360/1/RE%20NATO%20NOGUEIRA%20ANTAS%20%E2%80%93%20MONOGRAFIA%20%28ENGENHARIA%20FLORESTAL%29%202023.pdf)

BRITO FILHO, E. G. *et al.* Variabilidade espacial da textura do solo em área de Terra Preta Arqueológica sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 1, p. 139–143, jan./mar. 2018. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria>. Acesso em: 14 dez. 2025.

LIMA, J. S. S. *et al.* Distribuição espacial da matéria orgânica, grau de floculação e argila dispersa em água em área de vegetação natural em regeneração e pastagem. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 539–546, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000300017>.

MION, Renildo Luiz *et al.* Variabilidade espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de um Argissolo Amarelo. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2057–2068, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6p2057>.

SANTOS, D. P. *et al.* Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em vale aluvial na região de Pernambuco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 2271–2282, 2018. ISSN 1982-7679. DOI: 10.7127/rbai.v12n100647.

RIBEIRO, K. D. *et al.* Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167–1175, jul./ago. 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/6dMcQxC43F8tMMKrfWkBXw/?format=pdf&lang=pt>

. Acesso em: 14 dez. 2025.

SILVA OLIVEIRA, R. *et al.* Caracterização, aptidão agrícola e capacidade de uso de um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico: estudo de caso em Itapetinga-BA. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 22, n. 2, p. 329–338, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811712222023329>

TEIXEIRA, P. C. *et al.* Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: **Embrapa**, 2017.

573 p. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1085209/1/ManualdeMetodosdeAnalisedeSolo2017.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2025.