



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

DARCIO CESAR CONSTANTE

Caracterização morfológica, física e química de solos eutróficos do Oeste Potiguar

MOSSORÓ

2024

DARCIO CESAR CONSTANTE

Caracterização morfológica, física e química de solos eutróficos do Oeste Potiguar

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em AGRONOMIA.

Orientador: Prof. Dra. Jeane Cruz Portela

MOSSORÓ

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Cc CONSTANTE, Darcio Cesar.

Caracterização morfológica, física e química de solos eutróficos do Oeste Potiguar / Darcio Cesar
CONSTANTE. - 2024.

31 f. : il.

Orientador: Jeane Cruz PORTELA.

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. Processos pedogenéticos. 2. Solos tropicais. 3. Classificação de solos. 4. Pedoambientes. I. PORTELA, Jeane Cruz, orient.

II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DARCIO CESAR CONSTANTE

Caracterização morfológica, física e química de solos eutróficos do Oeste Potiguar

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em AGRONOMIA.

Defendida em: 23 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Jeane Cruz Portela (UFERSA)

Presidente

Prof. Dr. Joaquim Emanuel Fernandes Gondim (INSA)

Membro Examinador

Dra. Phamella Kalliny Pereira Farias (UFERSA)

Membro Examinador

Me. Gislaíne dos Santos Nascimento (UFERSA)

Membro Examinador

Eng. Agron. Paulo Jardel Mota (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço à comunidade rural Piracicaba/Upanema RN que abriu as portas para a realização desta pesquisa e aos pesquisadores que por vezes receberam com atenção, carinho, e saberes a trocar. Em especial ao João Mariano Silva, Ana Maria Rocha, Ademar Rocha, Josefa Rocha, Júnior Rocha, Geni Rocha, Uelson Alves e Antônio Alves.

Agradeço em especial a dois professores para além dos ensinamentos, Jeane Cruz Portela (Dona Jeane) e José Francismar de Medeiros (Seu Francis), por quem tenho muito respeito e carinho e sem os quais seguramente não teria chegado ao final deste curso. Não menos especiais são os agradecimentos aos amigos que fiz, pelas companhias cotidianas, pelo suporte nas horas difíceis e pelas risadas dos momentos felizes.

Por tudo que tive a oportunidade de viver e aprender com todos!

RESUMO

Os solos eutróficos do Semiárido potiguar apresentam características peculiares em função da sua condição climática e características geomorfológicas. Estudos envolvendo a caracterização de solos em ambientes semiáridos são fundamentais para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Portanto, objetivou-se descrever as propriedades morfológicas, físicas e químicas de perfis de solos localizados no município de Upanema, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. O estudo foi desenvolvido a partir da abertura de sete perfis de solo em topossequência para exame morfológico, além da coleta de amostras com estrutura deformada e indeformada para avaliação dos atributos físico-químicos do solo. Um total de sete perfis de solo foram identificados e classificados na área de estudo, sendo eles: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico, VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico, CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico, CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico, CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico, ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plitossólico e LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico. Os perfis apresentaram, de forma geral, uma estrutura composta por blocos angulares e subangulares, textura variando de arenosa a franco arenosa e densidade de partículas inferior a $2,52 \text{ g cm}^{-3}$. Os teores de COT foram baixos na maioria dos perfis, exceto para o perfil 7 que apresentou valor de COT superior a 15 g kg^{-1} no horizonte superficial. Também não foi evidenciado altas concentrações de sais nem de alumínio trocável entre as classes estudadas. Por fim, todos os solos foram classificados como eutróficos com saturação por bases superiores a 50%.

Palavras-chave: Processo pedogenético, Solos tropicais, Classificação de solo. Pedoambientes.

ABSTRACT

The soils of the semi-arid region of Rio Grande do Norte have peculiar characteristics due to their climatic conditions and geomorphological characteristics. Studies involving the characterization of soils in semi-arid environments are fundamental for the development of more sustainable agriculture. Therefore, this research aimed to describe the morphological, physical and chemical properties of soil profiles located in the municipality of Upanema, state of Rio Grande do Norte, Brazil. The field research was conducted in a toposequence area and included the opening of seven soil profiles for morphological examination, in addition to the collection of samples with deformed and undisturbed structures to evaluate the physical-chemical attributes of the soil. These profiles studied characteristics demonstrated the influence of the parent material and relief in the formation of distinct classes of soils in the semi-arid region of Rio Grande do Norte. A total of seven soil profiles were identified and classified in the study area, namely: Rhodic FERRALSOL (arenic eutric ochric), Protosodic calcic VERTISOL (hypereutric ochric), Eutric CAMBISOL (orchric), Eutric CAMBISOL (orchric), Eutric CAMBISOL (orchric), Abruptic Xanthic ACRISOL (arenic Ochric solimovic), Xanthic FERRALSOL (arenic eutric ochric). The profiles generally presented a structure composed of angular and subangular blocks, texture ranging from sandy to sandy loam and particle density lower than 2.52 g cm^{-3} . The TOC contents were low in most profiles, except for profile 7, which presented a TOC value higher than 15 g kg^{-1} in the surface horizon. There was also no evidence of high concentrations of salts or exchangeable aluminum among the studied classes. Finally, all soils were classified as eutrophic with base saturation higher than 50%.

keyword: Pedogenic process. Tropical soils. Soil classification. Pedoenvironments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização geográfica da área experimental situada no município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil. Pontos destacados em diferentes cores representam os perfis de solo amostrados.	14
Figura 2 Perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.....	25
Figura 3 Análise de correlação de Pearson entre as propriedades físico-química dos perfis de solos. DP – densidade de partículas, DS – densidade do solo, COT – carbono orgânico total, CE- condutividade elétrica do estrato de saturação.....	27
Figura 4 Análise de componentes principais (ACP) dos 7 perfis: P1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico; P2 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico; P3 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico; P4 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico; P5 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico; P6 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plitossólico; P7 - LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Descrição detalhada dos pontos de coleta, coordenadas geográficas e manejo agrícola adotado nas áreas de estudo.	15
Tabela 2 Classificação morfológica: cor, estrutura e consistência dos perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.	18
Tabela 3 Propriedades físicas dos perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.	21
Tabela 4 Propriedades físicas dos perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COT	Carbono Orgânico Total
CEes	Condutividade Elétrica do Extrato de Saturação do Solo
SB	Soma de Bases
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
V%	Saturação por Bases
m	Saturação por alumínio Trocável
PST	Percentagem de Sódio Trocável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Caracterização da Área de estudo	14
2.2 Amostragem e classificação taxonômica dos perfis de solo	14
2.3 Características morfológicas	16
2.4 Propriedades físicas do solo.....	16
2.5 Propriedades químicas do solo	16
2.6 Análises estatísticas.....	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1 Propriedades morfológicas do solo	17
3.2 Propriedades físicas do solo.....	20
3.3 Propriedades químicas do solo	21
3.4 Classificação dos Solos.....	24
3.5 Análise multivariada	26
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
5. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural que desempenha uma função crucial dentro dos ecossistemas, pois além de abrigar uma infinidade de organismos vivos, ainda atua na ciclagem de nutrientes, filtragem e o armazenamento de água e nutrientes para as plantas. Sua formação resulta da interação entre cinco fatores bastante complexos, sendo eles o clima, organismos, relevo, material de origem e tempo (Islam et al., 2020).

O processo de formação do solo inicia-se com a desintegração do material de origem, provocado por agentes como a precipitação pluvial, variações de temperatura e ação de organismos vivos. Os fragmentos oriundos dessa desintegração, uma vez desprendidos, são transportados e redistribuídos no relevo, onde se acumulam e, gradualmente, dão origem ao perfil de solo (Conforti et al. 2020). Devido à complexidade e a variabilidade dos fatores envolvidos no processo de formação, os solos tendem a apresentar características distintas quanto à mineralogia de seus materiais e a suas propriedades físico-químicas, especialmente em regiões semiáridas, onde as condições ambientais são mais restritivas (Alaboz et al. 2022).

O semiárido brasileiro compreende uma área total de 900 mil km², sendo caracterizado por chuvas irregulares e longos períodos de seca na maior parte do ano. Nessa região predomina o Bioma Caatinga com uma vegetação rasteira, caducifólia e bastante espinhenta, que embora seja considerada como resiliente, contribui com baixos níveis de biomassa para o solo, o que influencia diretamente nas suas características, como a baixa concentração de matéria orgânica do solo (Fernandes et al. 2020). Além disso, os solos do semiárido são considerados pouco profundos e ricos em argila de atividade alta, resultando em uma má drenagem, baixa capacidade de retenção de água e elevado risco de salinização e sodicidade (Embrapa, 2013).

O município de Upanema (estado situado no Rio Grande do Norte e objeto deste estudo) é conhecido por sua diversidade geológica, composta por diferentes materiais de origem, formação Açu¹, Jandaíra², Grupo Barreiras³, depósitos Colúvio-eluviais⁴ e Aluvionares⁵. Esses materiais, por sua vez, foram primordiais para a gênese de diversas classes de solos, incluindo os Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos Quartzarênicos e Vertissolos (Ratkeet al. 2020; Rêgo et al. 2016). Na maior parte

¹ Constituído por arenitos, rochas sedimentares, grãos de quartzo, bastante poroso e permeável.

² Formada por rochas sedimentares composta principalmente por calcário.

³ Resultado da sedimentação em ambientes continentais e costeiros do período terciário.

⁴ Resultado do transporte de sedimentos de partes mais altas do relevo para deposição em áreas de depressão.

⁵ Formado pela ação das águas no transporte e deposição dos materiais em planícies inundadas.

deste município, essas classes de solos são amplamente utilizadas em atividades agropecuárias, com destaque para a produção de forragem, frutas, hortaliças e grãos, que sustentam tanto a subsistência de pequenos produtores quanto o comércio local.

Apesar da relevância dessas atividades, a região ainda carece de estudos detalhados sobre a morfologia e as características físico-químicas dos solos, fundamental para identificar as limitações no uso e manejo adequado do solo (Deniz Filho et al. 2009). Estudos dessa natureza são essenciais não apenas para o mapeamento de áreas produtivas e identificação de solos degradados, mas também para a descrição da aptidão agrícola, fornecendo subsídios para práticas de conservação e manejo do solo e da água que possam maximizar o potencial agrícola da região (Rêgo et al. 2016). Dessa forma, este estudo teve como objetivo caracterizar as propriedades morfológicas, físicas e químicas dos solos mais representativos de uma topossequência na comunidade de Piracicaba, no oeste do Rio Grande do Norte, bem como classificá-los até o quarto nível categórico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de estudo

O estudo de campo foi realizado na comunidade rural de Piracicaba, em Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil (Figura 1). O clima da região é caracterizado como do tipo BSh (semiárido quente e seco), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com precipitação média anual e temperatura média do ar de 470 mm e 29°C, respectivamente (Dubreuil, 2018). A vegetação predominante na área é a Caatinga Hiperxerófila arbórea rala com presença de espécies de plantas de médio a grande porte. As áreas estão situadas sob domínio de diversos materiais parentais, sendo eles o complexo Caicó, formação Açú e Jandaíra e o grupo Barreiras, além dos depósitos Colúvio-eluviais e Aluvionares (CPRM, 2005).

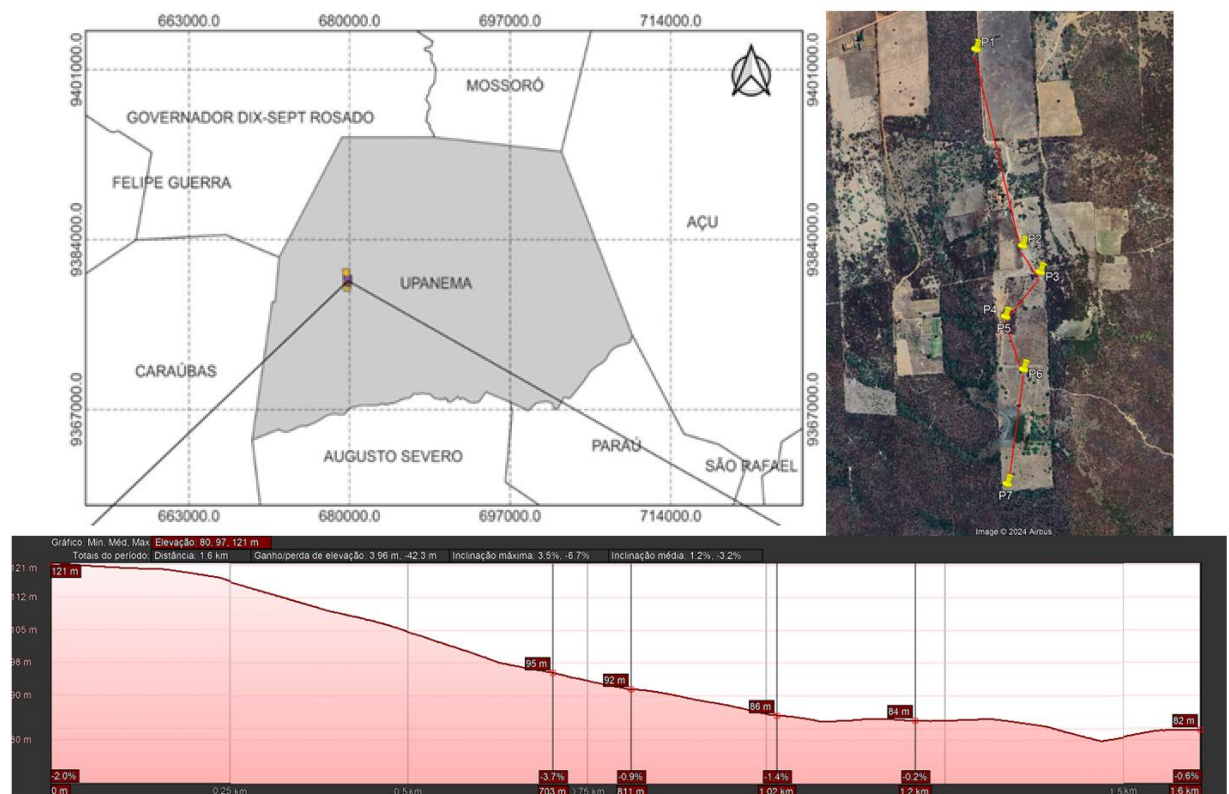


Figura 1 Localização geográfica da área experimental situada no município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil. Pontos destacados em diferentes cores representam os perfis de solo amostrados.

2.2 Amostragem e classificação taxonômica dos perfis de solo

Um total de sete trincheiras foram abertas para descrição morfológica e classificação dos perfis de solo (P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7). A amostragem foi realizada em uma área de topossequência, em que cada perfil de solo foi amostrado sob uma condição de uso e manejo do solo e cultivos, conforme especificado na tabela 1 onde o P1 e o P7 se encontram no ponto mais alto do terreno adjacente e em terreno pano que favorece a infiltração da água, ação mais intensa do intemperismo químico, enquanto os outros pontos foram coletados em áreas em declive, sendo os intemperismos físicos mais atuantes.

Tabela 1 Descrição detalhada dos pontos de coleta, histórico de uso, altitude e as respectivas coordenadas geográficas dos perfis.

Perfis de solo	Histórico de uso	Altitude	Coordenadas geográficas
P1	Ecossistema natural com predomínio de espécies caducifólias (catingueira, jurema preta) e espinhentas (xique-xique, mandacaru).	120	05°36'01"S; 37°22'41" W
P2	Área destinada à pastagem natural com caprinos.	96	05°36'23" S; 37°22'36" W
P3	Produção de hortaliças de base agroecológica.	93	05°36'26" S; 37°22'34" W
P4	Área de pousio destinado ao cultivo de grãos e mandioca.	91	05°36'31" S; 37°22'38" W
P5	Cultivo de feijão e milho sob condição de sequeiro.	85	05°36'31" S; 37°22'38" W
P6	Pastagem destinada à produção de capim Panasco.	84	05°36'37" S; 37°22'36" W
P7	Área de fruticultura com produção de cajueiro.	82	05°36'50" S; 37°22'38" W

Os perfis de solo foram descritos e coletados em todos os seus horizontes de acordo com o *Manual de descrição e coleta de solo no campo* (Santos et al., 2013) e classificados até o 4º nível categórico, com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al. 2018). Em cada perfil de solo foram realizadas coletas de amostras com estruturas deformadas e indeformadas para avaliação das propriedades químicas e físicas do solo. As amostras com estrutura deformadas foram coletadas com auxílio de picareta, enxada e pá reta, sendo secas

ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2 mm. Já as amostras indeformadas foram coletadas com uso de anéis volumétricos com dimensão 5×5 cm.

2.3 Características morfológicas

Para a caracterização morfológica dos horizontes foram avaliadas a cor por meio do uso da carta de cores de Munsell (2009), transição entre os horizontes (abrupta, clara, gradual e difusa), estrutura ou arranjo das partículas primárias do solo e a consistência das partículas, conforme o manual de descrição e coleta de solo em campo (Santos et al. 2013).

2.4 Propriedades físicas do solo

Para a caracterização física do solo foram avaliadas a granulometria (areia grossa, fina, total, silte e argila), densidade do solo e de partículas. A granulometria foi determinada pelo método da pipeta, após adição de hexametáfosfato de sódio, água destilada e agitação mecânica lenta (agitador Tipo Wagner 50 rpm) por 16 horas. A areia (2 a 0,05 mm) foi quantificada por pesagem, a argila (<0,002mm) por sedimentação e a silte por diferença entre as frações areia e argila. Por fim, a densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico e a densidade de partículas pelo método do balão volumétrico, de acordo com Teixeira et al. (2017).

2.5 Propriedades químicas do solo

Para a caracterização química do solo foram avaliadas a concentração de carbonatos de cálcio (CaCO_3), carbono orgânico total (COT), pH do solo, P disponível, cátions trocáveis (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+}), condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), acidez potencial (H^+Al), soma de bases (SB), CTC efetiva, CTC a pH 7,0, saturação por bases (V%), saturação por alumínio trocável (m) e a percentagem de sódio trocável (PST). O carbonato de cálcio (CaCO_3) foi determinado usando 0,5 mol L⁻¹ HCl, seguido de titulação com NaOH (Teixeira et al. 2017). O COT foi determinado pela digestão do material vegetal, adição de dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal (0,05 M). O pH em água e em KCL foi determinado conforme Black (1960). O P disponível, K^+ e Na^+ foram extraídos pelo extrator Mehlich-1 e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente (Teixeira et al. 2017). Os cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+}) foram

extraídos com uso de Cloreto de Potássio (KCl), enquanto que a CEes foi determinada por leituras em condutivímetro de bancada. A acidez potencial do solo foi extraída pela solução de acetato de cálcio e determinada por titulometria com NaOH. Por fim, a SB, CTC, V%, m e PST foram calculados com base nos valores obtidos pela análise química e conforme manual de Teixeira et al. (2017).

2.6 Análises estatísticas

Os resultados médios dos atributos do solo foram interpretados pela técnica da estatística multivariada com o uso do software R para produção dos gráficos de análise de componentes principais (ACP) e de correlação de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Propriedades morfológicas do solo

É possível perceber nos perfis que houve forte influência dos fatores de formação relevo e material de origem na diferenciação das classes de solos encontradas, onde os solos mais intemperizados e desenvolvidos como os dois Latossolos do ponto P1 e P7 e o Argissolo, ponto P6, se encontram nas extremidades da topossequencia estudada, em pontos menos declivosos e altos do entorno que favoreceram o intemperismo químico, formando solos mais profundos e com boa drenagem. Já os pontos dos perfis P2, P3, P4 e P5, respectivamente o Vertissolo e os três Cambissolos, que estão nas áreas mais declivosas, temos solos menos intemperizados, mais jovens, com predominância de argilominerais 2:1, são solos menos profundos, com drenagem mais deficitária, presença de carbonatos.

Tabela 2 Caracterização morfológica: cor, estrutura e consistência dos perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.

Hor./Prof. (cm)	Trans.	Cor Munsell		Grau de Des.	Estrutura		Consistência			
		Seca	Úmida		Classe	Tipo	Seca	Úmida	Molhada	
									Plast.	Pegaj.
<i>P1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico</i>										
A (0-10)	G/P*	5 YR 4/6	5 YR 3/4	Mod	MP	BlSa	Lg	F	Lg	Lg
BA (10-25)	D/P	5 YR 4/6	5 YR 3/4	Mod/For	P	BlSa	D	F	Lg	Lg
Bw (25-148)	D/P	5 YR 4/6	5 YR 3/4	Mod	MP/P	BlSa	D	MF	Lg	Lg
Bw2 (148-200+)		5 YR 5/8	5 YR 4/6	Mod	MP/P	BlSa	D	MF	Lg	Lg
<i>P2 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico</i>										
A (0-8)	C/O	10 YR 4/3	10 YR 3/2	Mod	Med	BlA	LgD	Fi	Pl	Lg
C1 (8-20)	D/P	10 YR 4/3	10 YR 3/2	For	P/Med	Pris	D	Fi	M	M
C2 (20-98)	D/P	10 YR 5/2	10 YR 6/1	For	P	Pris	D	MF	M	M
C3 (98-160)	A/O	10 YR 6/1	10 YR 5/2	For	P	Pris	D	MF	M	M
Cr (160 - 182+)		10 YR 8/2	10 YR 7/4	For	Med	BlA	Ma	F	Lg	Lg
<i>P3 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico</i>										
Ap (0-8)	G/P	10 YR 4/3	10 YR 3/2	Mod	G	BlSa	D	Fi	Lg	Lg
Bi (8-38)	G/O	7,5 YR 4/3	7,5 YR 3/3	For	G/MG	BlA	D/MD	Fi	M	M
Bc (38-92)	G/O	7,5 YR 5/4	7,5 YR 6/4	For	G/MG	BlA	D	Fi	M	M
C1 (92-108)	A/O	10 YR 6/3	10 YR 5/3	For	P/Med	BlA	MD	Fi	M	M
Cr (108-195+)		5 Y 8/1	5 Y 7/1	Mod	P	BlA/BlSa	LgD	Fi	Lg	Lg
<i>P4 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico</i>										
A (0-10)	C/P	7,5 YR 4/3	7,5 YR 3/3	For	P/Med	BlA	D	Fi	Pl	Pe
Bi (10-35)	C/P	7,5 YR 4/4	7,5 YR 3/3	For	P/Med	BlA	D	Fi	Pl	Pe
Bc (35-130)	G/O	7,5 YR 5/3	7,5 YR 4/3	For	Med/G	BlA	MD	MF	M	M
C (130-200+)		7,5 YR 6/4	7,5 YR 5/3	For	P/Med	BlA	D	Fi	Pl	Pe
<i>P5 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico</i>										
A (0-12)	C/O	10 YR 4/3	10 YR 3/2	For	G	BlA	MD	Fi	Lg	Lg
Bi (12-100)	G/O	7,5 YR 5/4	7,5 YR 3/4	For	G/MG	BlA	MD	MFi	M	M
Bc (100-125)	A/O	7,5 YR 5/3	7,5 YR 4/3	For	Med/G	BlA	MD	MFi	M	M
C (125-195+)		5 Y 8/1	5 Y 7/1	Fra	P	BlSa	LgD	F	N	N
<i>P6 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plitossólico</i>										
Ap (0-15)	G/P	7,5 YR 5/2	7,5 YR 4/2	Fra	P/MP	Gr	Ma	MF	N	N
A2 (15-55)	C/P	7,5 YR 6/4	7,5 YR 5/6	Fra	P/MP	Gr	Ma	MF	N	N
BA (55-95)	C/O	10 YR 6/4	10 YR 5/6	Mod	Med	BlA/BlSa	D	F	Lg	Lg
Btf (95-190+)		10 YR 7/3	10 YR 7/2	For	G/MG	BlA	MD	MFi	M	M
<i>P7 - LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico</i>										
A (0-8)	G/P	7,5 YR 4/4	7,5 YR 4/3	GS	P	Gr	Ma	MF	N	N
A12 (8-30)	G/P	7,5 YR 5/4	7,5 YR 4/4	GS	P	Gr	Ma	MF	N	N
BA (30-65)	D/P	5 YR 5/6	5 YR 4/4	Mod	Med	BlSa	LgD	MF	N	N
Bw (65-150)	G/O	5 YR 6/4	5 YR 5/8	Mod	Med	BlSa	LgD	MF	Lg	Lg
Bw2 (150-195+)		7,5 YR 6/8	5 YR 5/8	Mod	Med	BlSa	LgD	MF	Lg	Lg

*Transição: A: abrupta; C: clara; G: gradual; D: difusa; P: plana; O: ondulada. CalcPulv: calcário pulverulento. Estrutura: GS: grão simples; Mod: moderada; Fra: fraca; For: forte; P: pequena; Med: média; P/MP: pequena/muito pequena; G/MG: grande/muito grande; Med/MG: média/muito grande; P/Med: pequena/média; MP: muito pequena; G: grande; Gr: granular; BlA: blocos angulares; BlSa: blocos subangulares; Pris: primática. Consistência: Ma: macio; D: dura; LgD: ligeiramente dura; MD: muito dura; Lg: ligeiramente; F: friável; MF: muito friável; Fi - firme; MFi: muito firme; N: Não, M: muito; Pl: plástico; Pe: pegajoso.

O Perfil 1 e 7, de modo geral possuem características semelhantes, foram abertos na cota mais alta ao terreno adjacente, favorecendo o intemperismo químico e se apresentando como mais profundo, sendo contrastante em relação a maior parte dos solos do semiárido que são mais rasos e pedregosos (Santos et al. 2023). Além disso, caracterizaram-se por alto grau de intemperismo, profundo, homogêneo e bem estruturado. P1 apresentou, em todos os horizontes, uma consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa quando molhado. O mesmo perfil não demonstrou variação de cor ao longo dos horizontes, com matiz 5 YR, evidenciando a cor vermelha. Em relação à estrutura, observou-se o predomínio de blocos subangulares com grau de desenvolvimento variando de moderado a forte e classe muito pequena a pequena. Já o P7 de cor mais amarelada, apresentou matiz variando de 5 a 7,5 YR, não se mostrando pegajoso nem plástico nos horizontes mais superficiais, possivelmente em função da matéria orgânica que é depositada sobre este solo na área de cajucultura, estrutura granular na superfície e em blocos subangulares em subsuperfície e classe de pequena à média.

O Perfil 2 apresenta predominância da consistência dura quando seca e firme a muito firme quando úmida e muito plástica e muito pegajosa quando molhada, o que pode refletir o predomínio de argilominerais de alta atividade. Em relação ao grau de desenvolvimento e tipo de estrutura, observar-se em superfície uma estrutura em blocos subangulares com moderado grau de desenvolvimento, contrastando com a estrutura prismática com forte grau de desenvolvimento que ocorre em subsuperfície, que pode ser resultante da constituição mineralógica com minerais expansíveis.

Os Perfis 3, 4 e 5 apresentaram semelhança em relação à maioria dos atributos morfológicos, com matizes mais amareladas, estrutura com grau de desenvolvimento moderado a forte e blocos angulares, porém apresentam diferenças mais significativas quanto à consistência, onde P3 e P4 se mostram firmes em todos os horizontes e P5 já apresenta horizontes muito firmes quando úmidos. Em relação à plasticidade e pegajosidade quando molhados, P3 e P5 se mostraram no geral muito plásticos e pegajosos enquanto P4 foi categorizado com plástico e pegajoso.

O Perfil 6 apresentou variação em profundidade em relação a todos os atributos morfológicos. Os horizontes superficiais possuem matiz 7,5 YR, estrutura com grau de desenvolvimento fraco e do tipo granular, consistência macia quando seca e muito friável quando úmida, sendo não plástico e não pegajoso quando molhada. Em contrapartida, os horizontes subsuperficiais possuem matiz 10 YR, estrutura com grau de desenvolvimento moderado a forte e do tipo bloco angular, consistência dura a muito dura na condição seca,

friável quando úmida e ligeiramente plástico a muito plástico e ligeiramente pegajoso a muito pegajoso no estado molhada. Toda essa variação é consequência da mudança textural dentro do perfil, característica do processo de formação dessa classe de solo, evidenciada pela translocação da fração argila em profundidade.

3.2 Propriedades físicas do solo

No geral, os perfis analisados apresentaram classificação textural variando de areia a franco arenosa, com teores de areia entre 401 e 915 g kg⁻³, sendo possível observar o incremento do teor de argila em profundidade (Tabela 3).

A areia total mais elevada em nos P1, P6 e P7 implica em maior potencial de lixiviação das bases, são solos com menor impedimento físico e químico à drenagem, porém mais susceptíveis à erosão, enquanto os solos mais jovens, como Argissolo e Cambissolo em questão possuem minerais de atividade coloidal alta e maior teor de argila distribuída em seus horizontes.

A densidade de partículas dos perfis de solos analisados variou de 2,18 a 2,52 g/cm³ (Tabela 3). Segundo Filho et al. (2023), os valores de densidade de partículas podem ser influenciados pelo material mineral, assim como, pelo teor de matéria orgânica do solo.

De forma geral os valores de densidade do solo variaram de 1,33 à 1,72 g/cm³ (Tabela 3). De acordo com estudos acerca dos efeitos tanto da matéria orgânica como dos óxidos de ferro na porosidade total e densidade do solo, esses valores podem ser justificados pelo efeito cimentante dos óxidos de ferro, e acúmulo de matéria orgânica na camada mais superficial do solo, o que também ocorre na área de estudo desta pesquisa, onde as dinâmicas naturais contribuem de forma positiva para a conservação dos atributos e preservação da estrutura do solo (Silva et al., 2020; Lu, et al., 2014; Lopes, 2018).

Tabela 3 Propriedades físicas dos perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.

Distribuição do tamanho das partículas									
Horizonte/ Profundidade	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classificação textural (SBCS*)	Dp	Ds
cm	g kg ⁻¹							g cm ⁻³	
P1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico									
A (0-10)	402	367	769	60	171	0,35	Franco Arenosa	2,45	1,51
BA (10-25)	408	281	689	27	284	0,10	Franco Arenosa	2,41	1,46
Bw (25-148)	384	254	638	32	330	0,10	Franco Argilosa	2,44	1,48
Bw2 (148-200+)	386	260	646	27	327	0,08	Franco Argilosa	2,43	1,46
P2 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico									
A (0-8)	195	568	764	65	172	0,38	Franco Arenosa	2,30	1,49
C1 (8-20)	157	497	654	84	262	0,32	Franco Argilosa	2,21	1,43
C2 (20-98)	271	506	777	83	140	0,59	Franco Arenosa	2,52	1,58
C3 (98-160)	295	500	795	61	144	0,42	Franco Arenosa	2,31	1,62
Cr (160 - 182+)	693	190	883	27	90	0,30	Arenosa	2,37	1,65
P3 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico									
Ap (0-8)	391	421	812	66	121	0,55	Franco Arenosa	2,50	1,53
Bi (8-38)	328	370	698	60	242	0,25	Franco Arenosa	2,35	1,70
Bc (38-92)	415	238	653	49	302	0,16	Franco Argilosa	2,25	1,46
C1 (92-108)	196	385	581	189	230	0,82	Franco Argilosa	2,18	1,47
Cr (108-195+)	145	562	707	154	139	1,11	Franco Arenosa	2,31	1,38
P4 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico									
A (0-10)	334	401	736	74	190	0,39	Franco Arenosa	2,42	1,35
Bi (10-35)	224	292	516	72	411	0,18	Franco Argilosa	2,48	1,72
Bc (35-130)	87	323	410	365	225	1,63	Franco Argilosa	2,45	1,72
C (130-200+)	124	277	401	419	180	2,33	Franco Argilosa	2,42	1,51
P5 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico									
A (0-12)	507	339	845	89	66	1,35	Franco Arenosa	2,38	1,52
Bi (12-100)	327	233	560	143	297	0,48	Franco Argilosa	2,39	1,70
Bc (100-125)	109	349	458	321	220	1,46	Franco Argilosa	2,23	1,59
C (125-195+)	797	66	863	80	57	1,39	Franco Arenosa	2,40	1,51
P6 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plitossólico									
Ap (0-15)	504	410	915	50	36	1,39	Arenosa	2,52	1,52
A2 (15-55)	500	394	894	51	55	0,93	Arenosa	2,49	1,59
BA (55-95)	422	394	816	67	117	0,58	Arenosa siltosa	2,47	1,62
Btf (95-190+)	429	298	727	48	226	0,21	Arenosa siltosa	2,41	1,64
P7 - LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico									
A (0-8)	613	285	899	50	51	0,97	Arenosa	2,29	1,33
A2 (8-30)	485	389	874	60	66	0,90	Arenosa	2,48	1,53
BA (30-65)	490	345	834	56	109	0,51	Arenosa siltosa	2,50	1,54
Bw (65-150)	517	320	837	43	120	0,36	Arenosa siltosa	2,41	1,55
Bw2 (150-195+)	507	316	823	49	129	0,38	Arenosa siltosa	2,52	1,57

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação e; GD – grau de dispersão.

3.3 Propriedades químicas do solo

A tabela 4 apresenta as propriedades avaliadas na análise química dos perfis e seus horizontes de onde é possível se fazer observações e inferências a respeito dos solos estudados na paisagem.

Em relação ao carbono orgânico total (COT), os maiores teores foram encontrados nos horizontes superficiais, variando de 4,14 g kg⁻³ no Perfil 1 a 15,98 g kg⁻³ no Perfil 7 (Tabela 4), com diminuição do teor à medida que aumenta a profundidade, como geralmente é observado em solos tropicais. Os maiores valores de COT no perfil 7 pode ser um bom indicativo de proteção da matéria orgânica em solos manejados (Briedis et al., 2012), já que é comum em áreas de fruticultura a constante adição de resíduos vegetais e animais ao longo do tempo. Ainda como observado em campo, se trata de uma área próxima a um açude, que por efeito de capilaridade da água mantém a área relativamente úmida mesmo em períodos de seca, contribuindo para a atividade biológica no solo. Ademais, é possível que o não revolvimento do solo também tenha contribuído para a maior proteção do carbono orgânico dentro dos agregados, evitando que boa parte dele se perca pela ação dos processos erosivos.

A maior parte dos perfis de solo avaliados apresentaram variação de pH entre ácida e básica em profundidade, exceto o Perfil 2 que possui relação básica (7,02 a 8,22), característica de solos mais jovens, pouco intemperizados, como o caso do Vertissolo que ainda apresenta dificuldades na drenagem; e o Perfil 7 que possui reação ácida (4,12 a 5,95), característica de solos mais velhos e bastante intemperizados tiveram maior lixiviação de suas bases, como é característico dos Latossolos. O ΔpH , que representa a diferença entre o pH em KCl e o pH em água resultou em valores negativos para todos os horizontes de todos os perfis estudados, o que significa que a carga líquida nestes solos é negativa.

Todos os perfis de solo estudados apresentaram baixos valores de CEes, variando de 0,01 dS m⁻¹ a 0,52 dS m⁻¹, sendo os valores mais altos encontrados nos horizontes do Perfil 1 (Tabela 4). Esses resultados demonstram que os solos não apresentam problemas com excesso de sais, o que pode ser observado também pelas baixas PST, salvo horizontes mais profundos dos P2, P3, P4 e P5 que são solos mais jovens, provavelmente devido ao manejo adotado dentro dos agroecossistemas e aos teores de areia presente na maioria das classes de solos, favorecendo a lixiviação dos sais em superfície, com exceção dos Cambissolos e Vertissolo em função da presença de argilas de alta atividade e silte que podem criar dificuldades de drenagem, onde o maior teor de sais pode ser em função do material de origem.

Tabela 4 Propriedades químicas dos perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.

Horizonte (cm)	CaCO ₃ g/kg	COT	pH (1:2,5)		ΔpH	CE dS/m	P mg/kg	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	T	V	m	PST	
			H ₂ O	KCL				cmol _e /kg												
P1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico																				
A (0-10)	0,00	4,14	7,87	6,19	-1,68	0,40	2,02	0,32	0,04	3,93	1,26	0,00	0,70	5,82	5,82	6,52	89	0	2	
BA (10-25)	0,00	4,42	7,68	5,59	-2,10	0,33	2,03	0,34	0,04	4,01	1,39	0,00	0,54	6,06	6,06	6,59	92	0	2	
Bw (25-148)	0,00	2,47	6,21	5,11	-1,10	0,32	1,52	0,17	0,05	3,57	1,11	0,00	0,34	5,13	5,12	5,46	94	0	3	
Bw2 (148-200+)	0,00	2,04	5,31	4,42	-0,89	0,52	1,23	0,28	0,04	2,75	1,87	0,05	0,58	5,01	5,06	5,59	90	1	3	
P2 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico																				
A (0-8)	0,00	8,44	7,60	7,01	-0,59	0,06	4,01	0,58	0,05	13,44	1,58	0,00	0,32	9,94	9,94	10,26	97	0	0	
C1 (8-20)	0,00	7,31	7,71	6,86	-0,85	0,06	2,76	0,37	0,09	18,68	2,34	0,00	0,40	16,11	16,11	16,51	98	0	0	
C2 (20-98)	23,19	3,94	7,94	7,35	-0,59	0,20	2,07	0,12	0,84	4,98	2,70	0,00	0,30	20,43	20,43	20,72	99	0	3	
C3 (98-160)	22,75	2,06	8,48	7,67	-0,82	0,46	4,67	0,17	0,26	9,75	1,21	0,00	0,23	28,24	28,24	28,47	99	0	11	
Cr (160 - 182+)	22,10	2,54	8,80	7,68	-1,13	0,23	8,08	0,14	1,94	2,58	2,58	0,00	0,37	35,48	35,48	35,86	99	0	4	
P3 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico																				
Ap (0-8)	0,00	9,86	6,86	6,43	-0,44	0,01	1,95	0,59	0,06	8,66	2,31	0,00	0,48	14,85	14,77	15,33	97	0	0	
Bi (8-38)	0,00	6,02	6,44	5,52	-0,92	0,01	1,62	0,36	0,13	14,00	3,56	0,00	0,84	20,40	20,37	21,23	96	0	1	
Bc (38-92)	0,00	4,33	5,71	4,11	-1,59	0,01	1,96	0,16	0,29	16,37	5,41	0,16	1,13	21,99	22,15	23,12	95	1	1	
C1 (92-108)	0,00	2,90	6,67	5,50	-1,17	0,20	1,35	0,13	1,28	27,96	4,41	0,00	0,39	23,49	23,47	23,88	98	0	5	
Cr (108-195+)	24,67	3,07	7,73	7,22	-0,51	0,42	1,30	0,02	1,17	2,64	9,79	0,00	0,20	13,63	13,55	13,75	99	0	9	
P4 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico																				
A (0-10)	0,00	6,96	8,22	6,88	-1,34	0,06	2,97	0,65	0,33	10,03	2,97	0,00	0,76	12,93	12,93	13,69	94	0	2	
Bi (10-35)	0,00	6,18	7,02	5,09	-1,93	0,04	2,52	0,41	0,41	14,91	4,83	0,00	1,62	24,65	24,65	26,27	94	0	2	
Bc (35-130)	0,00	3,73	8,12	6,94	-1,18	0,37	1,96	0,35	0,54	27,05	3,53	0,00	0,52	31,49	31,49	32,02	98	0	5	
C (130-200+)	24,74	4,00	7,97	7,45	-0,52	0,13	2,31	0,57	0,81	11,03	1,73	0,00	0,40	28,23	28,23	28,62	99	0	7	
P5 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico																				
A (0-12)	0,00	6,12	6,79	5,42	-1,37	0,03	1,10	0,57	0,20	3,87	1,38	0,00	1,43	6,02	5,96	7,45	81	0	3	
Bi (12-100)	0,00	4,44	6,19	4,50	-1,69	0,21	1,35	0,72	0,54	16,53	4,82	0,03	1,38	21,72	21,75	23,10	94	0	2	
Bc (100-125)	0,00	3,64	8,43	7,12	-1,31	0,41	1,42	0,34	2,12	21,29	6,71	0,00	0,20	29,03	29,03	29,22	99	0	8	
C (125-195+)	0,00	1,05	8,75	7,38	-1,37	0,26	2,30	1,80	1,38	9,73	2,41	0,00	0,23	15,02	14,99	15,25	98	0	9	
P6 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plitossólico																				
Ap (0-15)	0,00	4,83	6,96	6,39	-0,57	0,05	3,88	0,52	0,17	2,42	0,64	0,00	0,67	3,76	3,76	4,42	85	0	4	
AB (15-55)	0,00	2,29	6,12	4,51	-1,61	0,01	1,62	0,29	0,16	1,66	0,64	0,00	0,69	2,75	2,75	3,44	80	0	5	
BA (55-95)	0,00	2,80	5,89	4,19	-1,70	0,01	1,50	0,36	0,19	1,69	0,70	0,00	1,30	4,17	4,17	5,47	76	0	3	
Btf (95-190+)	0,00	3,08	7,12	5,23	-1,89	0,14	1,12	0,40	0,87	2,42	0,77	0,00	0,73	14,17	14,17	14,90	95	0	6	
P7 - LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico																				
A (0-8)	0,00	15,98	5,95	5,88	-0,07	0,08	7,86	0,32	0,03	5,21	1,00	0,00	1,72	6,55	6,55	8,27	79	0	0	
AB (8-30)	0,00	2,72	5,78	5,48	-0,30	0,02	2,24	0,22	0,02	1,91	0,51	0,00	0,75	2,66	2,66	3,41	78	0	1	
BA (30-65)	0,00	2,11	4,63	4,04	-0,59	0,02	2,28	0,28	0,03	1,08	0,59	0,00	1,39	1,98	1,98	3,37	59	0	1	
Bw (65-150)	0,00	1,84	4,12	3,80	-0,32	0,10	2,40	0,18	0,13	1,01	1,03	0,00	1,58	2,32	2,32	3,90	60	0	3	
Bw2 (150-195+)	0,00	1,78	4,56	4,02	-0,54	0,05	1,95	0,16	0,09	1,56	1,12	0,00	0,78	2,91	2,91	3,68	79	0	2	

Os maiores teores de P nos Latossolos e Argissolo se encontram próximos da superfície, enquanto que nos outros solos aparece distribuído de forma mais homogênea ao longo de todo o perfil. Destaca-se aqui que o Latossolo do perfil 7 se apresentou ácido em todos os horizontes e o Vertissolo alcalino em todos os horizontes.

Os teores de alumínio (Al^{3+}) não apresentam risco de toxidez para as culturas, pois variaram de 0 a $0,16 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (Tabela 4), o que resultou em uma saturação baixa por alumínio (máximo de 1 %). Em todos os perfis de solos estudados, a saturação por bases (V) ultrapassou 50 % (59 a 99 %), o que, além de conferir ao solo o caráter eutrófico (Santos et al. 2018), também influenciou no decréscimo da saturação por Al^{3+} (Briedis et al., 2012)

Quanto à CTC, é observado nos perfis 1 e 7, ambos Latossolos, uma redução em profundidade em função de serem solos que, embora também eutróficos como os outros, possuem baixa SB, assim como o perfil 6, Argissolo, por serem solos que na superfície o processo de lixiviação é atuante. Já os perfis 3, 4 e 5 observamos observa-se a CTC mais elevada por apresentarem alto V%, SB, e influência dos carbonatos na CTC, que ao aumentarem o pH, influência nas cargas dependente de pH e aumento da CTC (MEURER et. al., 2004) em profundidade, voltando a reduzir de maneira expressiva no horizonte C quando este não apresenta carbonatos. O perfil 2, Vertissolo, apresenta aumento da CTC em profundidade relacionado com a presença também de carbonatos.

3.4 Classificação dos Solos

Na figura 2 é possível observar as classes de solos encontradas nas áreas de estudo. Os perfis foram classificados com base no Sistema de Classificação de Solos em P1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico; P2 - VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico; P3 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico; P4 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico; P5 - CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico; P6 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plintossólico; P7 - LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico.

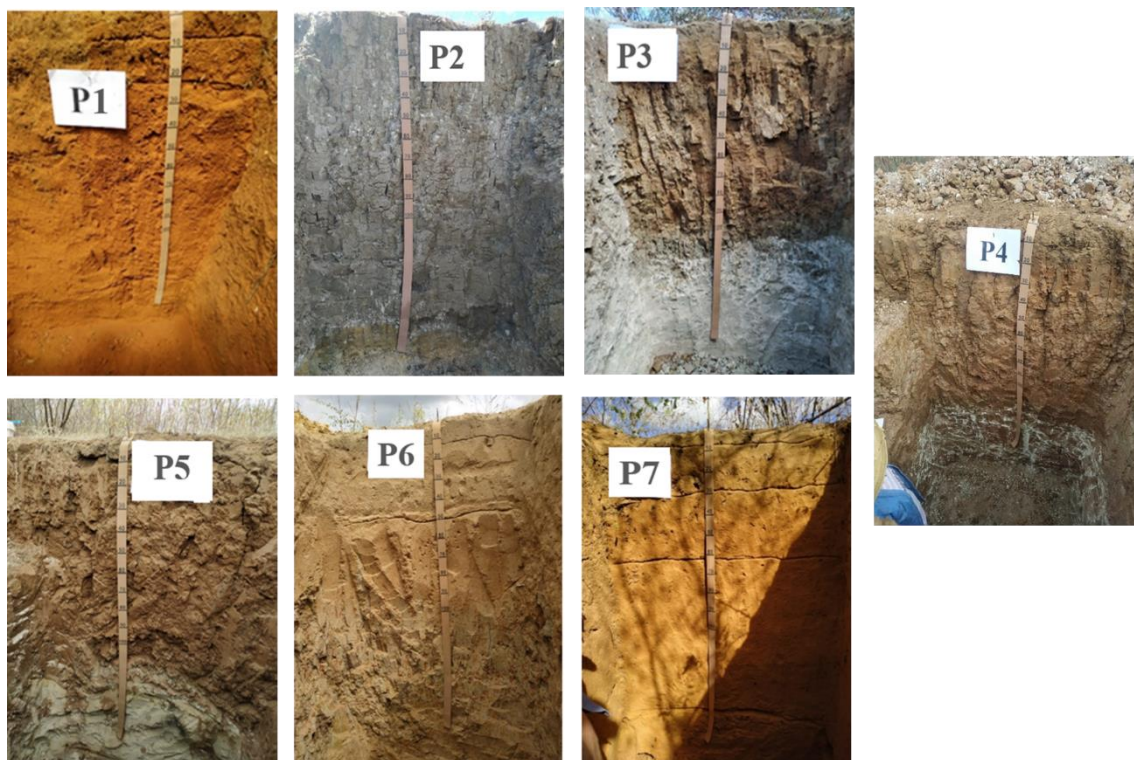


Figura 2 Perfis de solos representativos do município de Upanema, Rio Grande do Norte, Brasil.

Em relação à classificação taxonômica, o Perfil 1 foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico argissólico por ser constituído por material mineral e com horizonte B latossólico, caracterizando forte efeito do intemperismo nestes solos ao longo do tempo. O perfil apresentou cor que não se enquadrou nas classes anteriores para 2º Nível, com saturação por bases $\geq 50\%$ em todos os horizontes e relação textural B/A maior que 1,4 (Santos et al. 2018). A este respeito é interessante notar que de acordo com Ker (1997), os Latossolos se configuram como uma classe relativamente heterogênea do ponto morfológico e embora o comum é que sejam distróficos, podem ser enquadrados como eutrófico em regiões semiáridas onde as precipitações pluviais médias não são suficientes para lixiviar as bases do solo. Caso semelhante pode ser encontrado na região de estudo onde a evapotranspiração potencial superior à precipitação pluvial favorece a saturação por bases.

O Perfil 2 foi classificado como VERTISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico, constituídos por material mineral com presença de horizonte vértico, com presença de fissuras em função de ciclos de expansão e contração em função de molhamento e secagem, não se enquadrando nas classes anteriores para o 2º Nível. Além disso, apresentou caráter solódico, com PST 11% no horizonte C3, ficando entre 6 e 15% característico desta classificação, dentro dos 150 cm de profundidade (Santos et al, 2018).

Os Perfis 3, 4 e 5 foram classificados como CAMBISSOLO Háplico Ta Eutrófico solódico, com PST de 7 a 9 no horizontes mais profundos, constituídos por material mineral e que apresentam horizonte B incipiente, com muita característica ainda do material de origem, não se enquadrando nas classes anteriores para o 2º Nível e assim como o Perfil 2, apresentando um caráter solódico dentro dos 150 cm de profundidade (Santos et al., 2018).

O Perfil 6 foi classificado como ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plitossólico, constituídos por material mineral e a presença de horizonte B textural, com deposição de argila nas camadas subsuperficiais, com saturação por bases $\geq 50\%$ em todos os horizontes e presença de horizonte plíntico, formado por ciclos de encharcamento e drenagem em horizontes ricos em ferro (Santos et al., 2018).

O Perfil 7 foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Eutrófico típico, constituído por material mineral e a presença de horizonte B latossólico, com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, com relação textural B/A maior que 1,4. Embora localizado na parte mais baixa da topossequência, está, assim como o P1 em região mais plana e mais alta que o território adjacente favorecendo a infiltração da água, levando a intemperização e formação de solos mais profundos (Santos et al., 2018).

A ação conjunta dos fatores de formação do solo e os processos pedogenéticos que ocorreram na área de estudo, foi responsável pelas diferentes classes de solos encontradas, sendo possível observar variações quanto às características morfológicas (Tabela 2).

3.5 Análise multivariada

Por meio da Matriz de correlação foram demonstradas as principais correlações positivas (símbolos azuis) e negativas (símbolos vermelhos) existente entre os atributos físico, estruturais, hídricos e químicos dos solos.

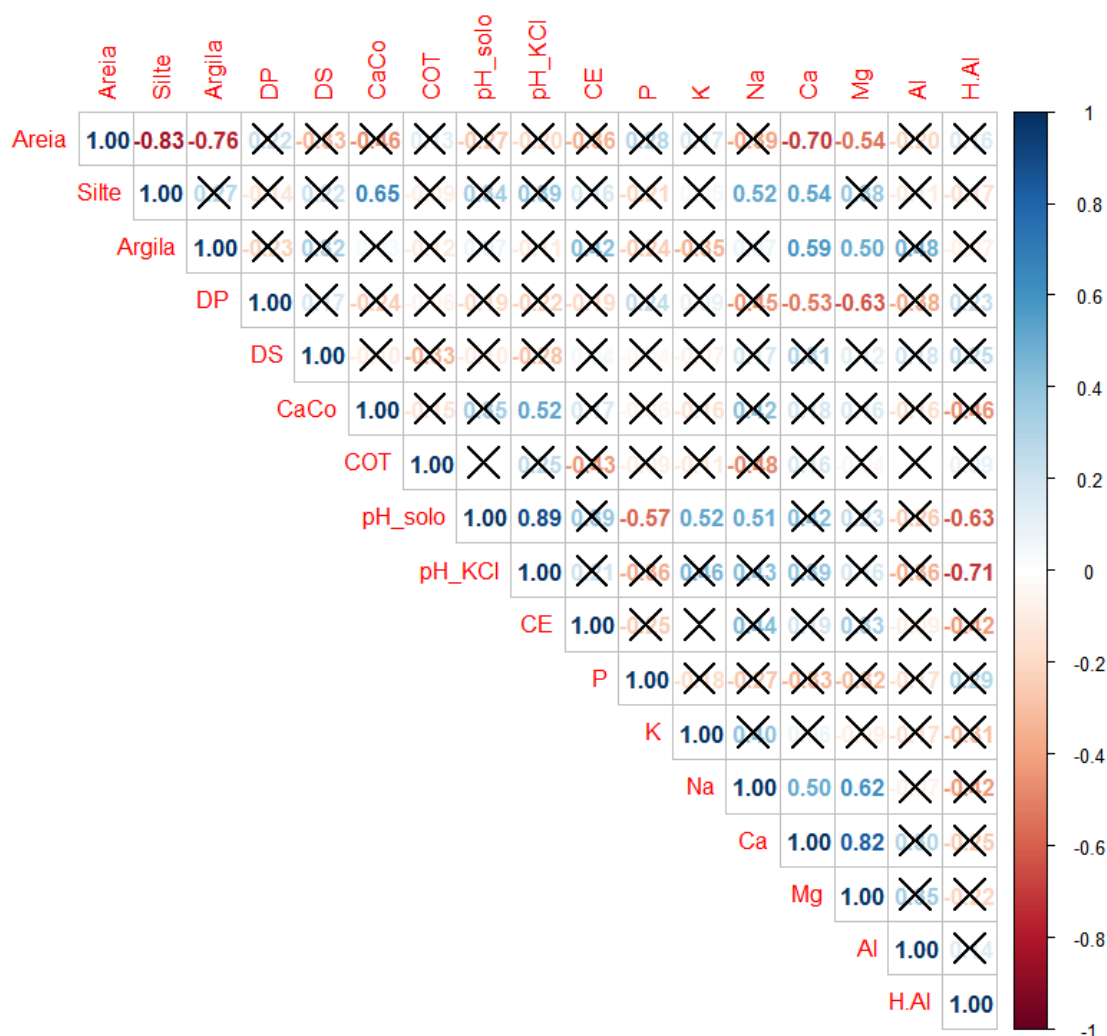


Figura 3 Análise de correlação de Pearson entre as propriedades físico-química dos perfis de solos. DP – densidade de partículas, DS – densidade do solo, COT – carbono orgânico total, CE- condutividade elétrica do estrato de saturação.

Os resultados da análise de correlação de Pearson evidenciaram correlações negativas e positivas para as propriedades físicas e químicas do solo, conforme demonstrado na figura 3. As variáveis COT, DS, CE, P e K se mostraram independentes, destacando assim sua importância para a dinâmica destes solos. A areia se correlacionou negativamente com as frações silte e argila, como é de se esperar, já que o aumento de uma fração implica na redução das outras, bem como com os tores de Ca e Mg no solo uma vez que a areia possui baixa atividade no solo. Já a fração silte apresentou correlação positiva com os cátions Na, Ca e CaCO_3 , enquanto que a fração argila se correlacionou positivamente com o Ca e Mg, em função da maior atividade e papel na adsorção de íons que, principalmente a fração argila possui.

A densidade de partículas apresentou comportamento semelhante ao observado na fração argila, porém, apresentando correlação negativa com os cátions Ca e Mg. A variável CaCO apresentou correlação positiva apenas com o pH em KCl. Para o pH do solo, observou-se correlações positivas entre esta variável, o pH em KCl e teores de K e Na no solo, além de correlações negativas com o P e a acidez potencial (H+Al), o que se apresenta de acordo com a literatura, uma vez que adição de cátions K e Na tendem a elevar o pH, enquanto P e H e Al, tendem a acidificar o meio (SOUZA, 2024). No caso do pH em KCl, foi possível observar apenas uma correlação negativa com o H+Al. Finalmente, o Na apresentou uma correlação positiva com Ca e Mg no solo, enquanto o Ca se correlacionou apenas com a variável Mg.

A ACP permitiu fazer a diferenciação dos solos por meio dos seus atributos em duas componentes principais, sendo a PC1 responsável por 40,5% e PC2 por 35,3%, juntas elas são responsáveis pela explicabilidade de 75,8% dos resultados obtidos.

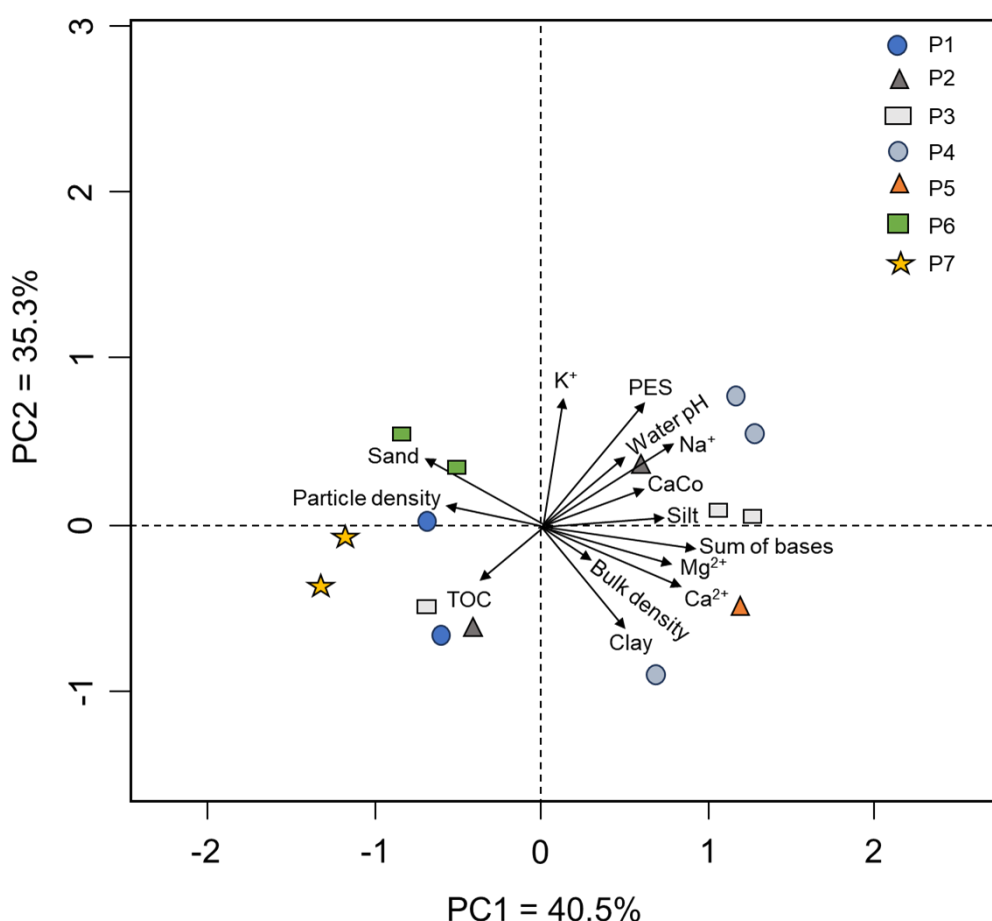


Figura 4 Análise de componentes principais (ACP) das propriedades físicas e químicas do solo dos 7 perfis analisados. P1, P2, P3, P4, P5, P6 E P7 representam as classes de solos estudadas.

A variável Carbono orgânico total (COT) foi diferencial principalmente nos perfis 1, 2, 3 e 7. A fração inorgânica areia e a densidade de partículas para os perfis 1 e 6 foram. O silte, carbonato de cálcio (CaCO_3), sódio (Na^+), pH em água, percentagem de sódio trocável (PST) e o potássio (K^+) discriminaram os perfis 2, 3 e 4. Já a Soma de base (SB), magnésio (Mg^{2+}), Cálcio (Ca^{2+}), densidade do solo e argila diferenciaram o P4 e P5.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características morfológicas, físicas e químicas dos perfis estudados demonstraram a influência do material de origem e relevo na formação de distintas classes de solos no Oeste Potiguar. A prática de manejo do solo e a incorporação de resíduos orgânicos na área afetam diretamente os fatores mais sensíveis que distinguem as classes de solo, influenciando tanto suas propriedades físicas quanto suas propriedades químicas.

Estudos como este são valiosos para que possamos atualizar e enriquecer os mapas de solos que fornecem o suporte para, entre outras coisas, a atuação dos agrônomos na promoção do uso da terra voltado para as capacidades e potencialidades de tal ambiente.

5. REFERÊNCIAS

- ALABOZ, P.; ŞENOL, H.; DENGİZCCO, O. Geochemical and mineralogical processes leading to variation of soil characteristics on calcareous toposequence in semiarid ecosystem condition. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, v. 33, p. 903–921, 2022.
- BLACK, C. A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. 2 v. (Agronomy, 9).
- BRIEDIS, C. et al. Carbono do solo e atributos de fertilidade em resposta à calagem superficial em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 7, p. 1007-1014, jul. 2012.
- CONFORTI, M.; LONGOBUCCO, T.; SCARCIGLIA, F.; NICEFORO, G.; MATTEUCCI, G.; BUTTAUFUOCO, G. Interplay between soil formation and geomorphic processes along a soil catena in a Mediterranean mountain landscape: an integrated pedological and geophysical approach. *Environmental Earth Sciences*, v. 79, p. 59, 2020.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea*. Diagnóstico do município de Frutuoso Gomes, Estado do Rio Grande do Norte. CPRM/Prodeem, Recife, 2005. 20 p.
- DINIZ FILHO, E. T.; SOBRINHO, F. E.; FRANCISCO, N. S.; PATRÍCIO, B. M.; MAIA, S. S. S. Caracterização e uso de solos em região semi-árida do Médio Oeste do Rio Grande do Norte. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 3, p. 111-120, 2009.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*, v. 37, p. 1-20, 2018.
- EMBRAPA, SOLOS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª Edição. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- FERNANDES, M. F.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. *Journal of Arid Environments*, v. 174, p. 104079, 2020.
- ISLAM, W.; Noman, A.; NAVEED, H.; HUANG, Z.; CHEN, H. Y. H. Role of environmental factors in shaping the soil microbiome. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, p. 41225–41247, 2020.
- LOPES, Thais Cristina de Souza. *Atributos estruturais e mineralógicos em classes de solos na Chapada do Apodi*. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, 2018.
- Lu S.-G., Z. Malik, D.-P. Chen, and C.-F. Wu. Porosity and pore size distribution of Ultisols and correlations to soil iron oxides. *Catena*. V. 123, 2014, p. 79–87.
- MEURER, E. J.; RHEINHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômenos de sorção em solos. In: MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. 2. ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 131-179.

PEREIRA, A. P. A.; LIMA, L. A. L.; BEZERRA, W. M.; PEREIRA, M. L.; NORMANDO, L. R. O.; MENDES, L. W.; OLIVEIRA, J. G. B.; ARAÚJO, A. S. F.; MELO, V. M. M. Grazing exclusion regulates bacterial community in highly degraded semiarid soils from the Brazilian Caatinga biome. *Land Degradation & Development*, v. 32, n. 6, p. 2210-2225, 2020.

RATKE, R. F.; CAMPOS, A. R.; INDA, A. V.; BARBOSA, R. S.; SILVA, Y. J. A. B.; NÓBREGA, J. C. A.; SILVA, J. B. L. Agricultural potential and soil use based on the pedogenetic properties of soils from the cerrado-caatinga transition. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 4, p. 1119-1134, 2020.

RÊGO, L. G. S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F.; SILVA, J. J. A.; LIMA, R. N. S. Pedogenesis and Soil Classification of an Experimental Farm in Mossoró, State of Rio Grande do Norte, Brazil. *Revista Caatinga*, v. 29, n. 4, p. 1036–1042, 2016.

SANTOS, A. S.; LIRA, D. I.; COSTA, T. S. B.; ROCHA, D. F.; LOPES, D. V. Interações pedogeomorfológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 04, p. 1776-1792, 2023.

SANTOS, H. G. et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

SILVA, G. R.; PAULETTO, D.; SILVA, A. R. Dinâmica sazonal de nutrientes e atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 63, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573 p.

SOUZA, José Ilson Rodrigues de. *Comparação de redutores de pH em solos de diferentes capacidade tampão*. 2024. 19 f. : il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2024. Orientador: Prof. Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo.