



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA
DOUTORADO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

JOSEANE DUNGA DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS EM
PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN**

MOSSORÓ

2018

JOSEANE DUNGA DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS EM
PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Manejo de Solo e Água na Agricultura

Orientadora: Prof^ª. Dra. Jeane Cruz Portela

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837c Costa, Joseane Dunga da.
Caracterização, classificação e aptidão agrícola
de solos em Projeto de Assentamento na Chapada do
Apodi, RN / Joseane Dunga da Costa. - 2018.
116 f. : il.

Orientadora: Jeane Cruz Portela.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Manejo de Solo e Água, 2018.

1. Processos pedogenéticos. 2. Calcário
Jandaíra. 3. Potencial das terras. 4. Planejamento
agroambiental. I. Portela, Jeane Cruz, orient.
II. Título.

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.

JOSEANE DUNGA DA COSTA

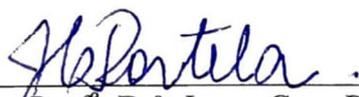
**CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS EM
PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Manejo de Solo e Água na Agricultura

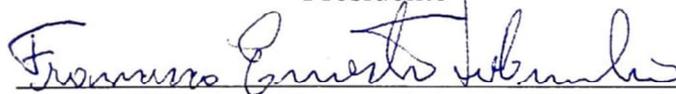
Defendida em: 29 / 08 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a. Dr.^a. Jeane Cruz Portela (UFERSA)

Presidente



Dr. Francisco Ernesto Sobrinho (Externo)

Membro Examinador



Prof.^a. Dr.^a. Carolina Malala Martins Souza (UFERSA)

Membro Examinador



Dra. Ana Kaline da Costa Ferreira (UFERSA)

Membro Examinador



Prof. Dr. Stefeson Bezerra de Melo (UFERSA)

Membro Examinador

Dedico esta realização profissional aos meus queridos pais, minha irmã, meus sobrinhos e ao meu esposo, os quais foram imprescindíveis à minha formação, conquistas e conforto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me fortalecer e renovar minha fé. Sem Ele nada eu seria.

À minha amada família, em especial, meus queridos pais, Antônio Santos da Costa e Josenilma Dunga da Costa por toda educação e amor, à minha irmã guerreira Jaqueline Dunga da Costa por todo encorajamento e perseverança, meus adoráveis sobrinhos Arthur Lourenço da Costa e Murillo Dieb da Costa por me concederem um amor inexplicável, puro e que me traz muita paz e felicidade; e ao meu amado esposo Tiago Alisson da Silva por toda dedicação, força, companheirismo e amor a mim concedidos.

À minha querida orientadora Jeane Cruz Portela, por todo ensinamento, oportunidades, confiança, carinho e dedicação, cruciais para o desenvolvimento deste trabalho, meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Francisco Ernesto Sobrinho, por todo conhecimento e auxílio transmitidos no campo e no desenvolvimento deste trabalho, e a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água (PPGMSA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Aos agricultores (as) do Projeto de Assentamento Terra de Esperança por todo amor e dedicação no campo, em especial “Seu Deinho” e “Seu Antônio” essenciais ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus queridos amigos, cada um com sua contribuição especial na realização deste trabalho e na minha vida, em especial, Phâmella Kalliny Pereira Farias, Pollyana Mona Dias, Thaís Cristina de Souza Lopes, Jonatan Levi Ferreira de Medeiros, Lunara Gleika da Silva Rêgo, Antonio Carlos da Silva, Joaquim Emanuel Fernandes Gondim, Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel, ao grupo de solos do Laboratório de Física do Solo da UFERSA e a todos que contribuíram de qualquer forma, seja numa palavra amiga ou de conforto.

À banca: Carolina Malala Martins Souza, Stefeson Bezerra de Melo, Francisco Ernesto Sobrinho e Ana Kaline da Costa Ferreira, por toda contribuição e ensinamentos a mim concedidos.

Ao PPGMSA e à UFERSA pela oportunidade de realizar este sonho do curso de doutorado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, a qual agradeço imensamente por me proporcionar essa realização profissional.

*“Não desanime de você, ainda que a colheita
de hoje não seja muito feliz.
Não coloque um ponto final nas suas
esperanças. Ainda há muito o que fazer, ainda
há muito o que plantar, e o que amar nessa
vida.
Ao invés de ficar parado no que você fez de
errado, olhe para frente, e veja o que ainda
pode ser feito...
A vida ainda não terminou. E já dizia o poeta
"que os sonhos não envelhecem...".
Vai em frente. Sorriso no rosto e firmeza nas
decisões.”*

Padre Fábio de Melo

RESUMO

O uso das terras conforme a sua aptidão, é o princípio básico da conservação do solo e da água. Com base nisso, o objetivo geral deste trabalho foi caracterizar, classificar e avaliar a aptidão agrícola de solos em Projeto de Assentamento na Chapada do Apodi, RN, apontando os fatores limitantes e potencialidades, a fim de buscar o seu planejamento agroambiental. A pesquisa foi realizada no Projeto de Assentamento Terra de Esperança, situado no município de Governador Dix-Sept Rosado no Rio Grande do Norte, onde foram escolhidos dez locais para abertura dos perfis de solos representativos, sendo eles: Áreas de Mata Nativa 1, 2 e 3 (AMN1 – P1, AMN2 – P7 e AMN3 – P9), Área Coletiva de Mata Nativa (ColMN – P2), Área Agroecológica (AGRO – P3), Área de Cajueiro (ACAJU – P4), Área Coletiva de Pastagem 1 e 2 (AColP1 – P5 e AColP2 – P6), Área de Preservação Permanente (APP – P8) e Área do Pomar de Cajarieneiras *Spondia sp.* (ACAJA – P10). Foi feito um levantamento do meio físico, que recobre a área de estudo, incluindo fatores ambientais como solo, clima, relevo, vegetação e hidrologia. Foi realizada a abertura de dez perfis de solos, descrição morfológica, coleta de amostras deformadas e indeformadas para análises físicas e estruturais e químicas do solo, classificação pedológica georreferenciada, além de ensaios de campo de infiltração e resistência mecânica do solo à penetração. Os dados dos atributos foram expressos pela média de três repetições por horizonte, e submetidos à análise estatística multivariada para detecção dos atributos mais sensíveis na distinção dos ambientes. As classes de solos encontradas foram: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – AMN1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – ColMN e P3 – AGRO), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – AColP2, P7 – AMN2 e P10 - ACAJA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – AMN3), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – ACAJU), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – AcolP1) e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – APP). O Argissolo (P4 - ACAJU) foi o único a apresentar caráter ácido, saturação por alumínio e baixa saturação por bases, distrófico e baixa capacidade de troca catiônica, formando horizontes com limitações químicas, em função do caráter latossólico. Os atributos mais sensíveis na distinção das classes de solos encontradas estão ligados ao material de origem, o qual influenciou diretamente às características físicas (teores de silte e argila) e químicas (acidez, salinidade, disponibilidade de nutrientes e atividade da fração argila) dos solos. Os atributos físicos e estruturais dos Cambissolos Háplicos, em geral, foram preservados em relação à condição atual da mata nativa, mesmo sob diferentes usos e manejos do solo, apesar, dos solos sob uso das áreas de Mata Nativa 1, de Manejo Convencional e Agroecológica denotarem naturalmente fragilidade na estabilidade de agregados e grau de floculação, em razão da predominância da fração areia. A avaliação da aptidão agrícola revelou que as terras do Projeto de Assentamento Terra de Esperança possuem elevada potencialidade agrícola, favorecida, sobretudo pelas boas condições de solo e relevo, diferindo apenas para o nível de manejo A (primitivo) e o Cambissolo Háplico da área do P1 (AMN1), como regular. As principais limitações estão relacionadas à fixação do fósforo, deficiência de água e impedimento à mecanização quanto à profundidade efetiva do solo, porém os Cambissolos Háplicos nas áreas dos P2 (AColMN) e P10 (ACAJA), foram os que apresentaram menos limitações quanto ao seu uso agrícola (lavoura). Como também há indicação para atividade menos intensiva, como pastagem natural para o Chernossolo Rêndzico (P5 – AcolP1) e Cambissolo Háplico (P6 – AcolP2); ficando o Neossolo Flúvico (P8) como área de preservação da flora e fauna, por restrição legislativa, tratando-se de uma área de preservação permanente definida pelo INCRA.

Palavras-chave: Processos pedogenéticos. Calcário Jandaíra. Potencial das terras. Planejamento agroambiental.

ABSTRACT

The use of land according to its suitability is the basic principle of soil and water conservation. Based on this, the general objective of this work was to characterize, classify and evaluate the agricultural aptitude of soils in the Chapada do Apodi, RN, indicating the limiting factors and potentialities, in order to seek agri-environmental planning. The research was carried out in the Terra de Esperança Settlement Project, located in the municipality of Governador Dix-Sept Rosado in Rio Grande do Norte, where ten sites were chosen to open the profiles of representative soils, such as: Native Forest Areas 1, 2 e 3 (NFA1 – P1, NFA2 – P7 e NFA3 – P9), Collective Area with Native Forest (CNF – P2), Agroecological area (AEA – P3), Cashew crop Area (CCA – P4), Collective Area with Pasture 1 e 2 (CAP1 – P5 e CAP2 – P6), Permanent preservation area (PPA – P8) e Cajaraneira (*Spondia* sp.) Orchard Area (COA – P10). A survey was made of the physical environment, covering the study area, including environmental factors such as soil, climate, relief, vegetation and hydrology. Ten soil profiles, morphological description, deformed and undisturbed samples for physical and structural analyzes and soil chemistry, geo - referenced pedological classification, as well as infiltration field tests and soil mechanical resistance to penetration were performed. The data of the attributes were expressed by the average of three replicates per horizon, and subjected to multivariate statistical analysis to detect the most sensitive attributes in the environments. The classes of soils found were: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – NFA1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – CNF and P3 – AEA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – CAP2, P7 – NFA2 e P10 - COA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – NFA3), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – CCA), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – CAP1) and Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – PPA). The Argissolo (P4 - CCA) was the only one to present acid character, aluminum saturation and low saturation by bases, dystrophic and low cation exchange capacity, forming horizons with chemical limitations, due to the latossolic character. The most sensitive attributes in the soil class distinction are related to the source material, which directly influenced the physical (silt and clay) and chemical (acidity, salinity, nutrient availability and clay fraction) physical characteristics of soils. The physical and structural attributes of Cambissolos Háplicos were generally preserved in relation to the current condition of the native forest, even under different uses and management of the soil, although the soils under use in the native forest areas 1, Conventional and Agroecological naturally denote fragility in aggregate stability and flocculation degree, due to the predominance of the sand fraction. The evaluation of agricultural aptitude revealed that the lands of the Terra da Esperança Settlement Project have a high agricultural potential, favored mainly by the good soil and relief conditions, differing only in the management level A (primitive) and the Cambissolo Háplico in the area of the P1 (NFA1), as regular. The main limitations are related to phosphorus fixation, water deficiency and impedance to mechanization in terms of effective soil depth. However, the replicates in the areas of P2 (CNF) and P10 (COA) were the ones that had the least limitations on their agricultural use (tillage). As there is also indication for less intensive activity, like natural pasturage for the Chernossolo Rêndzico (P5 – CAP1) and Cambissolo Háplico (P6 – CAP2); with the Neossolo Flúvico (P8) as an area for the preservation of flora and fauna, due to legislative restriction, being a permanent preservation area defined by INCRA.

Keywords: Pedogenic processes. Jandaíra Limestone. Land potential. Agro-environmental planning.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

- Figura 1 – Localização da área de estudo: Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande Grande do Norte, Brasil..... 25
- Figura 2 – Classes de solos do P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN, conforme o SiBCS (Santos et al., 2013).....42
- Figura 3 – Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre os fatores 1 e 2 (b).....45
- Figura 4 – Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre os fatores 3 e 4 (b).....46

CAPÍTULO 2 - INDICADORES FÍSICOS DE CAMBISSOLOS SOB DIFERENTES USOS NA CHAPADA DO APODI, RN

- Figura 1 – Localização da área de estudo: Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande Grande do Norte, Brasil.....56
- Figura 2 – Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre fatores (1 e 2) (b).....65
- Figura 3 – Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre fatores (3 e 4) (b).....66
- Figura 4 – Dendograma vertical da matriz de distâncias dos solos conforme os usos, pelo método de agrupamento pelo método wards.....68

CAPÍTULO 3 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

- Figura 1 – Localização da área de estudo: Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil.....77
- Figura 2 – Mapa geológico do município Governador Dix-Sept Rosado, RN.....78
- Figura 3 – Mapa de declividade do Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande Grande do Norte.....79
- Figura 4 – Classes de solos do P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN, conforme o SiBCS (Santos et al., 2013)..... 80

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

Tabela 1	–	Atributos morfológicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.....	32
Tabela 2	–	Atributos físicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.....	34
Tabela 3	–	Atributos químicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.....	39
Tabela 4	–	Porcentagem de área que cada classe de solo ocupa no P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN.....	43
Tabela 5	–	Matriz de correlação entre as variáveis físicas e químicas dos perfis de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança na Chapada do Apodi-RN.....	44
Tabela 6	–	Matriz de cargas fatoriais após rotação ortogonal pelo Método Varimax para as variáveis físicas e químicas dos perfis de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança na Chapada do Apodi - RN.....	47

CAPÍTULO 2 - INDICADORES FÍSICOS DE CAMBISSOLOS SOB DIFERENTES USOS NA CHAPADA DO APODI, RN

Tabela 1	–	Indicadores físicos de Cambissolos sob diferentes usos no Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado – RN, de 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m.....	62
Tabela 2	–	Matriz de correlação entre as variáveis (indicadores físicos) do solo nas áreas em estudo.....	63
Tabela 3	–	Matriz de cargas fatoriais após rotação ortogonal pelo Método Varimax para os dados de indicadores físicos dos solos nas áreas de estudo.....	64
Tabela 4	–	Valores de referência dos dez indicadores físicos dos solos incluídos nos grupos de desempenho Bom, Regular e Ruim a partir dos mais relevantes dos fatores 1, 2, 3 e 4 da análise fatorial.....	69

CAPÍTULO 3 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

Tabela 1	–	Porcentagem de área que cada classe de solo ocupa no P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN.....	80
Tabela 2	–	Caracterização físico-química dos perfis de solos do P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN.....	81
Tabela 3	–	Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes = n.....	84

Tabela 4	–	Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio = a.....	84
Tabela 5	–	Graus de limitação referente à fixação do fósforo.....	85
Tabela 6	–	Classes de drenagem.....	85
Tabela 7	–	Classes de declividade em porcentagem.....	86
Tabela 8	–	Graus de limitação referentes à rochiosidade e/ou pedregosidade = r.....	86
Tabela 9	–	Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = m (declividade x rochiosidade e/ou pedregosidade).....	87
Tabela 10	–	Graus de limitação referentes à profundidade efetiva do solo = p.....	87
Tabela 11	–	Classificação da aptidão agrícola das terras do Projeto de Assentamento Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado, RN.....	91

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

Quadro 1	–	Quadro de avaliação da aptidão agrícola das terras.....	83
----------	---	---	----

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.	Evolução da Chapada do Apodi.....	3
2.2.	Relevo, material de origem e clima da Chapada do Apodi.....	3
2.3.	Principais solos da Chapada do Apodi.....	5
2.4.	Atributos do solo	7
2.4.1.	Textura.....	7
2.4.2.	Permeabilidade.....	8
2.4.3.	Estrutura.....	9
2.4.4.	Resistência mecânica do solo à penetração.....	10
2.4.5.	Carbonato de cálcio, cátions trocáveis e pH.....	11
2.4.6.	Fósforo e carbono orgânico.....	12
2.5.	Avaliação do potencial das terras.....	12
2.5.1.	Levantamento utilitário do meio físico.....	13
2.5.2.	Categorias do sistema.....	15
	REFERÊNCIAS	16
	CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN.....	22
1.	INTRODUÇÃO.....	24
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.	CONCLUSÕES.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	CAPÍTULO 2 - INDICADORES FÍSICOS DE CAMBISSOLOS SOB DIFERENTES USOS NA CHAPADA DO APODI, RN.....	53
1.	INTRODUÇÃO.....	55
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	56
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.	CONCLUSÕES.....	70
	REFERÊNCIAS.....	71
	CAPÍTULO 3 - APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN....	73

1.	INTRODUÇÃO.....	75
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
4.	CONCLUSÕES.....	92
	REFERÊNCIAS.....	93
3.	CONCLUSÃO GERAL.....	95
	APÊNDICE.....	97

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Chapada do Apodi encontra-se distribuída geologicamente em território de doze municípios, sendo eles: Apodi, Baraúna, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Mossoró, Upanema e Assu (estes no Estado do Rio Grande do Norte); Alto Santo; Jaguaruana; Limoeiro do Norte; Quixeré e Tabuleiro do Norte (estes no Ceará).

A microrregião da Chapada do Apodi, localizada no extremo noroeste do Estado do Rio Grande do Norte, é constituída de solos com fertilidade natural razoável, apresentando, como embasamento, rochas do grupo Apodi (arenito Açú e as formações calcárias Jandaíra, e Sebastionópolis) e retalhos de sedimentos areníticos mais recentes, sob vegetação de clima semiárido (Ernesto Sobrinho, 1980), destacando-se como importante pólo de exploração agrícola de fruticultura na região Nordeste do Brasil (Mota et al., 2007).

Os solos mais encontrados na chapada do Apodi são Cambissolos e Chernossolos tendo como material de origem o calcário Jandaíra, Neossolos Flúvicos e Vertissolos na planície fluvial e sob influência de sedimentos originados das rochas de idade cretácica do Grupo Apodi (Maia, 2005); sendo ainda encontrado em paisagem plana sobre o Arenito Açú, os Argissolos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (Ernesto Sobrinho, 1980). Além disso, mesmo em condições de relevo plano, pode apresentar solos de mesma classe, com atributos físicos, químicos e mineralógicos diferentes. Provavelmente esta alta variabilidade esteja associada a pequenas oscilações do microrrelevo e aos fluxos diferenciados de água (Costa et al., 2011; Oliveira et al., 2009). Assim como, a existência de fraturas no material de origem, proporcionando melhores condições de drenagem e intemperismo (Alencar, 2002) e forte influência do material de origem calcário.

Desde a apropriação das terras pelos assentados, a exploração agropecuária tem promovido alterações significativas na organização e na degradação do espaço rural da microrregião da Chapada do Apodi, em especial a erosão ocorrida pela não observância da aptidão agrícola das terras, como também o uso intensivo do solo sem manutenção da cobertura vegetal e a ausência de práticas conservacionistas. Além disso, a implantação do Projeto Perímetro Irrigado Santa Cruz do Apodi, é considerada um dos principais conflitos pela posse e uso da terra, acirrando cada vez mais o conflito socioambiental desencadeado na Chapada do Apodi/RN (Pinto et al., 2016).

Problemas estes que tem chamado à atenção da comunidade acadêmica, principalmente por estarem ligados à utilização inadequada dos solos, em função da carência de estudos sobre pedologia mais detalhados na Chapada do Apodi, marcada pela predominância de Cambissolos, por exemplo, com variabilidade em suas propriedades

químicas, físicas e mineralógicas em pequenas escalas espaciais, porém que podem exigir demandas de uso e manejo distintos, proporcionando assim, a essa região, maiores informações, para um planejamento agroambiental mais adequado. Neste contexto, a caracterização e análise dos aspectos morfológicos, físicos, químicos dos solos e do ambiente, representam um instrumento indispensável para o ordenamento do uso, manejo e ocupação das terras com agricultura.

Dessa forma, conforme o processo aplicado na exploração do solo, de forma inadequada, ele pode se tornar esgotável, por isso, tendo em vista a crescente necessidade de explorar tal recurso, visando obter maiores produções e reduzir, em níveis aceitáveis, o seu desgaste e empobrecimento, é imprescindível determinar o processo mais adequado para conduzir essa exploração, através do uso e manejo racional da terra – o que só se pode conseguir por meio da identificação dos diversos atributos do solo envolvidos, realizado mediante um levantamento do meio físico, o qual reconhece e avalia as características e condições das terras, constituindo as bases sobre as quais se deve assentar o planejamento do uso agrícola de áreas de interesse (Lepsch et al., 2015).

As hipóteses do presente estudo delineadas é que a aptidão agrícola das terras é influenciada pela condição pedogenética e alterações antrópicas, conseqüentemente, apresentarão diferentes potencialidades e limitações quanto ao uso. Além de que, os fatores de formação dos solos sob embasamento calcário na Chapada do Apodi, RN, favorecem a formação de horizontes diagnósticos cálcicos ou petrocálcicos, ou ainda caráter carbonático.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar, classificar e avaliar a aptidão agrícola de solos em Projeto de Assentamento na Chapada do Apodi, RN, apontando os fatores limitantes e potencialidades, a fim de buscar o seu planejamento agroambiental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Evolução da Chapada do Apodi

As condições que formaram a Chapada do Apodi podem ser explicadas pelo modelo de Huntington-Bigarela, o qual considera pediplanação sob clima seco e dissecação (recorte da paisagem) em clima úmido, onde se supõe que após a sedimentação no Período Cretáceo, houve um período de pediplanação (Pd₂), dando origem às Serras de Mossoró e Martins, sendo que profundas mudanças climáticas devem ter ocorrido na região, de modo que um clima úmido deve ter se instalado e provocado um intemperismo bem acentuado sobre o manto de cobertura, com maior intensidade, quanto mais afastado estivesse do mar (Ernesto Sobrinho, 1980). Ainda segundo ao autor, após longa atuação do intemperismo juntamente com a erosão acentuada que removeu o manto da superfície Pd₂, o clima passou de úmido para árido, resultando na formação de outro pediplano (Pd₁) correspondente a Chapada do Apodi.

Após esta fase de pediplanação, já num clima tendendo novamente para úmido e antes de uma transgressão marinha mais acentuada, foram cavados cânions ao longo dos baixos cursos dos rios, com carreamento de sedimentos grosseiros, simultaneamente ao levantamento relativo do nível do mar; onde nos menores desníveis induziram a grande deposição de sedimentos de caráter flúvio-marinho-lacustre, de sentido bastante horizontal, dando origem ao substrato para a formação dos Vertissolos e solos salinos (Planossolos) (Ernesto Sobrinho, 1980; Resende, 1989).

No período de máxima transgressão marinha associada a um clima mais úmido, pode ter induzido a formação de uma área mais extensa de Vertissolos e Rendzinas (atualmente Chernossolos), ao longo dos vales dos rios Apodi e Upanema. Com a acentuação da escassez de água (mudança do regime úmido para semiárido) e uma melhor organização do sistema de drenagem com o abaixamento do lençol freático, foram estabelecidas as condições para o desenvolvimento de horizonte B e, conseqüentemente, a formação de solos mais profundos como Cambissolos, Argissolos, Luvisolos e Latossolos (Ernesto Sobrinho, 1980; Resende, 1989).

2.2. Relevo, material de origem e clima da Chapada do Apodi

A Chapada do Apodi funciona como um divisor de águas entre as bacias dos rios Jaguaribe e Apodi, considerada então, como um dos relevos mais antigos do Nordeste; onde a evolução do relevo que culminou na sua formação e a evolução do rio Jaguaribe no sentido

leste constituem o principal fator de degradação lateral, submetendo a borda ocidental da bacia Potiguar a desgaste erosivo paralelo onde a superfície de cimeira é conservada, enquanto as vertentes são erodidas (Alencar, 2002).

São encontrados na bacia hidrográfica do rio Apodi, os relevos que variam de plano (declividade de 0 a 3%), suave ondulado (declividade de 3 a 8 %), ondulado (declividade de 8 a 15 %), forte ondulado (declividade de 15 a 45 %) e a montanhoso (declividade maior que 45 %), porém, de modo geral, a área estudada apresenta grande uniformidade topográfica, sendo predominante o relevo plano e suave ondulado (DNOCS, 1978).

O grupo Apodi, que é o principal conjunto estratigráfico da Chapada harmônica, tem como embasamento, rochas na parte inferior (lapa) como o arenito Açú (dividido em três andares) e na capa as formações calcárias Sebastianópolis e Jandaíra, ambos fossilíferas, além de sedimentos mais recentes diretamente sobre o cristalino cortado pelo aplainamento mais ao sul do que ao norte, sob vegetação de clima semiárido (Figura 1). O arenito Açú inferior é feldspático, cinzento com camadas conglomeráticas; o médio apresenta folhelhos e arroxeados, intercalados em arenito fino; e o superior, na transição para formações calcárias, é cinzento, calcífero, pouco cimentado com bancos calcários, fossilífero, enquanto que o embasamento cristalino de rochas migmatizadas e granitizadas, com aplainamento pré-cretáceo, mergulha para o norte (Ernesto Sobrinho, 1980).

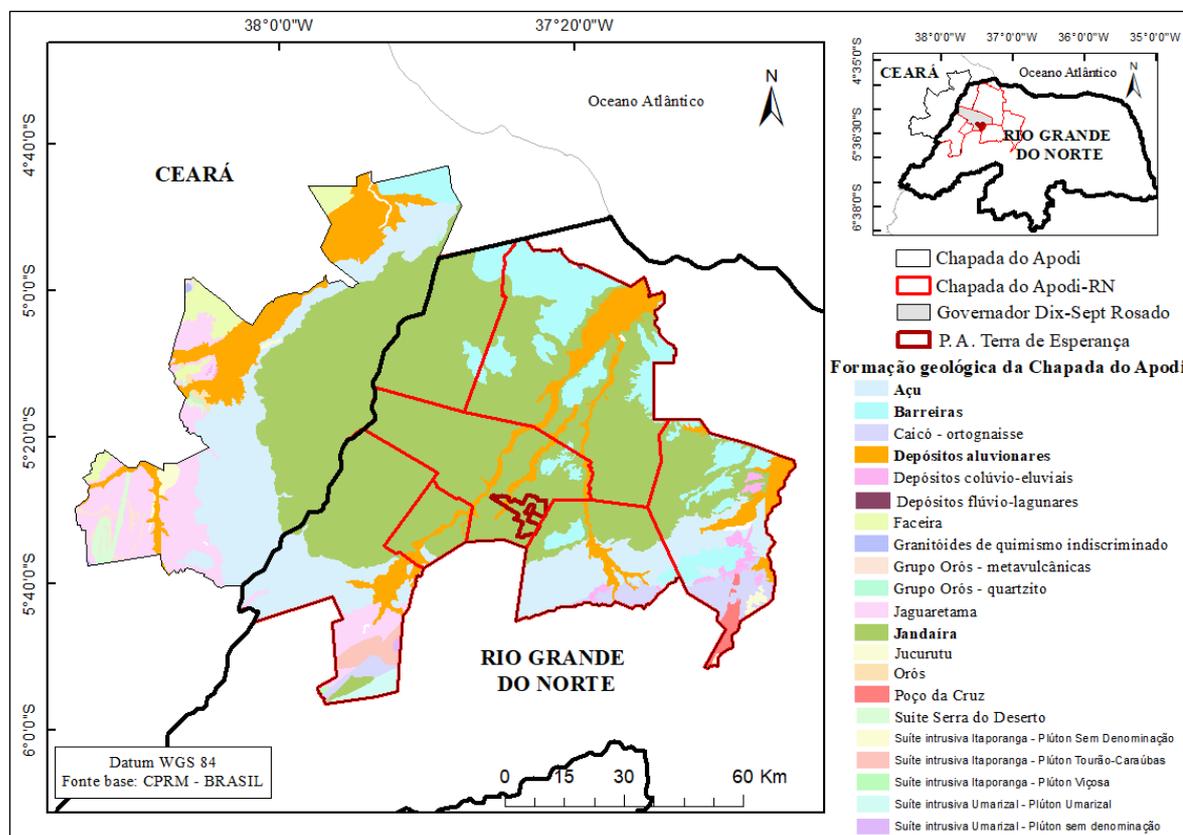


Figura 1. Formação geológica (unidades litoestratigráficas) da Chapada do Apodi.
 Fonte: Adaptado de Brasil – CPRM, 2001.

O embasamento calcário pode ser formado pela deposição natural em ambientes marinhos ou continentes de água claras, quentes e rasas, como também pela erosão ou lixiviação e posterior transporte do material carbonático de zonas dissolução a zonas de precipitação que leva à sedimentação destas rochas em camadas paralelas e horizontais (Acocella & Turrini, 2010), com relevo de cuevas na borda da Chapada do Apodi, ou seja, com camadas inclinadas e paralelas sobrepostas ao arenito Açú (Ernesto Sobrinho, 1980).

A Formação Jandaíra representa a mais extensa área de afloramento de carbonatos fanerozóicos do Brasil, as suas rochas constituem uma rampa carbonática que aflora em praticamente toda a porção emersa da Bacia Potiguar, a qual foi submetida, durante e após sua deposição, a diversos episódios de soerguimento provocando exposição subaérea e erosão que resultaram em intensa carstificação e dissolução (Maia et al., 2012).

A deposição da Formação Jandaíra ocorreu há cerca de 90 milhões de anos, em ambiente de deriva continental e sob influência de mar aberto e raso, durante a evolução da Bacia Potiguar (Xavier Neto, 2006). Nessa formação encontram-se camadas de calcário calcítico de cor cinza-clara e branca ou amarela, com granulação fina a média, e de calcário dolomítico cinzento ou amarelo de granulação mais grosseira, como também calcários com pequenas conchas de moluscos, nodulosos, lageados, gredosos, arenosos e arenitos calcíferos (DNOCS, 1978; Mota et al., 2007). Constituindo então, a Formação Jandaíra, como um aquífero livre, predominantemente cárstico, em que o armazenamento e a circulação de água ocorrem em fendas abertas pela dissolução, e é limitada na base por níveis argilosos folhelho da Formação Açú (Fernandes et al., 2005).

Em clima semiárido associado a materiais carbonáticos, é comum o processo de formação de precipitados de carbonato de cálcio secundário, uma vez que o carbonato dissolvido da rocha subjacente não é totalmente removido, denominados de horizontes cálcicos e/ou petrocálcicos (Lynch, 2009).

2.3. Principais solos da Chapada do Apodi

A intensidade da atuação dos fatores de formação do solo sobre o material de origem associados aos mecanismos de formação determina o grau de expressão dos processos pedogenéticos, explicando a grande variação de classes de solos, especialmente em regiões calcárias, por isso, a acumulação de carbonato de cálcio no solo, e posterior formação de horizontes cálcicos e/ou petrocálcicos, são desencadeados pelo movimento da solução do solo, que está intrinsecamente associado ao clima, o relevo e a estabilidade da superfície (Bachman & Machete, 1997).

Nesse contexto, os solos encontrados na Chapada do Apodi são Cambissolos em grande maioria, Neossolos Flúvicos, Vertissolos na planície fluvial e sob influência de sedimentos originados das rochas de idade cretácica do grupo Apodi; além de Neossolos Litólicos no limite entre o baixo e o médio Jaguaribe e nos reborbos e patamares da bacia Potiguar (Maia, 2005). Em paisagem plana e suavemente ondulada, ocorrem os Argissolos Vermelhos-Amarelos latossólicos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, e nos terços inferiores Argissolos, Plintossolos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos (Ernesto Sobrinho, 1980).

De modo geral, os solos desenvolvidos na Chapada do Apodi, e principalmente a partir do embasamento calcário ainda é carente de estudos. Entre os estudos sobre os solos nessa litologia do Brasil, especialmente na Chapada do Rio Grande do Norte, destacam-se: Ernesto Sobrinho (1980), Maia et al. (2001), Mota (2004), Mota et al. (2007), Mota et al. (2008) e Souza (2014); já na do Ceará, a qual foi mais estudada recentemente, tem-se: Oliveira et al. (2009); Costa et al. (2011), Girão (2011), Oliveira (2012) e Oliveira et al. (2013). Ferreira (2013) estudou a gênese e classificação dos solos em ambiente cárstico na Chapada do Apodi, ambos os lados do Rio Grande do Norte, como também do Ceará.

No caso da Chapada do Apodi, Ceará, estudos prévios têm buscado relacionar a grande variabilidade de solos espacial de atributos químicos e físicos dos solos e da pedogênese local à existência de descontinuidade litológica (Girão, 2011), e às oscilações do microrrelevo de superfície, as quais podem alterar a dinâmica hídrica nos solos (Oliveira, 2009; Costa et al., 2011).

Já na Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, formados a partir da dissolução dos carbonatos marinhos da Formação Jandaíra, foram encontrados Cambissolos Eutróficos e Chernossolos Rêndzicos no trecho Mossoró-Apodi-Brejo das Freiras, todos rasos, com textura média a argilosa e argila de atividade alta (CODEVASF, 1996). Entretanto, Mota (2004) cita que a classe de Cambissolos é a predominante na região da Chapada do Apodi, com características físicas, químicas e mineralógicas bem distintas, o que demanda um manejo diferenciado.

Os solos originados do calcário puro (com menos de 10 % de impurezas), geralmente são rasos (com lenta intensidade de formação) (Piló, 2000), apresentando afloramento em grande parte da área, quando não, sua presença foi assinalada por sondagens, geralmente o calcário exposto em superfície do terreno é mais compacto, porém, em profundidade, intercalam-se camadas mais brandas (Brito et al., 2017).

A pureza do calcário é um dos principais influenciadores sobre a variedade dos atributos do solo, sendo considerado como puro quando apresenta mais de 92 % de

carbonatos, podendo ser de dois tipos correspondente aos minerais carbonatos de cálcio e magnésio, onde os 8 % restantes são impurezas menos solúveis, como matéria orgânica, óxido de ferro, argilas, sílica, dentre outros (Shinzato, 1998). Já os calcários dolomitizados, com presença de 30 a 40 % de impurezas, originam solos mais desenvolvidos e mais espessos (Piló, 2000).

O material de origem calcário pode influenciar muito na formação dos solos da região, porém, maior parte dos estudos cita pelo menos a presença de carbonatos em perfis de Cambissolos, conforme encontrado por Valladares et al. (2009), que ao descrever a morfologia do perfil, detectou a presença de horizonte cálcico entre 41 – 61 cm de profundidade, sendo o mesmo classificado pelos autores como Cambissolo Háptico Carbonático saprolítico. Vale ressaltar também, outras classes de solos que predominam na Chapada do Apodi, como as manchas significativas de Chernossolos ao longo de toda região, os quais têm como origem o calcário fossilífero de granulação fina, pertencente ao Grupo Apodi, referente ao Cretáceo (sedimentos mesozóicos) (Melo et al., 2017). Estes mesmos autores (Melo et al., 2017) observaram a influência da calcita na coloração do Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico, bem como na sua classificação taxonômica do segundo nível categórico, com presença de pelo menos horizonte cálcico, petrocálcico ou caráter carbonático entre o A chernozêmico e /ou horizonte C.

Portanto, a variabilidade de solos da Chapada do Apodi e suas distintas limitações quanto à mecanização, fertilidade, salinidade, drenagem e profundidade efetiva, faz com que a exploração destas terras seja muito variável, necessitando então, de estudos localizados para cada tipo de solo (Amaro Filho, 1991).

2.4 Atributos do solo

2.4.1. Textura

A textura do solo é uma característica fixa, inerente a litologia, ou seja, de difícil alteração pelo homem nos tratamentos agrícolas, dos quais dependem vários atributos e comportamentos do solo, como: estrutura, consistência, permeabilidade, capacidade de retenção de água e trocas iônicas. A distribuição textural pode ser variável nos horizontes de um perfil, por exemplo, solos com diferentes texturas podem apresentar comportamentos distintos no que se refere ao sistema solo-água-ar e planta. Este atributo pode ser determinado tanto em campo por meio da sensação ao tato em razão das suas proporções de argila, silte e areia, quanto em laboratório através da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) de amostras coletadas,

após eliminação de matéria orgânica e o uso de dispersantes, sendo mais eficaz, a realização dos dois métodos, além disso, as limitações ligeiras ao uso da terra, no geral, quanto à textura, são as arenosas no horizonte A, principalmente, quando associadas à mudança textural abrupta e a presença de cascalhos; sendo as mais severas as texturas arenosas em todo o perfil (Lepsh et al., 2015).

Dessa forma, a textura é um indicador físico do solo que não é passível a modificações em função do manejo ou cultivo agrícola adotado no solo (Nunes et al., 2015), sendo então, uma das características de maior estabilidade, porém, além de apresentar a distribuição quantitativa das partículas sólidas minerais do solo quanto ao tamanho (areia, silte e argila), é de grande importância para a descrição, identificação e classificação dos solos, bem como, na determinação da água disponível às plantas (Ferreira, 2010).

Portanto, o conhecimento dos diferentes tamanhos de partículas existentes no solo é fundamental para entender o seu comportamento e melhor manejá-lo (Brady & Weil, 2013).

2.4.2. Permeabilidade

Por definição, a permeabilidade consiste na facilidade com que a água ou o ar se movimentam, ou seja, penetra ou atravessa uma camada ou horizonte do solo, através do sistema de poros, e conseqüentemente, favorecendo no desenvolvimento das plantas (Lepsh et al., 2015). A forma de uso e ocupação do solo também afeta diretamente na capacidade de infiltração, podendo provocar degradação e danos ambientais muitas vezes irreversíveis (Minosso et al., 2017).

Essa propriedade pode ser avaliada em cada uma das camadas ou horizontes do perfil pelo exame associado da textura, friabilidade, estrutura e quantidade de poros visíveis a olho nu. Além disso, a permeabilidade tem forte relação à estrutura do solo, que, por sua vez, fornece, no campo, uma ideia próxima ao grau de agregação, adensamento ou compactação das partículas; e à quantidade de poros e fendas existentes nos vários pontos do perfil. Dessa forma, por meio da associação desses elementos, é que se permite fazer inferências sobre este atributo (Lepsh et al., 2015).

Existem também outras formas indiretas de determinação, por meio da curva granulométrica, ensaio de adensamento, uso de permeômetros e ensaios de campo, como o de infiltração, determinando a Velocidade de Infiltração Básica (VIB) (Lepsh et al., 2015).

Dessa forma, é de fundamental importância o conhecimento da taxa de infiltração da água no solo para que possam ser definidas técnicas de conservação do solo (Wang et al., 2014), planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, bem como auxiliar na

composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo, podendo ser quantificada por meio de métodos simples e capazes de representar, adequadamente, as condições naturais em que se encontra o solo, utilizando-se principalmente, infiltrômetros duplo-anel (Paixão et al., 2005).

Uma das metodologias mais utilizadas dos anéis concêntricos é a determinada por Bernardo et al. (2008), que envolve dois cilindros metálicos um dentro do outro, para minimizar as infiltrações laterais, mantendo o fluxo na direção vertical, e acoplada ao cilindro interno uma escala métrica em cm (Bernardo et al., 2008).

2.4.3. Estrutura

A estrutura do solo é um indicador físico de grande importância. Ela consiste no arranjo das partículas sólidas do solo e poros a ela associados, formando agregados com dimensão e forma diferentes. Ou seja, no solo, as partículas sólidas individuais como areia, silte e argila se encontram ligadas umas às outras pela ação mecânica de forças de coesão e adesão para sua aproximação (como a gravidade, crescimento das raízes, contração e expansão do solo, além da ação da fauna) e pela ação de agentes cimentantes para sua estabilização (como a argila, água, matéria orgânica, como também pela ação da fauna do solo pelas bactérias, fungos e arqueias), e assim, poder gerar o agregado como unidade estrutural. Valendo ressaltar que, os macroporos são formados pela união de vários agregados, já os microporos pela união entre as partículas (Fageria & Stone, 2006).

A infiltração e retenção de água, difusão do ar, a temperatura do solo, e o sistema radicular das plantas são atributos totalmente relacionados com a estrutura do solo (Stefanoski et al., 2013). Por isso, modificações na estrutura do solo desestabilizam o arranjo das partículas e, conseqüentemente, a distribuição de poros, comprometendo a aeração e água, além do desenvolvimento do sistema radicular das plantas, bem como aumentar a resistência mecânica do solo à penetração e ao manejo, assim, a manutenção de um bom estado de agregação e estabilidade que preconizam a estrutura adequada do solo, é condição primordial para obtenção de produtividades agrícolas economicamente viáveis (Corrêa, 2002).

Dessa forma, a estrutura do solo, do ponto de vista da física, constitui um ambiente dinâmico, sensível ao manejos e usos do solo (Stefanoski et al., 2013), cuja alteração determinará um novo comportamento dos processos que ocorrem no solo (Ferreira, 2010), bem como influenciada também pelas condições pedogenéticas. Portanto, a sua avaliação pode ser realizada por meio dos principais indicadores físicos apontados por Araújo et al.

(2012), que são densidade do solo, porosidade, resistência à penetração, estabilidade de agregados, capacidade de retenção de água e condutividade hidráulica.

Mota et al. (2008), estudando algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na Chapada do Apodi, RN, cultivados com melão, sendo eles: Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico - CXve, Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico - LVAe e Argissolo Vermelho Distrófico arênico – PVd, revelou que os perfis apresentam densidade acima dos valores normais para solos afins, com maiores agravantes para os perfis 2 (LVAe) e 3 (PVd), que se refletem na porosidade total e no desbalanço da proporção macro:microporosidade.

Os agregados do solo são classificados conforme o seu tamanho, podendo ser macroagregados, quando superiores a 250 μm , e microagregados aqueles inferiores a 250 μm (Tisdall & Oades, 1982), sendo então, mais estáveis do que os macroagregados, em função da união por agentes cimentantes, como a matéria orgânica humificada (Salton et al., 2008).

A estabilidade dos agregados pode ser avaliada, considerando o diâmetro médio geométrico (DMG) que refere-se ao tamanho da classe de agregado que ocorre em maior percentagem na amostra de solo; diâmetro médio ponderado (DMP) que é diretamente proporcional a percentagem de agregados grandes; e por meio do índice de estabilidade de agregados (IEA), que é a medida da agregação total do solo, sem considerar a distribuição por classes de agregados, porém, quanto maior a quantidade de microagregados, maior será o índice de estabilidade de agregados (Castro Filho et al., 1998; Pereira & Thomáz, 2014).

2.4.4. Resistência mecânica do solo à penetração

A resistência mecânica do solo à penetração (RSP) é definida como o impedimento mecânico que o solo oferece às raízes, sendo um dos fatores físicos que afetam o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das culturas (Silva et al., 2008). A RSP é considerada a propriedade física mais adequada para expressar o impedimento mecânico das raízes (grau de compactação do solo), bem como também a facilidade de penetração das raízes. O impedimento mecânico de penetração das raízes pode limitar a produção agrícola (Silveira et al., 2010; Medina 2012; Costa et al., 2016). Sua determinação faz-se importante, pois determina um indicativo da dinâmica de crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Arruda et al., 2010).

Em condição de baixa umidade ocorre maior resistência à deformação ou à penetração de raízes (Assis et al., 2014). Essa maior resistência é em função do aumento das forças de coesão entre partículas, ou seja, quando o solo está seco ou apresenta baixo conteúdo de água, suas partículas apresentam-se mais próximas e difíceis de serem separadas por qualquer força externa. Já em condições de elevação da umidade ocorre o decréscimo das forças de coesão

entre as partículas, conseqüentemente decresce também a resistência a penetração, ou seja, as raízes penetram no solo com maior facilidade (Cunha et al., 2002). Silveira et al. (2010) observou relação negativa entre umidade e resistência a penetração em Argissolo sob cultivos de citros e feijão de porco nas entre linhas.

Normalmente costuma-se se referir a valores acima de 2 Mpa como valor crítico de resistência a penetração das raízes, por comprometer e limitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Taylor et al., 1966). Entretanto esse valor vem sendo questionado e revisto por diversos autores no ramo da ciência do solo.

Tavares Filho et al. (2001) trabalhando com a cultura do milho em dois sistemas de manejo (convencional e plantio direto) mostraram que valores de resistência do solo à penetração superiores a 3,5 MPa não restringiram desenvolvimento radicular do milho, porém influenciaram a sua morfologia. Kaiser et al. (2009) observou valor de resistência mecânica do solo à penetração de 3,0 Mpa como valor crítico que limitava o crescimento das raízes de feijoeiro. Beutler et al. (2004) também obteve valores de resistência acima de 3,0 Mpa, esse valor foi considerado crítico por comprometer o desenvolvimento das raízes do arroz.

2.4.5. Carbonato de cálcio, cátions trocáveis e pH

Os principais cátions trocáveis são o Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ (básicos) e Al^{3+} (ácido), além desses, o hidrogênio é extremamente importante, mas não é considerado trocável (Raij et al., 2001). Esses cátions quando estão associados especificamente aos colóides do solo diferem de uma região climática para outra, por exemplo, o Ca^{2+} , Mg^{2+} e o Na^+ estão mais presentes em regiões de baixa pluviosidade (Brady & Weil, 2013).

O pH do solo, representa o seu grau de acidez ou alcalinidade, considerado então, como uma importante variável que afeta diretamente nas propriedades químicas e biológicas do solo (Brady & Weil, 2013).

O fenômeno da alcalinidade ocorre naturalmente em regiões áridas e semiáridas, que devido às baixas precipitações, onde há o acúmulo de sais, especialmente de cálcio, de magnésio e de carbonato de sódio (Buckman & Brady, 1989). Por exemplo, os solos da Chapada do Apodi são caracterizados por serem solos jovens, de boa fertilidade e, devido ser de origem calcária, apresentam pH natural de neutro a alcalino (Maia et al., 2001).

Solos com pH entre 5,8 e 7,5 tendem a ser livres de problemas do ponto de vista de crescimento vegetal, já valores abaixo de 5,0, poderá haver deficiência de elementos como Ca, Mg, P, Mo e B e toxicidade por Al, Mn, Zn e outros metais pesados, devido às suas maiores solubilidades nessa faixa de pH, enquanto que entre 8,0 e 8,5, indicam a ocorrência

de carbonato de cálcio e/ou de magnésio livres e baixas disponibilidades de P, Mn, Zn e Cu (Kiehl, 1979).

2.4.6. Fósforo e carbono orgânico

A dinâmica do fósforo no solo está relacionada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, os quais imobilizam ou liberam os íons ortofosfato, bem como às propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo (Santos et al., 2008).

A disponibilidade de P no solo também é dependente da quantidade de matéria orgânica, como também do seu grau de intemperismo, servindo como fonte quando ainda apresenta reservas naturais por ser menos desenvolvido, por isso, em solos jovens, os fosfatos primários das rochas, por meio do pouco intemperismo, podem disponibilizar esse nutriente aos solos (Pavinato & Rosolem, 2008). Deste modo, em solos jovens e nos moderadamente intemperizados, como os Vertissolos, Chernossolos e os Neossolos, ainda ocorre fósforo em minerais primários, mas a maior parte deste elemento se encontra na forma orgânica (Po), ou na forma mineral (Pi), adsorvida fracamente aos minerais secundários; já nos solos altamente intemperizados, como os Latossolos, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente (Santos et al., 2008).

É fundamental para manutenção da capacidade produtiva do solo, a manutenção da ciclagem de nutrientes, e no caso do P, cerca de 77 e 79 % do total dos nutrientes nas folhas e raízes mortas, respectivamente, ficam disponíveis para o crescimento das plantas cultivadas após o cultivo da cultura de cobertura (Borkert et al., 2003).

Conforme Viviani et al. (2010), a disponibilidade de P no solo aumentou significativamente com o aumento do pH dos solos, determinada na faixa de pH em que conjuntamente os compostos fosfatados apresentem máxima solubilidade, descrita por Raij (2004) como sendo entre os valores de pH em CaCl_2 de 5,0 e 6,2.

Segundo Paiva et al. (2012) na Chapada do Apodi, as precipitações pluviais irregulares, os baixos teores de nitrogênio e de fósforo dos solos, principalmente nos Cambissolos, são os fatores responsáveis pela baixa produtividade da cultura do milho, por exemplo.

2.5. Avaliação do potencial das terras

O planejamento de uso da terra, baseia-se na avaliação sistemática do potencial dos recursos naturais, com alternativas de utilização em razão das condições físicas, e

posteriormente, as econômicas e sociais, assim, a principal exigência para se estabelecer o uso mais adequado para determinado trato da terra, provém de um conjunto de interpretações dos atributos do seu solo e do meio onde ele se desenvolve advindas de informações preexistentes de levantamentos do meio físico (Lepsch et al., 2015).

Apesar da existência de diversos sistemas, no Brasil, em termos de avaliação do potencial das terras, os mais adotados são: o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho & Beek, 1995; Pereira & Lombardi Neto, 2004) e o sistema de capacidade de uso (Lepsch et al., 1983, 1991 e 2015). Para este trabalho, optou-se pela adoção da aptidão agrícola, não só pelo nível de detalhe das informações básicas existentes (solo, relevo, uso, clima), mas também pela intenção de fazer uma melhor abordagem no nível de uso mais racional do solo em direção à maior produtividade, como também pela facilidade de aplicação da metodologia.

No Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995) e Pereira & Lombardi Neto (2004), são utilizados diferentes aspectos de abordagem, indo desde os níveis de manejo, oferta ambiental (composta pelo levantamento utilitário do meio físico: solo, relevo, clima, vegetação), atividades e até as classes de potencialidades, categorizadas por boa, regular, restrita e inapta. Portanto, a avaliação da aptidão agrícola visa orientar os possíveis usos da terra quanto ao potencial máximo do solo, considerando deficiências em: fertilidade, água, oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização, onde cada uma possui um grau de limitação, em que as classes de aptidão refletem nas limitações do uso da terra (Ramalho filho & Beek, 1995).

2.5.1 Levantamento utilitário do meio físico

O levantamento do meio físico considera todas as características e propriedades das terras que influenciam no seu uso e manejo, como os diferentes tipos de solo, as condições topográficas, a erosão e o uso atual, as quais possibilitarão interpretações voltadas ao uso mais racional em direção à maior produtividade; ou seja, consiste na junção das características e condições da terra, discriminadas, quantificadas, interpretadas e representadas em mapas, acompanhadas de um relatório em linguagem acessível aos produtores rurais, dispondo os resultados do levantamento. Esse inventário pressupõe revisão de literatura, descrição de métodos de trabalho, observações de campo (incluindo indagações de agricultores), análises de amostras de solo e de dados climáticos; sendo fundamentais descrições e interpretações das unidades de mapeamento caracterizadas nesse levantamento para se chegar à classificação da capacidade de uso da terra (Lepsch et al., 2015).

a) Classificação pedológica

Com o exame da morfologia do perfil do solo e amostragem de terra para análises de laboratório para caracterização física e química do solo, pode-se realizar a classificação taxonômica segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2013), além disso fornecer os principais atributos morfológicos, físicos e químicos, para assim decidir como cada área delimitada poderá ser mais adequadamente utilizada.

b) Relevo e declividade

O relevo, muitas vezes, é expresso pelo grau de inclinação de suas encostas, ou declividade, é o principal condicionador dos atributos do perfil do solo e, portanto, de sua capacidade de uso, sendo o declive definido como o gradiente da inclinação da superfície do solo a partir da horizontal, devendo ser identificado observando-se as feições paisagísticas da área mapeada, tanto no campo, por meio de instrumentos como clinômetro, nível óptico e outros mais rústicos e expeditos, como trapézio e o nível de mangueira, como também em fotografias aéreas ou imagens de satélite, mapas planialtimétricos ou modelos de elevação digital de terreno (Santos et al., 2013b).

Os declives dominantes de cada área delimitada no mapa são enquadrados em intervalos que definem as classes, codificadas por letras maiúsculas (Tabela 1) (Ramalho Filho & Beek, 1995).

Tabela 1. Classes de declividade em porcentagem.

Classes	Intervalo de declives	Relevo
A	0 - 3 %	Plano
B	3 - 8 %	Suave ondulado
C	8 - 13 %	Moderadamente ondulado
D	13 - 20 %	Ondulado
E	20 - 45 %	Forte ondulado
F	45 - 100 %	Montanhoso
G	> 100 %	Escarpado

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho & Beek, 1995.

c) Profundidade efetiva

Atributo diagnóstico limitante incorporado por Pereira & Lombardi Neto (2004), que consiste na espessura máxima do solo em que as raízes podem se desenvolver sem impedimentos físicos para penetração livre, facilitando a fixação da planta e absorção de água

e nutrientes. Exemplos de tais impedimentos físicos ao desenvolvimento radicular podem ser: presença de rocha consolidada, fragipãs, duripãs e lençol freático elevado sem possibilidade de rebaixá-lo com obras de drenagem. Lepsch et al. (2015).

d) Fatores limitantes

Para cada classe de solo, a avaliação dos atributos diagnósticos será feita adotando-se uma escala de julgamento, com cinco graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte e 4 = Muito Forte, como sugerem Ramalho Filho & Beek (1995) e Pereira & Lombardi Neto (2004). Dessa forma, os fatores limitantes mais importantes são: Deficiência de fertilidade, Disponibilidade de nutrientes (n), Toxicidade por alumínio (a), Fósforo disponível (f), Deficiência de água (w), Suscetibilidade à erosão (e), Impedimento à mecanização (m) e Profundidade efetiva (p).

2.5.2. Categorias do Sistema de Aptidão Agrícola das Terras

Para Ramalho Filho e Beek (1995), a hierarquização adotada neste Sistema leva em consideração três categorias do nível mais elevado (geral) para o mais baixo (detalhado): grupo, subgrupo e classe de aptidão.

- **Grupo:** identifica as terras de acordo com a intensidade de uso, ou seja, sua melhor aptidão, representado por algarismos de 1 a 6 (1, 2 e 3 – lavoura; 4, 5 e 6 – pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da fauna e da flora, respectivamente).
- **Subgrupo:** é o resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras, representado por letras.
- **Classes de Aptidão:** para cada tipo de utilização indicada são: boa, regular, restrita e inapta.
- **Níveis de manejo:** são considerados três níveis de manejo, num contexto específico, técnico, social e econômico, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos, onde sua representação é feita por meio das letras A (primitivo – práticas agrícolas de nível técnico-cultural baixo), B (pouco desenvolvido - práticas agrícolas de nível tecnológico médio) e C (desenvolvido - práticas agrícolas de alto nível tecnológico), as quais podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas, conforme as classes de aptidão que as terras apresentarem, em cada um dos níveis adotados (Ramalho Filho & Beek, 1995).

REFERÊNCIAS

- Acocella, A.; Turrini, D. Formation, appearance and characterization of travertine: in Sienese travertine. Alinea, Florence, 2010, 303p. Disponível em: https://issuu.com/materialdesign/docs/travertino_tutto_doppiopag/9. Acesso em: 02 jul. 2018.
- Alencar, E.L.L. Química e mineralogia de três pedons originários de calcário da Chapada do Apodi - CE. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2002. 61p. (Tese de Mestrado).
- Amaro Filho, J. Contribución al estudio del clima del Rio Grande do Norte. Madrid: ETSIA/UPM, 1991. 311p. (Tese de doutorado).
- Araújo, E. A.; Ker, J. C.; Neves, J. C. L.; Lani, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.
- Arruda, C.A.O.; Alves, M.V.; Mafra, A.L.; Cassol, P.C.; Albuquerque, J.A.; Santos, J.C.P. Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um Latossolo vermelho sob semeadura direta. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, p. 804-809, 2010.
- Assis, P.C.R.; Stone, L.F.; Medeiros, J.C.; Madari, B.E.; Oliveira, J.M.; Wruck, F.J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.19, p. 309-316, 2014.
- Bachman, G. O.; Machete, M.N. Calcic soils and calcretes in the southwestern United States. USGS: Open-File Report, 1997: 77-797. 163p.
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1993. 355p.
- Beutler, A.N.; Centurion, J.F.; Silva, A.S. Intervalo hídrico ótimo e a produção da soja e arroz em dois Latossolos. Irriga, Botucatu, v. 9, p. 181-192, 2004.
- Borkert, C.M.; Gaudêncio, C. De A.; Pereira, J.E.; Pereira, L.R.; Oliveira Junior, A. De. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p.143-153, 2003.
- Brady, N.C.; Weil, R.R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.
- Brito, R. F.; Ferreira Neto, M.; Dias, N. S.; Holanda, J. S.; Lira, R. B.; Gomes, J. W. S. Morfologia e fertilidade do solo em áreas de produção do semiárido. Revista de Ciências Agrárias, 40(3): 525-532. 2017.
- Buckman, H.O.; Brady, N.C. Natureza e propriedade dos solos. Trad. de A.B. de Figueiredo Filho. 7.ed., Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 594p.
- Castro Filho, C.; Muzilli, O.; Podanoschi, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de

- plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v. 22, p. 527-538, 1998.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Estudos de solos e classificação das terras para irrigação do Projeto Iuiu. Iuiu – BA. 1996.
- Corrêa, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo vermelho amarelo em Querência, MT. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.2, p.203-209, 2002.
- Costa, A.B.F.; Araujo-Junior, C.F.; Caramori, P.H.; Yada, I.F.U.; Medina, C.C. Physical and hydraulic properties of a Latosol influenced by land use and management changes. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, p. 3217-3226, 2016.
- Costa, M. C. G; Almeida, E. L; Ferreira, T. O.; Oliveira, D. P.; Romero, R. E. Profundidade do solo e micro-relevo em bananais irrigados: impactos na nutrição mineral e potencial produtivo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 03, p. 567- 578, 2011.
- Cunha, J.P.A.R.; Vieira, L.B.; Magalhães, C.C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. *Engenharia Agrícola*, v. 10, p. 1-7, 2002.
- DNOCS. Plano diretor para o aproveitamento dos recursos de solo e água do Vale do Apodi - Rio Grande do Norte. São Paulo, Hidroservice/Ministério do Interior/DNOCS (3ª Diretoria Regional), 1978. v. I. Tomo 1.
- Ernesto Sobrinho, F. Caracterização, gênese e interpretação para uso de solos derivados de calcário da região da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte. 133 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.
- Fageria, N. K.; Stone, L. F. Qualidade do solo meio ambiente. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 35p. Documento 197
- Fernandes, M. A. B.; Santiago, M. M. F.; Gomes, D. F. ; Mendes Filho, J.; Frischkorn2, H.; Lima, J. O. G. A origem dos cloretos nas águas subterrâneas na Chapada do Apodi – Ceará. *Águas Subterrâneas*, v. 19, n. 1, p. 25-34, 2005.
- Ferreira, E. P. Gênese e classificação de solos em ambiente cárstico na Chapada do Apodi. 2013, 107 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Ferreira, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. van (ed.). Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27.
- Girão, R. O. Pedogênese de um ambiente cárstico no clima semiárido em Limoeiro do Norte-CE.2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- Kaiser, D.R.; Reinert, D.J.; Reichert, J.M.; Collares, G.L.; Kunz, M. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v.33, p. 835-845, 2009.
- Kiehl, E. J. Manual de Edafologia: relação solo-planta. Piracicaba: Ceres, 1979. 262p.

- Lepsch, I. F.; Espindola, C. R.; Vischi Filho, O. J.; Hernani, L. C.; Siqueira, D. S. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, MG: SBCS, 2015. 170 p.
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4a aproximação. Campinas: SBCS, 1983. 175p.
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4a aproximação, 2ª. impressão revisada. Campinas: SBCS, 1991. 175p.
- Lynch, L. S. Gênese e geoquímica de solos em ambiente cárstico no cerrado na região de Planaltina de Goiás. 2009. 155 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- Maia, C. E.; Morais, E. R.C.; Oliveira, M. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, RN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.71-75, 2001.
- Maia, R. P. Planície fluvial do baixo jaguaribe: evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental Mercator - Revista de Geografia da UFC, vol. 4, núm. 8, 2005.
- Maia, R. P.; Sousa, O. L.; Bezerra, F. H. R.; Xavier Neto, P.; Lima, E. N. M.; Silva, C. C. N.; Santos, R. D. A importância do controle tectônico para a formação da paisagem cárstica na Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.13, n.4, (Out-Dez) p.451-463, 2012.
- Medina, C.; Tamayo, J.H.C.; Cortés, C.A. Soil penetration resistance analysis by multivariate and geostatistical methods. Engenharia Agrícola, Jaboticabal v. 32, p. 91-101, 2012.
- Melo, A. F. D.; Souza, C. M. M.; Rego, L. G. S.; Lima, R. N. S.; Moura, I. N. B. M. Pedogênese de Chernossolos derivados de diferentes materiais de origem no Rio Grande do Norte, Brasil. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos-PB, v.13, n.3, p.229-235, 2017.
- Minosso, J.; Antoneli, V.; Freitas, A. R. Variabilidade sazonal da infiltração de água no solo em diferentes tipos de uso na região sudeste do Paraná. Geographia Meridionalis v. 03, n. 01, p. 86–103, 2017.
- Mota, J. C. A.; Assis Júnior, R. N.; Amaro Filho, J.; Libardi, P. L. Algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na Chapada do Apodi, RN, cultivados com melão. R. Bras. Ci. Solo, 32:49-58, 2008.
- Mota, J. C. A. et al. Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.31, p. 445-454, 2007.
- Mota, Jaedson Cláudio Anunciato. Caracterização física, química e mineralógica, como suporte para o manejo, dos principais solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi - RN/Jaedson Cláudio Anunciato Mota. - Fortaleza, 2004.
- Nunes, A.A.L.; Portela, J.C.; Dias, N.S.; Silva, M.L.N.; Silva, J.F.; Rebouças, C.A.M.; Porto, V.C.N.; Neto, M.F. Alluvial soil quality in agroforestry systems and native forest of the

Brazilian semiarid region. *African Journal of Agricultural Research*, v.10, p.3731-3739, 2015.

Oliveira, D. P.; Ferreira, T. O.; Romero, R. E.; Farias, P. R. S.; Costa, M. C. G. Microrrelevo e a distribuição de frações granulométricas em Cambissolos de origem calcária. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 4, p. 676-684, out-dez, 2013.

Oliveira, D. P.; Ferreira, T. O.; Silva, M. V. C.; Bezerra, C. E. E.; Romero, R. E. Geoestatística e modelo numérico de terreno em ciências do solo: estudo de caso na Chapada do Apodi - Ceará. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 2009, INPE, p. 4141-4147.

Oliveira, Daniel Pontes de. Gênese de cambissolos desenvolvidos de rocha calcária na Chapada do Apodi – CE, 2012. 103 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará.

Oliveira, J.B. De; Berg, M.V.D. Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadricula de Araras. II. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1985. 60p. *Boletim Técnico*, 102.

Paiva, M. R. F. C.; Silva, G. F.; Oliveira, F. H. T.; Pereira, R. G.; Queiroga, F. M. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na Chapada do Apodi-RN. *Revista Caatinga*, v.25, p.1-10, 2012.

Paixão, F. J. R.; Andrade, A. R. S.; Azevedo, C. A. V.; Silva, J. M.; Costa, T. L.; Feitosa, R. M. Estimativa da Infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares. *Revista de Biologia e Ciências da Terra [en linea]*, v. 5, n. 1, p. 0-11, 2005.

Pavinato, P. S.; Rosolem, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:911-920, 2008.

Piló, L. B. Revisão de Literatura - Geomorfologia Cárstica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Vol 1, no 1 p. 88-122: 2000.

Pinto, M. S. D.; Bezerra, T. L. O.; Palito, T. R. C.; Dutra, C. K. T. O Conflito Socioambiental da Chapada do Apodi: uma análise sobre as violações de direitos do Projeto da Morte. *Revista InSURgência*, v.1, n.2, p. 237-276, 2016.

Pereira, A.A.; Thomaz, E.L. Estabilidade de agregados em diferentes sistemas de uso e manejo no município de Reserva, PR. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 07, p. 378-387, 2014.

Pereira, L. C.; Lombardi Neto, F. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

Raij, B.V. Métodos de diagnose de fósforo no solo em uso no Brasil. In: Yamada, T.; Abdalla, S.R.S. *Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira*. Piracicaba: Potafos, p.563-588. 2004.

Raij, B.V.; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. (Eds.). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

- Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- Resende, M. Nordeste: Ambiente agrícolas, problemas e sugestões de pesquisa. Mossoró: Coleção Mossoroense, Série A, n. XXIX, 1989.
- Salton, J.C.; Mielniczuk, J.; Bayer, C.; Boeni, M.; Conceição, P.C.; Fabrício, A.C.; Macedo, M.C.M.; Broch, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, p. 11-21, 2008.
- Santos, D. R.; Gatiboni, Luciano. C.; Kaminski, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, 2008.
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumbrreras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F., Oliveira, J.B. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª. ed. Brasília: Embrapa; 2013a.
- Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C. & Anjos, L.H.C. Dos; Shimizu, S. H. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 6.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013b.100p.
- Shinzato, E. O carste da área de proteção ambiental de Lagoa Santa (MG) e sua influência na formação de solos. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998. 99p. (Dissertação de Mestrado)
- Silva, A.P.; Tormena C.A.; Fidalski J.; Imhoff S. Funções de pedotransferência para as curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32: p. 1-10, 2008.
- Silveira, D.C.; Melo Filho, J.M.; Sacramento, J.A.A.S.; Silveira, E.C.P. Relação umidade *versus* resistência à penetração para um Argissolo amarelo distrocóeso no recôncavo da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.34, p. 659- 667, 2010.
- Souza, R.O. Caracterização etnopedológica em um Cambissolo eutrófico em diferentes usos agropecuários na chapada do Apodi. Universidade Federal Rural do Semi – Árido – UFRSA, Mossoró, RN, UFRSA, 2014. 81p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Água e Solo).
- Stefanoski, D. C.; Santos, G. G.; Marchão, R. L.; Petter, F. A.; Pacheco, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n.12, p.1301–1309, 2013.
- Tavares Filho, J.; Barbosa, G.M.C.; Guimarães, M.F.; Fonseca, I.C.B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo roxo. Revista Brasileira de Ciência do solo, Viçosa, v.25, p. 725-730, 2001.
- Taylor, H. M.; Robertson, G. M.; Parker, J. J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. Soil Science, New York, v. 102, p. 18-22, 1966.
- Tisdall, J. M.; Oades, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. Journal of Soil Science, v.33, p.141-163, 1982.

- Valladares, G. S.; Albuquerque, G. H. S.; Soares, I.; Ferreira, T. O. Caracterização de Solo Carbonático com Horizonte Petrocálcico na Chapada do Apodi, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 31. Fortaleza, 2009. Anais... Fortaleza: UFC/SBCS, 2009. ISSN 2175-313X. xvi, 96f.
- Viviani, C. A.; Marchetti, M. E.; Vitorino, A. C. T.; Novelino, M. C. G. Disponibilidade de fósforo em dois latossolos argilosos e seu acúmulo em plantas de soja, em função do aumento do pH. *Ciência e Agrotecnologia*. [online]. v.34, n.1, p.61-67, 2010.
- Wang, C.; Mao, X; Hatano, R. Modelagem da infiltração de poços em solos de textura fina com intercalação grosseira. *Soil Science Society of America Journal*, v.78, p.745-753, 2014.
- Xavier Neto, P. Processamento e interpretação de dados 2D e 3D de GPR: Aplicações no imageamento de feições cársticas e estruturas de dissolução no campo de petróleo da Fazenda Belém – CE. Natal: UFRN, 2006. 84f (Tese de Doutorado).

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

RESUMO

A caracterização e classificação pedológica são cruciais para definição das principais potencialidades e/ou restrições dos solos. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização morfológica, física, química e classificação pedológica em Projeto de Assentamento na Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, apontando os atributos mais sensíveis na distinção dos ambientes por meio da análise multivariada. A pesquisa foi realizada no Projeto de Assentamento Terra da Esperança, Governador Dix-Sept Rosado-RN, onde foram escolhidos dez locais para abertura dos perfis de solos representativos, sendo eles: Áreas de Mata Nativa 1, 2 e 3 (AMN1 – P1, AMN2 – P7 e AMN3 – P9), Área Coletiva de Mata Nativa (ColMN – P2), Área Agroecológica (AGRO – P3), Área de Cajueiro (ACAJU – P4), Área Coletiva de Pastagem 1 e 2 (AColP1 – P5 e AColP2 – P6), Área de Preservação Permanente (APP – P8) e Área do Pomar de Cajaraneiras *Spondia sp.* (ACAJA – P10). Foi realizada a descrição morfológica, coletadas amostras deformadas e indeformadas e submetidas às análises físicas e químicas para classificação dos solos. As classes de solos encontradas foram: Cambissolo Háptico Carbonático vertissólico (P1 – AMN1), Cambissolo Háptico Carbonático típico (P2 – ColMN e P3 – AGRO), Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico (P6 – AColP2, P7 – AMN2 e P10 - ACAJA), Cambissolo Háptico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – AMN3), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – ACAJU), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – AcolP1) e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – APP). O material de origem contribuiu para a presença de horizonte cálcico nos perfis 1, 2, 3 e 4 dos Cambissolos e Chernossolo (P5). A classificação textural dos solos variou de areia a argila. O Argissolo (P4) foi o único a apresentar caráter ácido, saturação por alumínio e baixa saturação por bases, distrófico e baixa capacidade de troca catiônica, formando horizontes com limitações químicas, em função do caráter latossólico. Os atributos mais sensíveis na distinção das classes de solos encontradas estão ligados ao material de origem, o qual influenciou diretamente às características físicas (teores de silte e argila) e químicas (acidez, salinidade, disponibilidade de nutrientes e atividade da fração argila) dos solos.

Palavras-chave: Calcário Jandaíra. Condições pedogenéticas. Semiárido. Sustentabilidade agrícola.

ABSTRACT

The characterization and pedological classification are crucial for the definition of the main potentialities and / or restrictions of the soils. The objective of this work was to perform the morphological, physical, chemical and pedological classification of soils in the Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, pointing out the most sensitive attributes in the distinction of environments through multivariate analysis. The research was carried out in the Terra de Esperança Settlement Project, Governor Dix-Sept Rosado-RN, where ten sites were chosen to open the profiles of representative soils, being: Native Forest Areas 1, 2 e 3 (NFA1 – P1, NFA2 – P7 e NFA3 – P9), Collective Area with Native Forest (CNF – P2), Agroecological area (AEA – P3), Cashew crop Area (CCA – P4), Collective Area with Pasture 1 e 2 (CAP1 – P5 e CAP2 – P6), Permanent preservation area (PPA – P8) e Cajaraneira (*Spondia sp.*) Orchard Area (COA – P10). The morphological description was carried out, samples were collected, deformed and undisturbed, and submitted to physical and chemical analysis for soil classification. The classes of soils found were: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – NFA1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – CNF and P3 – AEA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – CAP2, P7 – NFA2 e P10 - COA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – NFA3), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – CCA), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – CAP1) and Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – PPA). The material of origin contributed to the presence of a calcic horizon in profiles 1, 2, 3 and 4 of the Cambissolos and Chernossolo (P5). The textural classification of soils varied from sand to clay. The Argissolo (P4) was the only one to present acid character, aluminum saturation and low saturation by bases, dystrophic and low cation exchange capacity, forming horizons with chemical limitations, due to the latossolic character. The most sensitive attributes in the soil class distinction are related to the source material, which directly influenced the physical (silt and clay) and chemical (acidity, salinity, nutrient availability and clay fraction) physical characteristics of soils.

Keywords: Jandaíra Formation. Pedogenesis. Semiarid. Agricultural sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A formação geológica da Chapada do Apodi estende-se pelos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, a qual está distribuída em território de doze municípios, sendo eles: Apodi; Baraúna; Felipe Guerra; Governador Dix-Sept Rosado, Mossoró, Upanema e Assu (estes do Rio Grande do Norte, formando a microrregião da Chapada do Apodi); Alto Santo; Jaguaruana; Limoeiro do Norte; Quixeré; e Tabuleiro do Norte (estes do Ceará); a qual faz parte da bacia Potiguar, cujas unidades estratigráficas são representadas predominantemente, pelos calcários da Formação Jandaíra no topo, e pelos arenitos da Formação Açú, situados na base (Pessoa Neto et al., 2007).

A variabilidade espacial dos atributos dos solos da Chapada do Apodi pode estar associada ao microrrelevo e aos fluxos diferenciados de água (Costa et al., 2011; Oliveira et al., 2009), o que justifica a diversidade de solos, com presença de Cambissolos, Chernossolos e Neossolos Flúvicos na planície fluvial e sob influência de sedimentos originados das rochas de idade cretácica do Grupo Apodi (Maia, 2005; Melo et al., 2017); além de Argissolos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos sob o Arenito Assu encontrados em paisagem plana (Ernesto Sobrinho, 1980).

Desde a apropriação das terras pelos assentados, a exploração agropecuária desordenada tem promovido alterações significativas na organização e na degradação do espaço rural da microrregião da Chapada do Apodi (importante pólo agrícola na região Nordeste do Brasil (Mota et al., 2007)), em especial a erosão ocorrida pela não observância da aptidão agrícola ou a capacidade de uso das terras, como também o uso intensivo do solo sem manutenção da cobertura vegetal e a ausência de práticas conservacionistas. Problemas esses juntamente com a escassez de estudos prévios nesse ramo, tem chamado a atenção da comunidade acadêmica, em especial os segmentos diretamente ligados aos impactos ambientais pelo uso do solo e da água, como também ao planejamento agroambiental de assentamentos rurais.

Neste contexto, a caracterização e análise dos aspectos morfológicos, físicos e químicos, e consequente classificação pedológica, tornam-se relevantes, para que assim, sejam definidas as principais potencialidades e/ou restrições destes solos (Melo et al., 2017), representando um instrumento indispensável para o ordenamento do uso e ocupação, além da sustentabilidade das terras com agricultura.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização morfológica, física, química e classificação pedológica de solos localizados em Projeto de Assentamento, na

Chapada do Apodi, RN, apontando os atributos mais sensíveis na distinção dos ambientes por meio da análise multivariada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no Projeto de Assentamento Terra de Esperança, situado no município de Governador Dix-Sept Rosado no Rio Grande do Norte, inserido na microrregião da Chapada do Apodi (Figura 1). O município de Governador Dix-Sept Rosado possui coordenadas: $05^{\circ} 27' 32,4''$ de latitude Sul e $37^{\circ} 31' 15,6''$ de longitude Oeste, abrangendo uma área de 1.263 km². Apresenta classificação climática segundo Koppen, semiárido quente, tipo BSh (Alvares et al., 2013), com precipitação pluvial média anual de 712 mm com maior concentração durante os meses de fevereiro a maio, com vegetação natural de Caatinga Hiperxerófila, além da existência da variabilidade de solos, porém, segundo o Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte (Jacomine et al., 1971), os solos encontrados no município são Cambissolos, Vertissolos e Chernossolos. A área estudada tem predominância do relevo plano (DNOCS, 1978), porém, com mudanças de microrrelevo variando também a suave ondulado e ondulado (Valeriano; Rossetti, 2008).

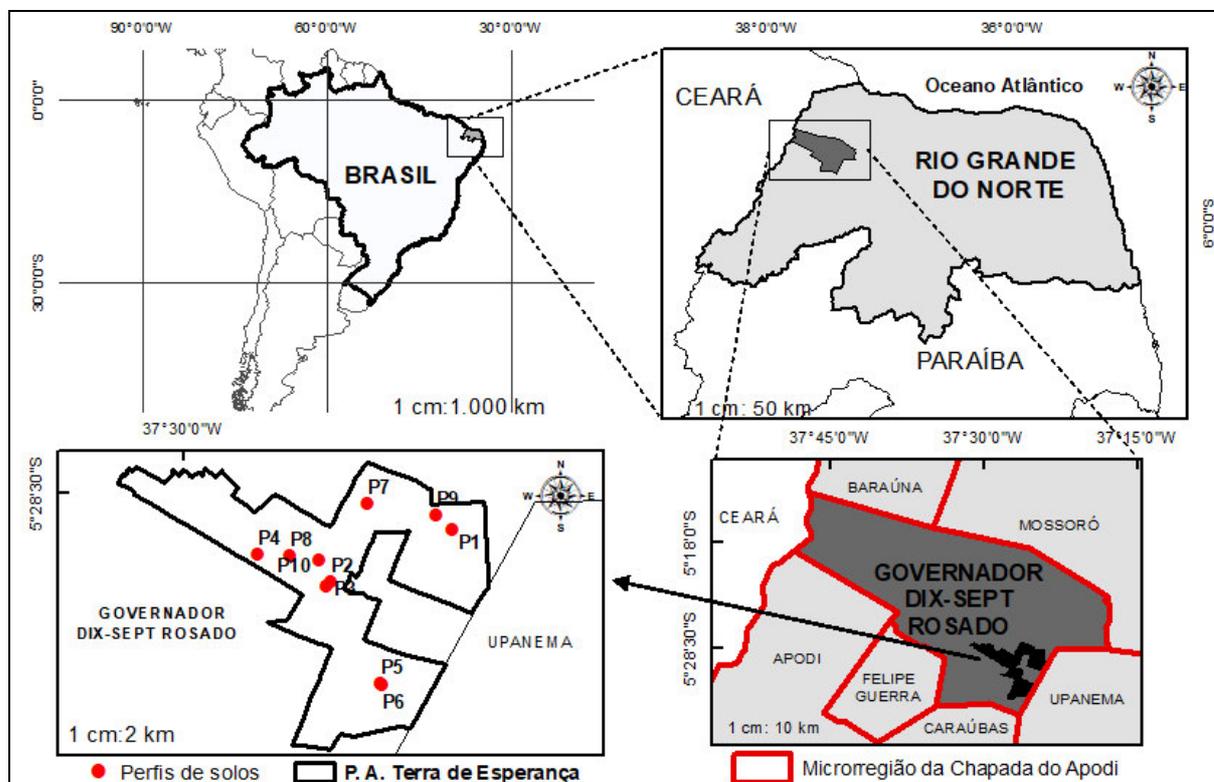


Figura 1. Localização da área de estudo: Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fonte: Autor.

O Projeto de Assentamento Terra de Esperança (P. A. T. E.) está localizado na porção sudeste (borda da chapada calcária) da sede do município de Governador Dix-Sept Rosado (Figura 1), distando doze quilômetros do centro da cidade, mais precisamente nas coordenadas geográficas 5° 30' 12,19" S e 37° 27' 26,66" (Figura 1). O P. A. T. E é constituído de uma área total de 6.297 hectares, distribuídos em três agrovilas com 113 famílias cada uma com 30 hectares (instalados desde o ano de 1998 com a posse das terras, concedida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA).

Para o referido estudo, foram escolhidos dez locais no P.A.T.E, sendo eles (Figura 1):

- **Áreas de Mata Nativa 1, 2 e 3 (AMN1 – P1, AMN2 – P7 e AMN3 – P9):** Caracterizadas como reserva ambiental sob vegetação de Caatinga hiperxerófila, preservada, porém já houve à retirada de lenha apenas para cercamento de outras áreas e possui vegetação com espécies caducifólias. Em função da reduzida influência antrópica, estas áreas servem como referência.

- **Área Coletiva de Mata Nativa (ColMN – P2):** Com vegetação de Caatinga hiperxerófila, preservada, próxima a área de manejo convencional.

- **Área Agroecológica (AGRO – P3):** A área Agroecológica foi definida e implantada no ano de 2005, sendo seu uso direcionado pelos assentados com a finalidade de produção de alimentos (frutíferas) e (forrageiras) para atender as necessidades das famílias e dos animais, onde adotam-se algumas práticas agroecológicas de conservação do solo, além da produção de mel por abelhas africanizadas.

- **Área de Cajueiro (ACAJU – P4):** Com plantio tradicional de cajueiro associada à vegetação nativa da Caatinga Hiperxerófila.

- **Área Coletiva de Pastagem 1 e 2 (AColP1 – P5 e AColP2 – P6):** Utilizada para pastagem natural de caprinos criados pelos assentados, onde a ACP2 apresenta naturalmente acúmulo de água em períodos chuvosos, em decorrência da cota de relevo depreciado, a qual foi mais escavada mecanicamente pelos moradores, para dessedentação de animais.

Área de Preservação Permanente (APP – P8): Caracterizada com afloramento e acúmulo de água em períodos chuvosos, na posição mais baixa da paisagem, sendo então, área de deposição de sedimentos.

- **Área do Pomar de Cajaneiras *Spondia sp.* (ACAJA – P10):** Onde foram implantados exemplares de cajaneiras do gênero *Spondia sp.* pelo antigo proprietário na década de 1970. Tem grande importância econômica para os assentados, devido à grande produção de frutos. No período de estiagem a área apresenta grande aporte de matéria orgânica no solo, favorecida pela perda da folhagem da espécie.

Classificação pedológica

Foram abertos dez (10) perfis representativos um em cada área de estudo, sendo a escolha do local de abertura, baseada inicialmente na fotointerpretação das tonalidades diferentes de solos das imagens de satélite do Google Earth Pro nos anos de 2002 a 2016, e confirmadas em campo. Logo, foi realizada a descrição morfológica, como: ordem, profundidade e transição entre horizontes, a cor do solo conforme a carta de Munsell, estrutura, consistência; e coleta de amostras de todos os horizontes (Santos et al., 2013b) para análises físicas e químicas, obtendo assim, a classificação taxonômica até o quarto nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2013a, Teixeira et al., 2017), além do georreferenciamento e identificação da altitude dos perfis com GPSMAP GARMIN (modelo 64s).

Coleta e preparo das amostras

Foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada e indeformada de todos os horizontes dos perfis representativos de cada área de estudo, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e levados ao complexo de Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-árido (LASAP/CCA/UFERSA). A coleta das amostras indeformadas foi feita utilizando quatro anéis volumétricos com dimensões de 5,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro para realização. As amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha de 20 mm e de 2 mm, obtendo-se as frações cascalhos (>2,00 mm a <20,00 mm) (com aplicação da lavagem com solução de NaOH 1 mol L⁻¹ e água destilada) e a terra fina seca ao ar (TFSA) (<2,00 mm) conforme Teixeira et al. (2017).

Análises físicas e químicas

As análises físicas e químicas foram realizadas em triplicata, com obtenção da média das repetições. Com relação à física, foram realizadas as análises de granulometria e densidade de partículas (TFSA) utilizando-se amostras deformadas; e com amostras indeformadas: densidade do solo, todas conforme Teixeira et al. (2017).

Para avaliação dos atributos químicos do solo, utilizando-se a TFSA foram realizadas as análises, conforme Teixeira et al. (2017): Potencial Hidrogeniônico (pH) em água na relação 1:2,5 (solo:água) e em KCl; Cálcio (Ca²⁺), Magnésio (Mg²⁺), e Alumínio (Al³⁺) trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, analisados por titulometria; acidez potencial (H+Al) com utilização de acetato de cálcio; Fósforo disponível (P), Sódio (Na⁺) e Potássio (K⁺) com

extrator Mehlich 1 e analisados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Condutividade Elétrica do extrato de saturação do solo (CE) em água no condutivímetro, e Equivalente de Carbonato de Cálcio. Consequentemente, foi calculado o delta pH, soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica efetiva (t); capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T); saturação por bases (V %); saturação por alumínio trocável (m %), percentagem de sódio trocável (PST %) e atividade da argila. O carbono orgânico total (COT) foi determinado pela titulação do dicromato de potássio $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ remanescente com sulfato ferroso amoniacal após o processo de oxidação por via úmida (Yeomans & Bremner, 1988).

Mapeamento das Classes de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança

Foi realizado a fotointerpretação das tonalidades de solo das imagens de satélite do Google EarthPro nos anos de 2002 a 2016 no perímetro da propriedade delimitado pelo *shapefile* cedido pelo INCRA, sendo confeccionados os arquivos vetoriais no formato *KML* por meio da vetorização manual, e posteriormente convertidos em *shapefile* no Sistema de Informações Geográficas (SIG) gratuito Qgis 2.8.9, todos no Datum WGS 84; e com o auxílio de atividades de campo como caminhadas nas áreas de manchas de solos, para identificação de limites e georreferenciamento dos mesmos, foi obtido maior precisão, além da abertura de perfis, com respectiva classificação pedológica. Após a confecção dos shapes das diferentes manchas de solos e sua classificação, no mesmo SIG, eles foram extraídos do shape da propriedade para que o da classe de solo predominante fosse gerado, depois somados e quantificados ao serem convertidos para a projeção cartográfica UTM 24S, resultando no mapa de solos e suas respectivas áreas em hectare.

Análise Estatística

Os perfis de solos foram analisados estatisticamente por meio de técnicas de análise multivariada, em especial pela correlação de Pearson, Análise Fatorial e Análise de Componentes Principais – ACP, utilizando o software Statistica 7.0 (StatSoft, 2004), tendo como variáveis os atributos físicos (areia total, silte e argila) e químicos do solo (CaCO_3 , COT, pH em água, pH em KCl, ΔpH , CE, P, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H + Al, T, V, m e PST).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação Pedológica

Conforme a classificação pedológica, todos os perfis foram classificados até o quarto nível categórico, sendo encontrados primeiramente quatro (04) tipos diferentes de Cambissolos Háplicos, sendo eles: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – AMN1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – ColMN e P3 – AGRO), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – AColP2, P7 – AMN2 e P10 - ACAJA) e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – AMN3). Além de outras classes de solos, como: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (PVd) (P4 - ACAJU), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (MDo) (P5 – ACP1) e o Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (RYve) (P8 – APP).

Nesse contexto, conforme as classes de solos encontradas, localizadas, por sua vez, na formação geológica da Chapada do Apodi, observou-se o predomínio de Cambissolos, onde Jarbas et al., (2018), confirmam uma grande extensão desta classe que compreende partes do Ceará e do Rio Grande do Norte (Jarbas et al., 2018), tendo como principal influenciador, o material de origem da Formação Jandaíra, constituída por camadas de calcário calcítico de coloração cinza-clara e branca ou amarela, com granulação fina a média, além de calcário dolomítico cinzento ou amarelo de granulação geralmente mais grosseira (Mota et al., 200000), sendo os demais fatores de formação homogêneos. Entretanto, na área, foram encontradas também Argissolos, Chernossolos e Neossolos, complementando o Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte (Jacomine et al., 1971), que em decorrência da escala de trabalho encontrou apenas Cambissolos na área específica de estudo.

Quanto à justificativa para classificação taxonômica dos perfis, observou-se que todos os Cambissolos foram classificados como Háplicos até o segundo nível categórico, por não se enquadrarem nas demais classes para esse nível, ou seja, pela ausência de outras propriedades diferenciais. Para o terceiro nível categórico, os perfis 1, 2 e 3 foram classificados como Carbonático, pois dentro dos 120 cm da superfície do solo, apresentaram horizonte cálcico, caracterizado pelo acúmulo de carbonato de cálcio no horizonte C, contendo no mínimo 150 g/kg, e com espessura de 15 cm ou mais, devido ao processo pedogenético de calcificação, conforme informação existente na Tabela 3 (Santos et al., 2013). Os outros perfis (6, 7, 9 e 10), foram classificados como Ta Eutrófico, por apresentarem argila de atividade alta, ou seja, igual ou maior que 27 cmol_c/kg de argila e saturação por bases maior que 50 %, pelo menos no horizonte B. Para o quarto e último nível, os perfis 2, 3, 6, 7 e 10 foram classificados como

típicos por não apresentarem nenhuma característica restritiva para esse nível. Enquanto que, os perfis 1 e 9 foram classificados como vertissólicos, já que foi facilmente perceptível em campo, a presença de horizonte vértico, que consiste em um horizonte mineral subsuperficial que em decorrência da expansão e contração das argilas, apresenta fendas em algum período mais seco do ano, com pelo menos 1 cm de largura, além da presença de *slinckensides* no perfil 9, consideradas como superfícies de fricção, alisadas e lustrosas, ocasionadas também pela expansão e contração das argilas (Tabela 2) (Santos et al., 2013).

O Argissolo foi classificado até o quarto nível categórico em Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (PVd) (P4 - ACAJU), em função de apresentar solo com matiz 2,5YR e saturação por bases menor que 50 %, ambos, na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), além da presença de horizonte B latossólico (formado pelo processo de latolização) abaixo do horizonte diagnóstico B textural dentro de 150 cm da superfície do solo, com relação textural B/A maior que 1,8, o que diferenciou esta classe de solo de ser um Latossolo, por exemplo; além de localizar-se na altitude mais elevada dentre os perfis (97 m) (Tabelas 1 e 3).

Em relação ao Chernossolo, (P5 - AColP1) foi classificado como Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (MDo), por apresentar horizonte A chernozêmico (Ak) e horizonte cálcico coincidindo com horizonte Ak e horizonte C, além de não apresentar nenhuma característica restritiva para o terceiro nível categórico, porém, com horizonte Cr (brando) e ausência de contato lítico, ambos dentro de 100 cm da superfície do solo para o quarto nível.

Por último, na classe do Neossolo, o perfil 8 (APP) foi classificado como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (RYve), por apresentar sedimentos aluviais com horizonte A sobre horizonte C e apresentar caráter flúvico dentro de 150 cm de profundidade a partir da superfície do solo, já que a área é caracterizada com afloramento de água em períodos chuvosos e cota de terreno mais baixa (74 m) dentre todos os perfis (Tabela 1), por isso trata-se de uma área de preservação permanente; além de argila de atividade alta e saturação por bases maior que 50 %, ambas na maior parte do horizonte C dentro dos 120 cm a partir da superfície do solo, e também, por não se enquadrar nas demais classes para ser classificado em 4º nível categórico, por isso, típico.

Atributos morfológicos

Os Cambissolos observados são solos minerais, derivam do material de origem Calcário Jandaíra (Cretáceo), com presença de horizonte diagnóstico B incipiente (Bi), e no geral, são solos profundos a rasos, principalmente o P6, com apenas 27 cm de profundidade

(Tabela 1), apresentando praticamente todos, transição clara e plana entre seus horizontes superficiais. Em relação à cor, os perfis (1, 2, 3, 6, 7, 9 e 10) não apresentaram significativas diferenças, com matiz variando de 7,5YR a 10YR, exceto para P1 e P9, apresentando distinção em seus últimos horizontes, com 2,5Y, porém, evidenciando a cor amarela para todos os horizontes desses perfis.

Quanto à estrutura, praticamente todos os perfis apresentaram estrutura em blocos subangulares, valendo ressaltar que para os perfis 8 (Neossolo), 9 e 10 (Cambissolos) se desfazia em granulares.

Quanto às consistências úmida e seca, todos os perfis apresentaram similaridade, variando maior parte de friável a muito friável, e de macia à ligeiramente dura, respectivamente, apresentando variação da consistência em subsuperfície de friável para firme e de ligeiramente dura para dura, além de dura a muito dura, com exceção dos perfis 2 e 6 (Cambissolos). Já a consistência molhada foi ligeiramente plásticos a plásticos e/ou ligeiramente pegajosos a pegajosos, entretanto, o único perfil dentre os estudados, que não apresentou plasticidade e pegajosidade em superfície foi o do Argissolo, podendo ser justificado pela textura arenosa (Tabela 3), já que as partículas de areia grossa, pelo seu tamanho relativamente grande, têm baixa superfície específica, possuindo pouca capacidade de adsorver água ou nutrientes, e não aderem uma às outras em uma massa coerente (Brady & Weil, 2013).

O Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4), caracterizado como solo mineral, derivado do material de origem Arenito Açú, com horizonte diagnóstico B textural (Bt), é bem desenvolvido e profundo, que por sua vez, contribuiu para transição plana difusa entre seus horizontes, além de exibir coloração avermelhada, com matiz variando de 5YR (em superfície) a 2,5YR (em profundidade).

Quanto ao valor e o croma dos outros solos que não apresentam desenvolvimento muito avançado como o Chernossolo Rêndzico (P5 – AcolP1), observou-se colorações mais claras e acinzentadas (evidenciando o acúmulo do CaCO_3 e sua influência na cor do solo desde a superfície até a profundidade) e mais claras e puras predominantes no Neossolo Flúvico (P8 - APP), caracterizado pela influência de sedimentos aluviais originados das rochas de idade cretácica do grupo Apodi (Maia, 2005) e de sedimentos da erosão do solo circunvizinho localizado na paisagem mais elevada e depositados na bacia hidrológica do barreiro.

Tabela 1. Atributos morfológicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.

Hor./Prof. cm	Trans.	Cor Munsell		Estrutura			Consistência			Alt. m	Coord. Geográficas	
		Seca	Úmida	Grau de desenv.	Classe	Tipo	Úmida	Seca	Molhada Plast. Pegaj.			
Perfil 1 - Área de Mata Nativa 1 (AMN1) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vertissólico (CXk)												
A moderado (0 - 8)	cp	7,5 YR 3/2	7,5 YR 3/2	3 a 4	MP	Bls	F	LgD	Pl	LgPe	82	05° 29' 13,0" S 37° 24' 33,1" W
Bi (8-37)	ao	10 YR 4/4	10 YR 4/3	4	Me/G	Bla/Bls	Fi	MD	MP	Pe		
C (37-52)	ao	2,5 Y 6/4	2,5 Y 5/4	3 a 4	P/MP	Bla/Bls	Fi	LgD	LgPl	LgPe		
R (52 ⁺)	Não tem estrutura											
Perfil 2 - Área Coletiva de Mata Nativa (CoMN) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)												
A fraco (0-3)	cp	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4	3	MP/P	Bls	F	LgD	LgPl	LgPe	81	05° 30' 17,6" S 37° 27' 01,3" W
AB (3-7)	pd	10 YR 3/6	10 YR 3/3	3 a 4	MP/P	Bls	F	LgD	Pl	LgPe		
Bi (7-22)	pd	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4	3	MP/P	Bls	F	LgD	Pl	LgPe		
BiC (22-36)	pd	7,5 YR 5/8	7,5 YR 4/6	3	MP/P	Bls	MF	LgD	Pl	LgPe		
CB (36-52)	co	7,5 YR 6/6	7,5 YR 4/6	3	MP	Bls	F	LgD	Pl	LgPe		
C fragmentário (52-145)	co	10 YR 7/6	10 YR 5/6	Não tem estrutura								
R (145 ⁺)	Não tem estrutura											
Perfil 3 - Área Agroecológica (AGRO) - CAMBISSOLO Háplico Carbonático típico (CXk)												
A fraco (0-4)	pd	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4	3	P/MP	Bls	F	LgD	LgPl	LgPe	85	05° 30' 22,9" S 37° 27' 06,8" W
BA (4-10)	pd	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4	3	P/MP	Bls	F	LgD	LgPl	LgPe		
Bi (10-42)	pd	7,5 YR 4/6	7,5 YR3/4	1 desfaz 3	P/MP	Bls	F	LgD	Pl	LgPe		
BiC (42-70)	pd	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6	1 desfaz 3	P/MP	Bls	F	LgD	Pl	LgPe		
CB (70-76)	ao	7,5 YR 5/8	7,5 YR 4/6	3	MP/P	Bls	Fi	D a LgD	Pl	Pe		
C (76-91 ⁺)	ao	10 YR 7/6	10 YR 5/6	CalcPulv.	MP/P	Bls	F	LgD	Pl	Pe		
Perfil 4 - Área de Cajueiro (ACAJU) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd)												
A (0-7)	pd	5 YR 5/6	5 YR 3/4	2	Me	Bls	MF	Ma	NPl	Npe	97	05° 29' 42,7" S 37° 28' 30,3" W
AB (07-25)	pd	2,5 YR 5/8	2,5 YR 4/6	3	Me/G	Bls	F	D	Pl	LgPe		
Bt (25-50)	pd	2,5 YR 4/8	2,5 YR 3/6	3 a 4	G	Bls	Fi	D	MPl	Pe		
Bw (50-200 ⁺)	pd	2,5 YR 4/8	2,5 YR 3/6	2	Me	Bls	MF	Ma	LgPl	LgPe		
Perfil 5 - Área Coletiva de Pastagem 1 (AColP1) - CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo)												
Ak (0-20)	go	5 Y 7/1	5 Y 6/1	4	MP/P	Bls	F	LgD a D	Pl	Pe	94	05° 32' 21,18" S 37° 26' 01,2" W
Ck1 (20-50)	pd	5 Y 7/1	6 Y 6/1	3	P	Bls	Fi	D	MPl	MPe		
Ck2 (50-120)	pd	5 Y 7/1	7 Y 6/1	3	P	Bls	Fi	D	MPl	MPe		
Ck3 (120-140 ⁺)	pd	5 Y 7/1	8 Y 6/1	3	P	Bls	Fi	D	MPl	MPe		
Perfil 6 - Área Coletiva de Pastagem 2 (AColP2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)												
A (0-5)	cp	7,5 YR 3/4	7,5 YR 2,5/3	3	MP/P	Bls	MF	LgD a D	LgPl	LgPe	91	05° 32' 24,0" S 37° 25' 59,4" W
Bi (5-27)	go	7,5 YR 4/4	7,5 YR 3/4	3	P	Bls	F	LgD a D	LgPl	LgPe		
CR (27 ⁺)	go	7,5 YR 4/4	7,5 YR 3/4	3	P	Bls	F	LgD a D	LgPl	LgPe		
Perfil 7 - Área de Mata Nativa 2 (AMN2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)												
A (0-7)	cp	10 YR 4/3	10 YR 3/3	3	MP/P	Bls	F	LgD a D	Pl	Pe	85	05°28' 40,7" S 37° 26' 16,3" W
AB (7-15)	gp	10 YR 4/4	10 YR 3/3	3	MP/P	Bls	F	LgD a D	Pl	Pe		
BA (15-35)	go	10 YR 5/6	10 YR 4/6	3	MP	Bls	F	LgD a D	Pl	Pe		
Bi (35-75)	go	10 YR 5/6	10 YR 4/6	3	MP/P	Bls	F	LgD a D	Pl	Pe		
BC (75-110)	do	10 YR 5/8	10 YR 4/6	3	MP/P	Bls	Fi	D	MPl	MPe		
R (110 ⁺)	do	10 YR 5/8	10 YR 4/6	3	MP/P	Bls	Fi	D	MPl	MPe		

Continuação... **Tabela 1.** Atributos morfológicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.

Hor./Prof. cm	Trans.	Cor Munsell		Grau de desenv.	Estrutura		Consistência			Alt. m	Coord. Geográficas	
		Seca	Úmida		Classe	Tipo	Úmida	Seca	Molhada			
									Plast.	Pegaj.		
Perfil 8 - Área de Preservação Permanente (APP) - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico (RYve)												
A (0-30)	co	10 YR 5/6	10 YR 3/6	3	MP/P	Bls a Gr	F	Ma a LgD	LgPl	LgPe	74	05°29' 45,5" S 37° 27' 50,6" W
C (30-100 ⁺)		10 YR 6/6	10 YR 5/6	1	MP	Bls a Gr	Fi	D	MPl	MPe		
Perfil 9 - Área de Mata Nativa 3 (AMN3) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico (CXve)												
A (0-8)	cp	10 YR 4/4	10 YR 3/4	3	MP/P	Bls a Gr	F	D	Pl	Pe	92	05°28' 54,7" S 37° 24' 52,7" W
BA (8-19)	go	10 YR 4/4	10 YR 3/4	3 a 4	MP/P	Bls a Gr	Fi	D	Pl	Pe		
Bi (19-60)	pd	10 YR 4/6	10 YR 4/4	4	Me	Pris a Bla	Fi	MD	MPl	MPe		
Cv (slinkensides) (60-200 ⁺)	pd	2,5 Y 4/3	2,5 Y 4/3	4	P/Me	Pa	Ex Fi	ExD	MPl	MPe		
Perfil 10 - Área do Pomar de Cajaraneiras (ACAJA) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)												
A (0-12)	cp	7,5 YR 3/4	7,5 YR 3/3	3	MP	Bls a Gr	MF	Ma	LgPl	LgPe	87	05°29' 50,9" S 37° 27' 14,8" W
AB (12-24)	gp	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6	3	MP/P	Bls a Gr	F	LgD	LgPl	LgPe		
BA (24-41)	do	7,5 YR 5/8	7,5 YR 4/6	2	MP	Bls a Gr	F	LgD	LgPl	LgPe		
Bi (41-92)	do	7,5 YR 5/8	7,5 YR 4/6	3	P	Bls	Fi	LgD	Pl	Pe		
BC (92-115)	do	10 YR 6/8	10 YR 5/6	3	P	Bls a Gr	Fi	D	Pl	Pe		
R (115 ⁺)												

Nota: Transição: a: abrupta; c: clara; g: gradual; d: difusa; p: plana; o: ondulada. CalcPulv: calcário pulverulento. Estrutura: 1 – maciço; 2 – fraco; 3 – moderada; 4 – forte; P: pequena; Me: média; G: grande; Gr: granular; Bla: blocos angulares; Bls: blocos subangulares; Pris: primática; Paralepídeda: Pa. Consistência: Ma: macio; D: dura; F: friável; MF: muito friável; Fi - firme; Ex: extremamente N: Não, M: muito; Lg: ligeiramente; Pl: plástico; Pe: pegajoso.

Fonte: Autor.

Atributos físicos

Com a distribuição do tamanho das partículas representada na Tabela 2, referente aos atributos físicos dos perfis, pode-se observar em superfície, que os maiores teores de argila encontrados foram nos perfis 1, 7, 9 e 10 de Cambissolos Háplicos (AMN1, AMN2, AMN3 e ACAJA) oscilando entre 360 a 408 g/kg, e no Neossolo Flúvico (P8 - APP) com 550 g k/g, por ser uma área de deposição de sedimentos e sofrer oscilação do lençol freático, apresentando estes, classificação textural variando de argila arenosa, franco argilosa a argila. Souza et al. (2015) estudando as propriedades físicas e químicas de um Cambissolo Eutrófico sob vários usos agrícolas na Chapada do Apodi, Estado do Rio Grande do Norte, também observaram predomínio da fração argila nas áreas de Mata Nativa e do Pomar de Cajaraneiras, além de valores muitos próximos que variaram entre 373 a 478 g/kg. Entretanto, a fração argila aumentou em profundidade, principalmente no Argissolo que apresentou acúmulo de argila (422 g/kg) no intervalo de 25-50 cm, evidenciando a evolução para um horizonte B textural (Bt), formado pelo processo pedogenético de argiluviação (Tabela 2).

O Argissolo Vermelho (P4 – ACAJU), dentre os perfis, foi o que apresentou maior teor de areia (894 g/kg – horizonte A) em superfície, apresentando variação de textura arenosa, franco argilo arenosa a argila arenosa ao longo do perfil (Tabela 2). Os maiores valores de densidade de partícula e do solo encontrados são justificados pela fração areia, em decorrência da predominância do mineral quartzo, já que nos solos de textura mais grosseira, as partículas sólidas estão menos suscetíveis a formarem agregados, e a densidade do solo é normalmente maior que em solos de textura fina (Brady & Weil, 2013).

No horizonte Bt do Argissolo (P4 – ACAJU) (Tabela 2), o teor de argila aumentou em relação ao horizonte A, o que é esperado, tendo em vista a classe de solo identificada, com textura argila arenosa, valendo ressaltar, a presença dos menores valores da relação silte/argila, indicando ser esta a mais intemperizada em profundidade.

Tabela 2. Atributos físicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.

Hor./Prof. cm	Distribuição do tamanho das partículas						ADA g/kg	GF %	Silte/ Argila	Classificação Textural (SiBCS)	Dp g/cm ³	Ds
	Cascalho	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila						
	%	g/kg										
Perfil 1 - Área de Mata Nativa 1 (AMN1) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vertissólico (CXk)												
A moderado (0 - 8)	2,2	247	221	468	172	360	292	18,87	0,48	argila arenosa	2,23	0,96
Bi (8-37)	5,5	292	142	434	113	453	365	19,30	0,25	argila	2,14	1,23
C (37-52)	32,4	616	26	642	106	252	174	30,95	0,42	franco argilo arenosa	2,44	1,31
R (52 ⁺)												
Perfil 2 - Área Coletiva de Mata Nativa (CoIMN) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)												
A fraco (0-3)	2,5	384	236	620	130	250	199	20,40	0,52	franco argilo arenosa	2,34	1,39
AB (3-7)	4,0	397	209	606	130	264	245	7,36	0,49	franco argilo arenosa	2,35	1,56
Bi (7-22)	3,6	312	198	510	146	344	251	27,14	0,42	franco argilo arenosa	2,52	1,43
BiC (22-36)	4,0	297	180	477	192	331	230	30,59	0,58	franco argilo arenosa	2,73	1,53
CB (36-52)	3,3	300	155	455	211	334	224	32,95	0,63	franco argilo arenosa	2,49	1,54
C fragmentário (52-145)	33,9	180	110	290	600	110	102	7,27	5,45	franco siltosa	2,71	-
R (145 ⁺)												
Perfil 3 - Área Agroecológica (AGRO) - CAMBISSOLO Háplico Carbonático típico (CXk)												
A fraco (0-4)	2,0	515	176	691	90	219	188	14,16	0,41	franco argilo arenosa	2,69	1,53
BA (4-10)	2,7	524	155	679	77	244	209	14,34	0,32	franco argilo arenosa	2,73	1,59
Bi (10-42)	1,7	379	208	587	167	246	239	2,85	0,68	franco argilo arenosa	2,58	1,48
BiC (42-70)	1,6	331	208	539	206	255	233	8,63	0,81	franco argilo arenosa	2,65	1,49
CB (70-76)	1,7	324	195	519	207	274	245	10,58	0,76	franco argilo arenosa	2,57	-
C (76-91 ⁺)	7,8	564	110	674	62	264	237	10,23	0,23	franco argilo arenosa	2,81	-
Perfil 4 - Área de Cajueiro (ACAJU) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd)												
A (0-7)	4,8	224	670	894	36	70	56	20,50	0,51	areia	2,43	1,38
AB (07-25)	4,0	410	225	635	50	315	258	18,11	0,16	franco argilo arenosa	2,42	1,50
Bt (25-50)	3,8	348	180	528	50	422	221	47,73	0,12	argila arenosa	2,45	1,42
Bw (50-200 ⁺)	3,9	374	243	617	101	282	175	37,98	0,36	franco argilo arenosa	2,54	1,29

Continuação... **Tabela 2.** Atributos físicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança – Governador Dix-Sept Rosado – RN.

Hor./Prof.	Distribuição do tamanho das partículas						ADA	GF	Silte/ Argila	Classificação Textural (SiBCS)	Dp	Ds
	Cascalho	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila						
	cm	g/kg				g/kg						
Perfil 5 - Área Coletiva de Pastagem 1 (AColP1) - CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo)												
Ak (0-20)	4,1	54	149	203	593	204	133	34,65	2,92	franco siltosa	2,45	1,32
Ck1 (20-50)	2,4	46	128	174	604	222	141	36,49	2,72	franco siltosa	2,52	1,23
Ck2 (50-120)	2,4	49	149	198	574	228	165	27,66	2,52	franco siltosa	2,63	1,37
Ck3 (120-140 ⁺)	1,8	42	128	170	642	188	134	28,67	3,42	franco siltosa	2,47	1,28
Perfil 6 - Área Coletiva de Pastagem 2 (AColP2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)												
A (0-5)	18,1	373	180	553	133	314	228	27,39	0,42	franco argilo arenosa	2,55	1,24
Bi (5-27)	18,0	315	193	508	112	380	323	15,03	0,29	argila arenosa	2,78	1,10
CR (27 ⁺)												
Perfil 7 - Área de Mata Nativa 2 (AMN2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)												
A (0-7)	3,6	337	158	495	97	408	336	17,67	0,24	argila arenosa	2,42	1,33
AB (7-15)	4,2	278	160	438	143	419	368	12,12	0,34	argila	2,41	1,18
BA (15-35)	3,5	246	156	402	134	464	433	6,72	0,29	argila	2,32	1,22
Bi (35-75)	3,8	242	151	393	154	453	346	23,56	0,34	argila	2,46	1,40
BC (75-110)	6,8	255	121	376	144	480	370	23,00	0,30	argila	2,55	-
R (110 ⁺)												
Perfil 8 - Área de Preservação Permanente (APP) - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico (RYve)												
A (0-30)	1,3	186	133	319	131	550	414	24,76	0,24	argila	2,30	1,12
C (30-100 ⁺)	1,6	193	132	325	118	557	453	18,64	0,21	argila	2,21	1,02
Perfil 9 - Área de Mata Nativa 3 (AMN3) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico (CXve)												
A (0-8)	11,2	307	202	509	126	365	261	28,63	0,35	argila arenosa	2,25	0,94
BA (8-19)	12,0	303	179	482	158	360	323	10,22	0,44	argila arenosa	2,34	1,30
Bi (19-60)	7,6	211	140	351	113	536	414	22,81	0,21	argila	2,53	1,31
Cv (slinkensides) (60-200 ⁺)	5,9	213	127	340	115	545	432	20,78	0,21	argila	2,42	1,52
Perfil 10 - Área do Pomar de Cajareiras (ACAJA) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)												
A (0-12)	2,2	291	156	447	154	399	345	13,47	0,39	franco argilosa	2,32	1,17
AB (12-24)	2,0	334	122	456	77	467	388	16,92	0,16	argila arenosa	2,33	1,17
BA (24-41)	1,3	356	67	423	89	488	405	17,01	0,18	argila	2,58	1,20
Bi (41-92)	1,6	228	123	351	87	562	411	26,90	0,15	argila	2,50	1,22
BC (92-115)	2,0	227	118	345	112	543	371	31,70	0,21	argila	2,42	1,34
R (115 ⁺)												

Nota: ADA – argila dispersa em água; GF – Grau de floculação; SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solo; Dp – densidade de partícula; Ds – densidade do solo.

Fonte: Autor.

A fração silte foi destaque para o Chernossolo Rêndzico (P5 – AcolP1), com valores variando ao longo perfil de 593 g/kg (Hor. A chernozêmico) a 642 g/kg (Hor. C) e textura franco siltosa (Tabela 2), podendo ser justificado pela forte influência do material de origem do calcário Jandaíra, o que contribuiu para os maiores valores da relação silte/argila (2,52 a

3,42) encontrados dentre as classes de solos estudadas, sendo indicativo do seu baixo grau de intemperismo. Corroborando os resultados encontrados por Melo et al. (2017)(estudando diferentes Chernossolos na Chapada do Apodi-RN), atribuíram esse comportamento ao calcário fossilífero (material de origem em estágio pouco intemperizado, onde uma mesma rocha pode originar solos diferentes) com granulação fina, como também encontraram valores da relação silte/argila similares, variando de 3,00 a 6,00.

Quanto ao grau de floculação, observou-se superioridade para o Neossolo Flúvico (P8 – APP) (Tabela 2), no horizonte A (24,76 %), e para o Chernossolo Rêndzico (Ak - 34,65 % e Ck1 - 36,49 %), devido provavelmente à influência das frações silte e argila, além das bases trocáveis Ca^{2+} e Mg^{2+} (Tabela 3).

Atributos químicos

Observou-se que o Carbono Orgânico Total (COT) decresceu em profundidade em todos os perfis (Tabela 3), conforme esperado, porém, considerados teores altos e muito bons (Ribeiro et al., 1999), sendo então, representativos para um ambiente de região semiárida (Marinho et al., 2016), principalmente na superfície dos Cambissolos Háplicos das áreas Coletiva de Mata Nativa (ColMN – P2) e Coletiva de Pastagem 2 (AColP2 – P6), com 48,42 e 45,52 g/kg, respectivamente.

Em relação ao pH (em água) do solo, o Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 - ACAJU), foi o único a apresentar total caráter ácido (5,6 a 6,5), corroborando a presença de alumínio (0,48 a 0,58 cmol_c/kg), acidez potencial (2,31 a 3,74 cmol_c/kg), e consequentemente saturação por alumínio (15 a 20 %), entretanto, exibiu os menores valores de capacidade de troca catiônica a pH 7,0, variando de 5,17 (Bw) a 7,31 (A) cmol_c/kg , e saturação por bases (41 a 55 %), classificando-o como distrófico, em função dos horizontes AB e o diagnóstico Bt ($V = 41\%$), com influência do caráter latossólico, como resultado da pedogênese, apresentar ações de intemperismo químico um pouco avançado, apesar da baixa precipitação pluviométrica no semiárido, que favorecem a lixiviação dos cátions básicos, formando horizontes com limitações químicas, exceto o A e o próprio Bw, que ainda mantiveram quantidades de Ca^{2+} e Na^+ , suficientes para classificá-los como eutróficos ($V = 50$ e 55% , respectivamente). Conforme Kiehl (1979), valores de pH abaixo de 5,0 provocam deficiência nas bases divalentes Ca^{2+} , Mg^{2+} e no P, além do efeito de toxicidade por Al^{+3} em função de este apresentar maior solubilidade nessa faixa de pH, enquanto que valores entre 8,0 e 8,5 indicam a presença de carbonato de cálcio e/ou magnésio.

As demais classes apresentaram, de modo geral, valores de pH (em água) alcalinos, com destaque para o Chernossolo Rêndzico (P5 – AcolP1) (8,0 a 8,3) e no Neossolo Flúvico

(P8 – APP) (8,0 a 8,1) (Tabela 3). Esses altos valores de pH estão relacionados à influência da formação geológica do Calcário Jandaíra, que segundo Melo et al. (2017) apresenta estratos com rochas básicas ricas em carbonatos, fornecendo quantidades apreciáveis de cálcio e magnésio, contribuindo para a máxima saturação por bases (100 %), classificando-os em eutróficos, principalmente no Neossolo, por ser uma área de deposição de sedimentos. Moreira et al. (2007) ao realizarem a caracterização química e física dos solos na região da Chapada do Apodi- RN, constataram os efeitos da litologia da região sobre o pH, evidenciando que solos derivados de calcário apresentam reação de neutra a alcalina em consequência dos elevados teores de carbonato e bases trocáveis. Resultado semelhante encontrado nos perfis em estudo, com destaque para os maiores valores de cálcio e magnésio, variando o cálcio de 6,63 (Chernossolo (P5) – Hor. Ck3) a 24,07 cmol_c/kg (Cambissolo (P1) – Hor. C), e o magnésio, de 1,35 (Cambissolo (P3) – Hor. C) a 13,84 cmol_c/kg (Cambissolo (P1) – Hor. Bi). Além disso, a alcalinidade é um fenômeno comum em regiões semiáridas, que se manifesta nas baixas precipitações pluviométricas presentes na região (Souza et al., 2007).

O pH em KCl, foi menor do que em água em todos os perfis, indicando a predominância de cargas líquidas negativas na superfície das partículas, considerado como um bom indicador do estágio de intemperismo. Dessa forma, quanto menor o ΔpH (mais negativo), menor o grau de intemperismo do solo, entretanto, mesmo no solo mais intemperizado (Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 - ACAJU)), houve predomínio de carga líquida negativa (ΔpH entre -1,5 a -1,8) (Tabela 3), em decorrência da lixiviação das bases trocáveis, indicando avançado grau de intemperismo conforme comportamento também encontrado por Melo et al. (2006).

Com relação aos valores de CE, os menores foram encontrados, tanto no Argissolo Vermelho (P4), como o Neossolo Flúvico (P8), variando de 0,03 dS/m (Hor. Bw) a 0,09 dS/m (Hor. A) e 0,8 dS/m (Hor. C) e 0,11 (Hor. A) dS/m, respectivamente (Tabela 3). Esses valores menores evidenciam reduzida influência de sódio trocável, conseqüentemente, menores percentagens de sódio trocável (0 a 1 %), distando muito de apresentarem indícios de salinidade e/ou sodicidade, conforme Santos et al. (2013).

A classe do Chernossolo Rêndzico (P5 – AcolP1), diferenciou-se dos demais solos para os dois atributos supracitados, apresentando os maiores valores de CE (0,44 a 1,30 dS/m) e PST (5 a 18 %), principalmente nos horizontes A (6 %) e Ck2 (18 %), assim como de Na^+ trocável (0,44 a 2,38 cmol_c/kg) (Tabela 3), como influência das flutuações do lençol freático, o que indica uma tendência natural dessa área a apresentar riscos de solodicidade e sodicidade (caracterizando o processo pedogenético halomorfismo), já que o limite crítico para definir

solos solódicos salinos é PST entre 6 e 15 % e CE < 4 dS/m e sódicos maior que 15 %, com um pH, geralmente, entre 8,5 e 10 (Santos et al., 2013; Ribeiro et al., 1999).

No geral, os teores de fósforo (P), foram muito baixos (Tabela 3), decrescendo em profundidade, com destaque para o Argissolo Vermelho (P4), variando 0,46 (Hor. Bw) a 7,01 mg/kg (Hor. A), sobretudo, menores nos horizontes mais intemperizados AB, Bt e Bw. Chaves et al. (2009) estudando as características de adsorção de P em classes de solos na Paraíba, na região semiárida do Brasil, obtiveram resultados semelhantes, verificando menores teores de P em solos intemperizados, como o Argissolo; em função do teor e tipo de argila, comparado com solos que apresentam predomínio de óxidos de Fe e Al⁺³, pois apresentam maior força de adsorção sobre o P por meio das cargas elétricas positivas, fazendo com que este elemento se ligue fortemente aos colóides minerais, diminuindo a sua disponibilidade na solução do solo (Machado & Souza, 2012).

Quanto aos Cambissolos (P1, P2, P3, P6, P7, P9 e P10), também, apresentaram baixos teores de fósforo, explicados pela pequena quantidade do nutriente no material de origem, o calcário da formação Jandaíra (Costa et al., 2016). Entretanto, apenas o perfil 6 (Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico) foi o que apresentou teores de P variando de bom (21,03 mg/kg) no horizonte A (0-5 cm) a médio (9,21 mg/kg) no Bi (Ribeiro et al., 1999), podendo ser justificado por conter o segundo maior teor de COT (45,52 g/kg) em superfície, em decorrência da presença de serrapilheira e ser o mais raso dentre os demais. A disponibilidade de P no solo também depende da quantidade de matéria orgânica, como também do seu grau de intemperismo, assim, serve como fonte quando ainda apresenta reservas naturais por ser menos desenvolvido, por isso, em solos jovens, os fosfatos primários das rochas, por meio do pouco intemperismo, podem disponibilizar esse nutriente aos solos (Pavinato & Rosolem, 2008), confirmando a correlação positiva do COT e o P na matriz de correlação entre as variáveis físicas e químicas dos perfis de solos (Tabela 5).

Quanto ao potássio (K⁺), observaram-se baixos teores (Tabela 3), que variaram de 0,00 (Argissolo Vermelho - P4 - Bt) a 0,36 cmol/kg (Cambissolo Háplico - P2 – Hor. AB), sendo que este maior valor encontrado em subsuperfície no Cambissolo Háplico (P2), caracterizou a lixiviação desse íon da profundidade de 0-12 cm (Hor. A) para a subjacente, conseqüentemente, o seu aumento, podendo ser justificado pela monovalência do K⁺ que produz ligações mais fracas frente a íons bivalentes, como é o caso do cálcio e o magnésio, favorecendo maior mobilidade para os horizontes mais profundos dos solos (Melo et al., 2008).

Tabela 3. Atributos químicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado - RN.

Hor./Prof. 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	Atividade da Argila cmol _c /kg de argila	V	m	PST
			H ₂ O	KCl																
Perfil 1 - Área de Mata Nativa 1 (AMN1) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vertissólico (CXk)																				
A moderado (0 - 8)	0	27,90	7,4	6,0	-1,4	0,36	4,42	0,05	0,09	21,70	3,06	0	0	24,90	24,90	24,90	69,08	100	0	0
Bi (8-37)	0	8,23	7,5	5,6	-1,8	0,36	2,33	0,13	0,16	19,83	13,84	0	0	33,96	33,96	33,96	75,00	100	0	0
C (37-52)	243,69	5,67	7,6	7,0	-0,6	0,35	2,86	0,04	0,06	24,07	2,96	0	0	27,13	27,13	27,13	107,67	100	0	0
R (52 ⁺)																				
Perfil 2 - Área Coletiva de Mata Nativa (ColMN) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)																				
A fraco (0-3)	49,55	48,42	7,7	7,2	-0,5	0,37	6,88	0,05	0,04	15,63	3,26	0	0	18,98	18,98	18,98	75,91	100	0	0
AB (3-7)	58,35	39,34	7,8	7,3	-0,6	0,22	7,17	0,36	0,03	14,27	2,92	0	0	17,58	17,58	17,58	66,47	100	0	0
Bi (7-22)	114,87	10,98	7,7	7,2	-0,5	0,16	1,12	0,18	0,07	13,87	1,80	0	0	15,91	15,91	15,91	46,20	100	0	0
BiC (22-36)	125,90	8,03	8,1	7,3	-0,8	0,19	1,87	0,11	0,07	13,30	1,78	0	0	15,27	15,27	15,27	46,07	100	0	0
CB (36-52)	164,87	8,01	8,1	7,3	-0,8	0,18	0,37	0,08	0,08	12,87	1,62	0	0	14,65	14,65	14,65	43,86	100	0	1
C fragmentário (52-145)	603,49	2,96	8,2	7,4	-0,8	0,19	2,39	0,07	0,08	10,17	1,61	0	0	11,92	11,92	11,92	59,60	100	0	1
R (145 ⁺)																				
Perfil 3 - Área Agroecológica (AGRO) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)																				
A fraco (0-4)	0	19,97	7,6	6,3	-1,3	0,18	6,29	0,07	0,05	9,77	2,84	0	0	12,73	12,73	12,73	58,12	100	0	0
BA (4-10)	0	15,86	7,6	7,0	-1,7	0,13	5,08	0,07	0,05	9,43	2,46	0	0	12,01	12,01	12,01	49,24	100	0	0
Bi (10-42)	0	8,43	7,6	5,8	-1,8	0,12	1,84	0,05	0,05	9,63	1,89	0	0	11,62	11,62	11,62	47,24	100	0	0
BiC (42-70)	0	3,91	7,5	6,3	-1,2	0,33	2,59	0,27	0,05	12,13	2,02	0	0	14,48	14,48	14,48	56,78	100	0	0
CB (70-76)	0	3,59	7,4	6,5	-0,9	0,37	0,90	0,15	0,06	14,47	1,91	0	0	16,58	16,58	16,58	60,52	100	0	0
C (76-91 ⁺)	629,99	3,47	8,3	7,4	-0,9	0,33	0,52	0,05	0,08	9,80	1,35	0	0	11,28	11,28	11,28	42,75	100	0	1
Perfil 4 - Área de Cajueiro (ACAJU) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd)																				
A (0-7)	0	11,49	6,5	4,7	-1,8	0,09	7,01	0,13	0,04	2,27	1,24	0	3,63	3,68	3,68	7,31	104,42	50	0	1
AB (07-25)	0	7,06	5,7	3,9	-1,8	0,08	0,96	0,24	0,04	1,77	0,59	0,48	3,74	2,64	3,12	6,38	20,27	41	15	1
Bt (25-50)	0	4,91	5,6	4,0	-1,6	0,05	0,90	0,00	0,04	1,40	0,68	0,58	3,27	2,12	2,88	5,57	13,18	41	20	1
Bw (50-200 ⁺)	0	2,91	6,1	4,6	-1,5	0,03	0,46	0,16	0,06	1,23	1,41	0	2,31	2,86	2,86	5,17	18,32	55	0	1

Continuação... **Tabela 3.** Atributos químicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança – Governador Dix-Sept Rosado – RN.

Hor./Prof.	CaCO ₃	COT	pH (1:2,5)		ΔpH	CE	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	T	Atividade da Argila cmolc/kg de argila	V	m	PST
			H ₂ O	KCl																
Perfil 5 - Área Coletiva de Pastagem 1 (AColP1) - CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo)																				
Ak (0-20)	884,95	12,14	8,3	7,7	-0,6	0,38	1,43	0,14	0,72	9,06	1,30	0	0	11,22	11,22	11,22	55,15	100	0	6
Ck1 (20-50)	945,11	8,89	8,3	7,8	-0,5	0,44	1,25	0,07	0,61	7,36	1,87	0	0	9,91	9,91	9,91	44,66	100	0	6
Ck2 (50-120)	904,75	5,70	8,0	7,8	-0,2	1,30	1,25	0,09	2,38	8,10	2,33	0	0	12,91	12,91	12,91	56,61	100	0	18
Ck3 (120-140 ⁺)	935,57	3,65	8,6	7,8	-0,8	0,32	1,18	0,07	0,44	6,63	1,93	0	0	9,08	9,08	9,08	48,34	100	0	5
Perfil 6 - Área Coletiva de Pastagem 2 (AColP2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)																				
A (0-5)	0	45,52	7,7	7,1	-0,6	0,46	21,03	0,12	0,10	12,90	10,79	0	0	23,91	23,91	23,91	76,16	100	0	0
Bi (5-27) CR (27 ⁺)	78,80	17,52	8,2	7,1	-1,0	0,31	9,21	0,06	0,02	20,77	1,84	0	0	22,68	22,68	22,68	59,66	100	0	0
Perfil 7 - Área de Mata Nativa 2 (AMN2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)																				
A (0-7)	0	36,70	7,9	7,0	-1,0	0,21	2,72	0,11	0,42	19,00	2,87	0	0	22,40	22,40	22,40	54,91	100	0	2
AB (7-15)	0	21,46	8,2	6,3	-1,9	0,32	1,78	0,17	0,08	15,00	3,08	0	0	18,33	18,33	18,33	43,73	100	0	0
BA (15-35)	0	9,87	8,3	6,0	-2,30	0,18	1,20	0,34	0,08	15,70	2,06	0	0	18,18	18,18	18,18	39,18	100	0	0
Bi (35-75)	0	6,19	8,1	7,0	-1,1	0,35	2,26	0,16	0,10	14,17	8,87	0	0	23,29	23,29	23,29	51,42	100	0	0
BC (75-110) R (110 ⁺)	0	5,55	8,1	6,8	-1,2	0,35	4,24	0,13	0,18	20,90	2,41	0	0	23,63	23,63	23,63	49,22	100	0	1
Perfil 8 - Área de Preservação Permanente (APP) - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico (RYve)																				
A (0-30)	0	9,84	8,1	5,3	-2,8	0,10	4,29	0,11	0,05	12,57	3,53	0	0	16,25	16,25	16,25	29,52	100	0	0
C (30-100 ⁺)	0	4,41	8,0	5,4	-2,7	0,11	1,95	0,08	0,06	14,60	3,89	0	0	18,63	18,63	18,63	33,45	100	0	0
Perfil 9 - Área de Mata Nativa 3 (AMN3) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico (CXve)																				
A (0-8)	0	26,89	7,4	5,7	-1,7	0,22	4,02	0,08	0,07	16,00	3,56	0	0	19,71	19,71	19,71	53,99	100	0	0
BA (8-19)	0	14,29	7,5	5,3	-2,2	0,18	2,00	0,31	0,07	15,13	2,76	0	0	18,28	18,28	18,28	50,73	100	0	0
Bi (19-60)	0	5,77	7,6	5,7	-2,0	0,33	1,34	0,14	1,07	22,24	3,95	0	0	27,40	27,40	27,40	51,14	100	0	4
Cv (slinkensides) (60-200 ⁺)	0	5,25	7,7	5,5	-2,2	0,37	2,81	0,13	0	23,63	3,81	0	0	27,57	27,57	27,57	50,55	100	0	0

Continuação... **Tabela 3.** Atributos químicos dos perfis de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança – Governador Dix-Sept Rosado – RN.

Hor./Prof.	CaCO ₃	COT	pH (1:2,5)		ΔpH	CE	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	T	Atividade da Argila cmol/kg de argila	V	m	PST
			H ₂ O	KCl																
Perfil 10 - Área do Pomar de Cajaraneiras (ACAJA) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)																				
A (0-12)	0	21,72	7,5	6,7	-0,9	0,37	7,54	0,22	0,09	15,00	2,30	0	0	17,62	17,62	17,62	44,21	100	0	1
AB (12-24)	0	12,72	7,9	6,3	-1,6	0,14	4,77	0,03	0,11	12,80	2,31	0	0	15,26	15,26	15,26	32,67	100	0	1
BA (24-41)	0	7,52	7,8	6,3	-1,6	0,32	4,09	0,10	0,08	11,50	4,38	0	0	16,07	16,07	16,07	32,92	100	0	1
Bi (41-92)	0	3,76	7,7	5,4	-2,3	0,35	0,96	0,16	0,15	14,37	2,96	0	0	17,63	17,63	17,63	31,36	100	0	1
BC (92-115)	0	3,41	7,5	5,2	-2,3	0,33	2,39	0,11	0,20	15,67	3,56	0	0	19,54	19,54	19,54	35,96	100	0	1
R (115 ⁺)																				

Nota: COT – Carbono orgânico total; CE – Condutividade Elétrica do extrato de saturação do solo; t – Capacidade de troca Catiônica efetiva; T – Capacidade de catiônica a pH 7,0; V – Saturação por Bases; m – Saturação por alumínio; PST – Porcentagem de Sódio Trocável.

Fonte: Autor.

Mapeamento das Classes de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança

Ao observar o Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte para o município de Governador Dix-Sept Rosado realizado por Jacomine et al. (1971), identificaram-se apenas a classe de Cambissolos existente na região do Projeto de Assentamento Terra de Esperança. Porém, neste trabalho foi possível identificar esta e mais outras três classes de solos: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (Figura 2).

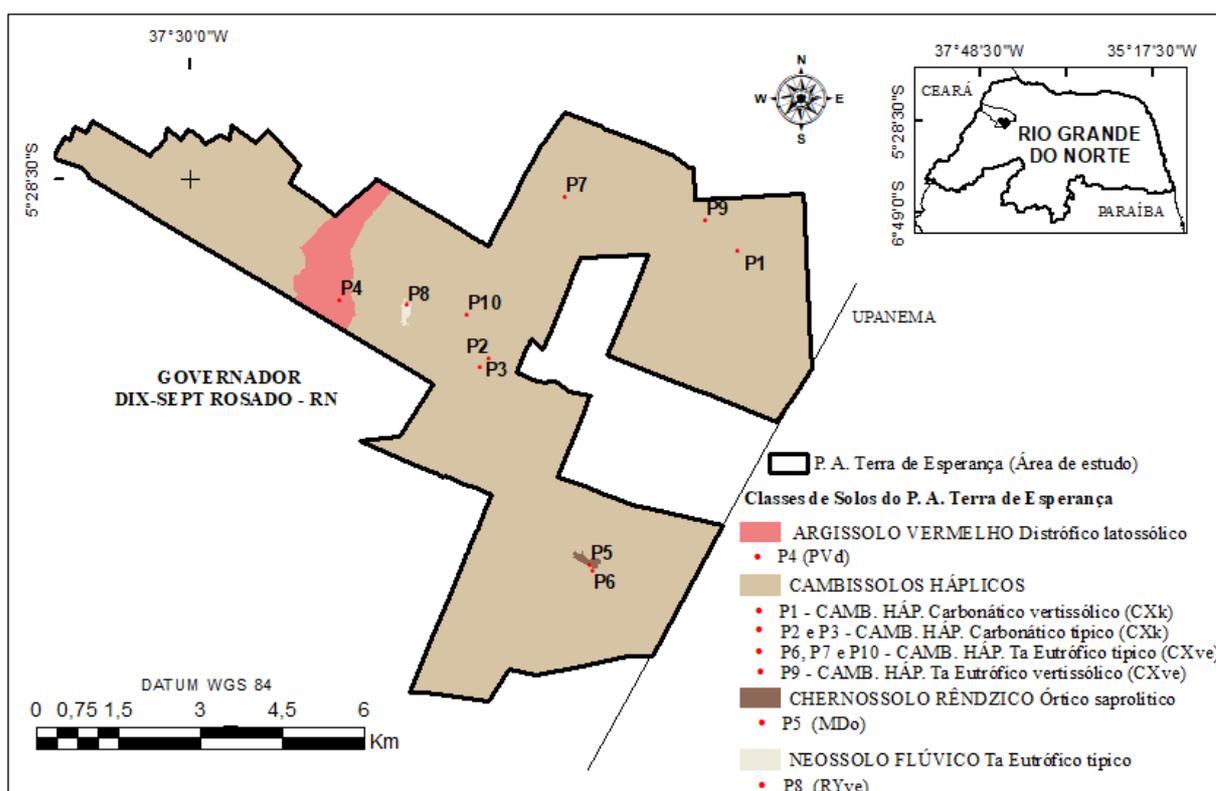


Figura 2. Classes de solos do P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN, conforme o SiBCS (Santos et al., 2013).

Fonte: Autor.

Analisando a porcentagem de área de cada classe de solo, é possível verificar que os Cambissolos Háplicos ocupam maior parte do P. A. Terra de Esperança, equivalente a 96,50 % da área total (Tabela 4). De maneira geral, os Cambissolos localizam-se, em relevo plano, com pouca alteração do material de origem, formando solos rasos a profundos, mas com boa reserva de nutrientes e capacidade de armazenamento de água, apresentando bom potencial agrícola, podendo ser utilizado para culturas de ciclo curto e/ou perene, pastagens e reflorestamento; já suas possíveis limitações podem ser risco de erosão, rochividade, espessura menor que 50 cm e quando vertissólico pode afetar o desempenho dos implementos agrícolas (Jarbas et al., 2018).

Tabela 4. Percentagem de área que cada classe de solo ocupa no P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN.

Classe de solo	Área (ha)	Percentagem de área (%)
CAMBISSOLO HÁPLICO	6076,50	96,50
ARGISSOLO VERMELHO	207,60	3,30
CHERNOSSOLO RÊNDZICO	7,20	0,11
NEOSSOLO FLÚVICO	5,70	0,09
TOTAL	6297	100

Fonte: Autor.

Análise estatística

Observou-se na matriz de correlação entre as variáveis (Tabela 5), que a fração silte apresentou correlação alta e positiva com CaCO_3 e PST, ambos com tendência a aumentar simultaneamente. Enquanto que, a argila correlacionou-se principalmente com o ΔpH e capacidade de troca catiônica a pH a 7,0 (T). Ao avaliar o CaCO_3 , verificou-se correlação com pH H_2O , pH KCl, ΔpH , CE, Na^+ , Ca^{2+} , T e PST, evidenciando a influência do material de origem sobre muitos atributos dos solos. O pH em água com as demais variáveis, constatou-se correlação alta e significativa com o alumínio (Al^{3+}), acidez potencial (H + Al), saturação por bases e saturação por alumínio (V e m), além de correlação com o cálcio. Por último, o sódio apresentou-se correlação com areia, silte, CaCO_3 , CE e PST.

As análises de Componentes Principais e Fatorial foram realizadas na matriz de dados constituída de apenas 18 variáveis, sendo necessária a retirada das variáveis delta pH (ΔpH) e saturação por alumínio (m) em decorrência da multicolinearidade na matriz de correlação (Tabela 5).

Tabela 5. Matriz de correlação entre as variáveis físicas e químicas dos perfis de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança na Chapada do Apodi- RN.

Variáveis	Areia	Silte	Argila	CaCO ₃	COT	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	CE	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	T	V	m	PST	
Areia	1,00																				
Silte	-0,67	1,00																			
Argila	-0,40	-0,42	1,00																		
CaCO ₃	-0,49	0,88	-0,49	1,00																	
COT	0,29	-0,17	-0,15	-0,23	1,00																
pH H ₂ O	-0,52	0,45	0,09	0,42	0,05	1,00															
pH KCl	-0,31	0,59	-0,36	0,61	0,23	0,77	1,00														
ΔpH	0,03	0,48	-0,63	0,53	0,29	0,22	0,79	1,00													
CE	-0,45	0,52	-0,09	0,49	0,03	0,33	0,49	0,44	1,00												
P	0,30	-0,21	-0,10	-0,25	0,68	0,02	0,14	0,19	0,07	1,00											
K ⁺	0,02	-0,09	0,08	-0,23	0,07	-0,03	-0,11	-0,14	-0,06	-0,02	1,00										
Na ⁺	-0,51	0,60	-0,12	0,58	-0,13	0,20	0,32	0,29	0,80	-0,18	-0,08	1,00									
Ca ²⁺	-0,19	-0,22	0,50	-0,30	0,21	0,44	0,23	-0,07	0,18	0,13	0,04	-0,07	1,00								
Mg ²⁺	-0,10	-0,15	0,31	-0,24	0,23	0,12	0,01	-0,09	0,19	0,40	0,02	-0,04	0,36	1,00							
Al ³⁺	0,16	-0,19	0,04	-0,11	-0,14	-0,70	-0,52	-0,12	-0,25	-0,16	-0,05	-0,09	-0,46	-0,22	1,00						
(H+Al)	0,45	-0,26	-0,23	-0,16	-0,16	-0,86	-0,65	-0,17	-0,35	-0,08	0,03	-0,13	-0,65	-0,27	0,73	1,00					
T	-0,17	-0,26	0,53	-0,35	0,25	0,31	0,12	-0,11	0,23	0,25	0,06	-0,04	0,93	0,66	-0,39	-0,54	1,00				
V	-0,42	0,26	0,20	0,16	0,18	0,88	0,66	0,17	0,36	0,11	-0,01	0,13	0,66	0,28	-0,76	-0,99	0,55	1,00			
m	0,16	-0,19	0,04	-0,11	-0,14	-0,70	-0,52	-0,12	-0,25	-0,16	-0,07	-0,09	-0,46	-0,22	1,00	0,73	-0,38	-0,76	1,00		
PST	-0,52	0,72	-0,25	0,70	-0,16	0,20	0,36	0,36	0,80	-0,20	-0,10	0,96	-0,23	-0,11	-0,05	-0,07	-0,20	0,07	-0,05	1,00	

Nota: CaCO₃ – Equivalente de Carbonato de Cálcio; COT – Carbono Orgânico Total; pH – potencial hidrogeniônico; ΔpH – delta pH; CE – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; P – fósforo; K⁺ – potássio; Na⁺ – sódio; Ca²⁺ – cálcio; Mg²⁺ – magnésio; Al³⁺ – alumínio; (H + Al) – acidez potencial; T – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio; PST – porcentagem de sódio trocável.

Fonte: Autor.

Por meio da Análise de Componentes Principais, foi possível gerar os diagramas de projeção dos vetores para os atributos físicos e químicos dos solos para os fatores 1 e 2 (Figura 2 a,b), e 3 e 4 (Figura 3 a,b), sendo esses os responsáveis pelo maior peso na classificação das variáveis, os quais que permitiram confirmar e visualizar suas influências sobre a distinção das classes de solos encontradas.

O gráfico da Figura 3a reflete primariamente, a predominância das variáveis físicas que mais discriminam os ambientes como o silte e a argila, já que não estão próximas no círculo de correlação, pois os solos estudados apresentam variações quanto à textura e classe.

Verificou-se que a distribuição das variáveis selecionadas apresentou variância acumulada de 57,71 % para os eixos Fator 1 e Fator 2, capazes de explicar 32,83 % e 24,88 %, respectivamente, dessa variância (Figura 3a,b). Dessa forma, ao analisar conjuntamente a Figura 3 a e b, observou-se a formação de três grupos distintos.

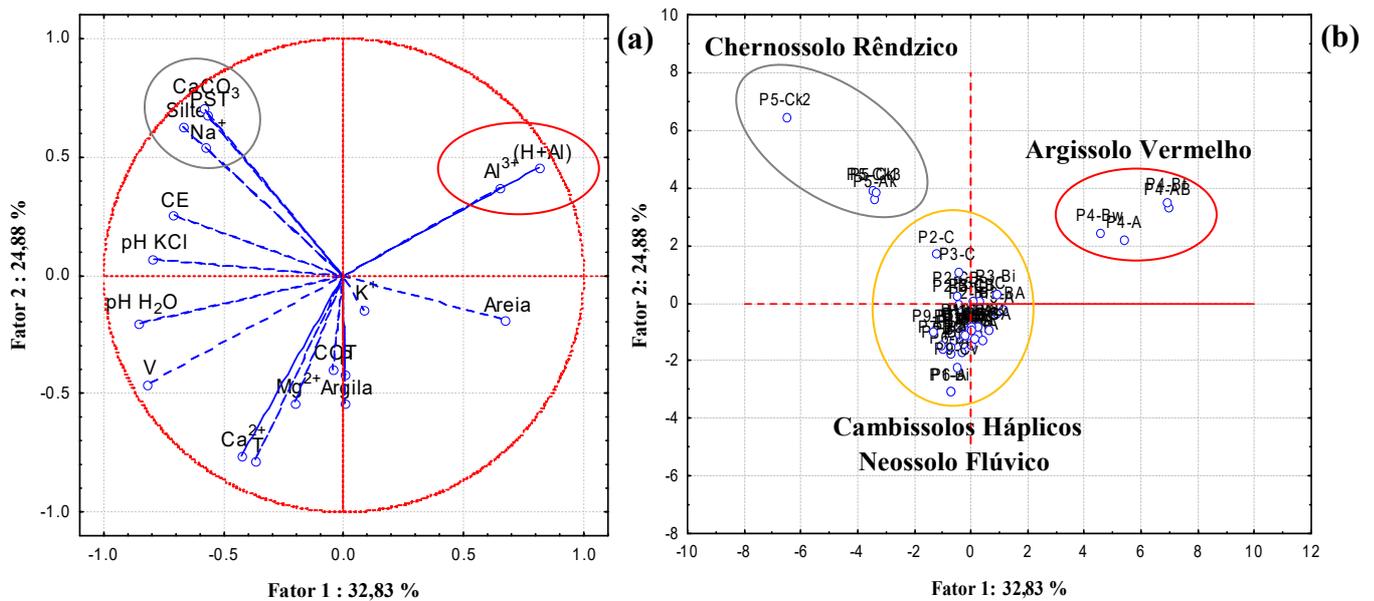


Figura 3. Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre os fatores 1 e 2 (b).

Fonte: Autor.

O primeiro grupo representa a classe do Argissolo Vermelho (P4 – ACAJU), onde a acidez potencial ($H + Al$) e o alumínio (Al^{3+}) foram as variáveis mais discriminantes para o fator 1, refletindo em um solo mais ácido, intemperizado, quando comparado com as demais classes em estudo, justificado também pela baixa relação silte/argila, argila de atividade baixa em profundidade e por estar no ponto mais alto da paisagem, com altitude média de 97 m (Tabela 1).

A classe do Chernossolo Rêndzico (P5 – AcolP1) representou o segundo grupo formado, discriminado pelas variáveis no fator 2: silte, equivalente de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e percentagem de sódio trocável (PST), sódio (Na^+) (Figura 2 a,b), caracterizado por ser pouco desenvolvido, sendo então, o mais jovem dentre as classes encontradas e mais influenciado pelo material de origem Calcário Jandaíra e também oscilação do lençol freático, o que contribuiu para riscos de solodicidade e sodicidade ao solo.

O terceiro grupo foi composto pelas classes de Cambissolos Háplicos e Neossolo Flúvico (Figura 3b), em decorrência da semelhança entre suas características físicas e químicas, já que estão sobrepostos uns aos outros no centro unitário, não sendo possível discriminá-las nos fatores 1 e 2.

Quanto aos fatores 3 e 4, verificou-se que a distribuição das variáveis selecionadas apresentou variância acumulada de 20,97 % para os eixos Fator 3 e Fator 4, capazes de explicar 11,59 % e 9,38 %, respectivamente, dessa variância (Figura 4a,b). Dessa forma, observou-se que os dois grupos formados representaram os Cambissolos Háplicos (P6 –

Na Tabela 6, constata-se as cargas fatoriais dos atributos físicos e químicos dos perfis de solos analisados e seus respectivos autovalores, variâncias totais e acumuladas. Portanto, foram selecionados os fatores 1, 2, 3 e 4 por atenderem ao critério de autovalores superiores a 1. Esses quatro fatores explicam juntos 78,68 % da variância total dos dados.

Tabela 6. Matriz de cargas fatoriais após rotação ortogonal pelo Método Varimax para as variáveis físicas e químicas dos perfis de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança na Chapada do Apodi - RN.

Variáveis	Cargas fatoriais ⁽¹⁾			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
	Acidez do solo	Salinidade do solo	Disponibilidade de nutrientes	Atividade da argila
Areia	-0,36	0,59	0,49	-0,23
Silte	0,34	-0,70	-0,21	-0,45
Argila	0,02	0,14	-0,35	0,84
CaCO ₃	0,28	-0,66	-0,20	-0,56
COT	0,14	0,09	0,83	0,04
pH H ₂ O	0,93	-0,20	-0,09	0,00
pH KCl	0,76	-0,37	0,21	-0,32
CE	0,22	-0,87	0,16	0,13
P	0,06	0,07	0,87	0,11
K ⁺	-0,03	0,12	-0,01	0,14
Na ⁺	0,01	-0,93	-0,08	-0,01
Ca ²⁺	0,56	0,10	0,10	0,69
Mg ²⁺	0,12	-0,12	0,40	0,63
Al ³⁺	-0,80	0,02	-0,14	-0,06
(H+Al)	-0,92	0,12	-0,01	-0,26
T	0,40	0,00	0,23	0,82
V	0,94	-0,11	0,04	0,24
PST	0,00	-0,95	-0,10	-0,19
Autovalores	5,91	4,48	2,09	1,69
Variância Total (%)	32,83	24,88	11,59	9,38
Variância Acumulada (%)	32,83	57,71	69,30	78,68

⁽¹⁾ Para fins de interpretação foram consideradas significantes cargas fatoriais $\geq 0,65$.

Fonte: Autor.

O fator 1, considerado fator de maior influência na diferenciação dos perfis com 32,83 % da variância total dos dados, está relacionado à acidez do solo, composto na ordem de importância, pelas variáveis pH H₂O, (H+Al), V, Al³⁺ e pH KCl (Tabela 6). Os principais indicadores de acidez utilizados no Brasil são o pH em água, a saturação por bases, o alumínio e o hidrogênio trocável (Sousa & Lobato, 2004; Nicolodi et al., 2008). Conforme observado, o pH variou de ácido no Argissolo Vermelho (P4) a alcalino no Chernossolo Rêndzico (P5), Cambissolos Hápicos (Perfis 1, 2, 3, 6, 7, 9 e 10) e Neossolo Flúvico (P8),

como influência dos fatores pedogenéticos material de origem e posição na paisagem (do mais elevado ao mais baixo), contribuindo assim, para a rota da água e a intensidade do intemperismo, evidenciando grande variação de classes de solos em poucos metros.

O fator 2 com 24,88 % da variância total dos dados (Tabela 6), representado pela PST (percentagem de sódio trocável), cátion básico Na^+ (sódio), condutividade do extrato de saturação do solo (CE), a fração silte e CaCO_3 , variando juntos, está relacionado à salinidade do solo. A classificação mais simples para se avaliar a salinidade do solo tem por base a CE, a percentagem de sódio trocável (PST) e o pH. A CE indica os efeitos da salinidade sobre as plantas, enquanto que, a PST, os efeitos do sódio sobre as propriedades do solo (Ribeiro et al., 2010; Queiroz et al., 2010).

A classe do Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – AcolP1) foi o único a apresentar riscos de solodicidade em superfície e sodicidade em subsuperfície (Tabela 3), além da maior quantidade de silte (Tabela 2), por sofrer bastante influência da oscilação do lençol freático, favorecendo o acúmulo de sais, como também do material de origem.

O fator 3, denominado de disponibilidade de nutrientes do solo, foi composto pelo COT e o P e o fator 4, designado de atividade da argila, pela argila, T e Ca^{2+} , com 11,59 % e 9,38 % da variância total dos dados, respectivamente (Tabela 6). A matéria orgânica do solo tem como função crucial fornecer nutrientes às plantas, principalmente o fósforo, elemento este limitante ao desenvolvimento das plantas (Pavinato & Rosolem, 2008).

A variável K^+ foi a que apresentou as cargas fatoriais mais baixas e similares (Tabela 6), por isso não foi significativa em nenhum dos fatores.

4. CONCLUSÕES

As classes de solos representativos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado, Chapada do Apodi, RN são: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – AMN1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – ColMN e P3 – AGRO), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – AColP2, P7 – AMN2 e P10 – ACAJA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – AMN3), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – ACAJU), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – AcolP1) e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – APP) .

A evolução dos solos sob as condições climáticas da Chapada do Apodi favorece a acumulação de CaCO_3 em quantidade suficiente para reconhecimento do horizonte cálcico, nos perfis de Cambissolos Háplicos (P1, P2, P3 e P4) e Chernossolo Rêndzico (P5) estudados, desenvolvidos de materiais de origem de natureza carbonática.

A fração areia no horizonte A e argila no Bt, além da acidez potencial e o alumínio discriminam o Argissolo Vermelho (P4). O silte, o equivalente de carbonato de cálcio e percentagem de sódio trocável, sódio determinam a classe do Chernossolo Rêndzico (P5). Enquanto a argila, o carbono orgânico total e o fósforo disponível definem os Cambissolos Háplicos (P6, P8, P9 e P10) e o Neossolo Flúvico (P8).

Os atributos mais sensíveis na distinção das classes encontradas estão ligados ao material de origem, o qual influenciou diretamente às características físicas (teores de silte e argila) e químicas (acidez, salinidade, disponibilidade de nutrientes e atividade da argila) dos solos.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 404 v. 22, p. 711 – 728. 2013.
- Brady, N. C.; Weil, R. R. *Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos*. 3. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013.
- Chaves, L. H. G., Chaves, I., Nascimento, A., & Sousa, A. E. C. Características de adsorção de fósforo em Argissolos, Plintossolos e Cambissolos do Estado da Paraíba. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 6 (2), 2009.
- Costa, M. C. G. et al. Profundidade do solo e micro-relevo em bananais irrigados: impactos na nutrição mineral e potencial produtivo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 567-578, 2011.
- Costa, M. C. G.; Miotti, A. A.; Ferreira, T. O.; Romero, R. E. Teor de nutrientes e viabilidade da bananicultura em Cambissolos com diferentes profundidades Bragantia, Campinas, v. 75, n. 3, p.335-343, 2016.
- DNOCS. Plano diretor para o aproveitamento dos recursos de solo e água do Vale do Apodi - Rio Grande do Norte. São Paulo, Hidroservice/Ministério do Interior/DNOCS (3ª Diretoria Regional), 1978. v. I. Tomo 1.
- Ernesto Sobrinho, F. Caracterização, gênese e interpretação para uso de solos derivados de calcário da região da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte. 1980.133f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Freitas, L. F.; Casagrande, J. C.; Oliveira, I. A. O.; Souza Júnior, P. R.; Campos, M. C. C. C. Análises multivariadas de atributos químicos do solo para caracterização de ambientes. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 8, n. 2, p. 155-164, 2014.
- Jacomine, P. K. T.; Silva, F. B. R.; Formiga, R. A.; Almeida, J. C.; Beltrão, V. A.; Pessoa, S. C. P.; Ferreira, R. C. Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, DPP/DA. Convênio MA/DNPEA/SUDENE/ DRN, MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21).
- Jarbas, T.; Sá, I. B.; Petreire, V. G.; Taura, T. A.. Agência Embrapa de Informação Tecnológica: ÁRVORE DO CONHECIMENTO – Bioma Caatinga – Cambissolos. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5ubswf.html#. Acesso em: 31 jul. 2018.
- Kiehl, E. J. *Manual de Edafologia: relação solo-planta*. Piracicaba: Ceres, 1979. 262p.
- Machado, V.J.S; Souza, C. H. E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 1, 2012.
- Maia, R. P. Planície fluvial do baixo jaguaribe: evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental Mercator - *Revista de Geografia da UFC*, vol. 4, núm. 8, 2005.

- Marinho, A. C. C. S.; Portela, J. C.; Silva, E. F.; Dias, N. S.; Sousa Junior, F. S.; Silva, A. C.; Silva, J. F. Organic matter and physicochemical attributes of a cambisol under different agricultural uses in a semi-arid region of Brazil. *Australian Journal of Crop Science (Online)*, v. 10, p. 32-41, 2016.
- Melo, A. F. D.; Souza, C. M. M., Rego, L. G. S.; Lima, R. N. S.; Moura, I. N. B. M. Pedogênese de Chernossolos derivados de diferentes materiais de origem no Rio Grande do Norte, Brasil. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.13, n.3, p.229-235, 2017.
- Melo, R. M.; Barros, M. F. C.; Santos, P. M.; Rolim, M. M.; Correção dos solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, p. 376-380, 2008.
- Melo, V.F.; Schaefer, C.E.G.R.; Fontes, L.E.F.; Chagas, A.C.; Lemos Júnior, J.B. & Andrade, R.P. Caracterização física, química e mineralógica de solos da Colônia Agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia) sob diferentes usos e após queima. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:1039- 1050, 2006.
- Moreira, J. N., Morais, C, E. R., Maia, C. E., & Gurgel F. J. Caracterização química e física dos solos do assentamento de reforma agrária MAISA em Mossoró, RN. *Revista de Biologia e Ciências da terra*, 7(2), 2007.
- Mota, J. C. A.; Assis Júnior, R. N.; Amaro Filho, J.; Romero, R. E.; Mota, F. O. B.; Libardi, P. L. Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi -RN. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.31, n.3, p. 445-454. 2007.
- Nicolodi, M.; Anghinoni, I.; Gianello, C. Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:237-247, 2008.
- Oliveira, L.B.De; Fontes, M.P.F.; Ribeiro, M.R.; Ker, J.C. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira Ciência Solo*, V.33, p. 1333-1345, 2009.
- Pavinato, P. S.; Rosolem, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:911-920, 2008.
- Pessoa Neto, O.C.; Soares, U.M.; Silva, J.G.F.; Roesner, E.H.; Florêncio, C.P.; Souza, C.A.V. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n.2, p. 357-369. 2007.
- Queiroz, J. E.; Gonçalves, A. C. A.; Souto, J. S.; Folegatti, M. V. Avaliação E Monitoramento Da Salinidade Do Solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. Das; Acerda, C. F. De. (Ed.). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 63-81. 472 p. il.
- Ribeiro, A. C.; Guimaraes, P. T. G.; Alvarez, V. V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359p, 1999.
- Ribeiro, M.R. Origem e classificação dos solos afetados por sais p.11-19. In.: *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos básicos e aplicados*. GHEYI, H.R. et al. (Eds.). Fortaleza, 2010. 472 p. il.

- Santos, H.G. Dos; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C. Dos; Oliveira, V.A. De; Lumbreras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F.; Oliveira, J.B. De. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, p.353, 2013a.
- Santos, P. G.; Bertol, I.; Miquelluti, D. J.; Almeida, J. A.; Mafra, Á. L. Agrupamento de pedons de Cambissolos Húmicos com base em 489 atributos físicos e químicos utilizando a estatística multivariada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v 39, n. 2, p. 350 – 360, 2015.
- Santos, R. D.; Lemos, R. C.; Santos, H. G.; Ker, J. C.; Anjos, L. H. C.; Shimizu, S. H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6.ed. Viçosa: SBCS, p.100, 2013b.
- Sousa, D.M.G; Lobato, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. 416p.
- Souza, D.M.G.; Miranda, L.N. & Oliveira, S.A. Acidez do Solo e sua correção. In: Novais, R.F.; Alvarez V., V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B. & Neves, J.C.L., Eds. Fertilidade Do Solo. Viçosa, Mg, Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo, p.205-274, 2007.
- Souza, R. O.; C.; Martins, C. M.; S.; Cavalcante, J. S. J.; F.; Sousa Junior, F. S.; Sa, F. V. S. Soil attributes in agricultural uses and in the Semiarid RN-Brazil in eutrophic Cambisol. African Journal of Agricultural Research, v. 10, p. 3636-3643, 2015.
- Statsoft. *Statistica Version 7.0*. StatSoft. 2004. Retrieved from <http://www.statsoft.com>
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Geraldés, W. Manual de métodos de análise de solo. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.
- Valeriano, M. M. E Rossetti, D. F. TOPODATA: Banco de dados geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em 05 ago. 2010.
- Yeomans, J. C. & Bremner, J. M. A rapid and precise method for routine determination of carbon in soil. Communications in Soil Science Plant Analysis, 19: 1467-505 1476, 1988.

CAPÍTULO 2 – INDICADORES FÍSICOS DE CAMBISSOLOS SOB DIFERENTES USOS NA CHAPADA DO APODI, RN

RESUMO

A estrutura do solo do ponto de vista da física está relacionada ao espaço poroso, a qual constitui um ambiente dinâmico, influenciada pelas condições pedogenéticas e pelos usos e práticas agrícolas adotados. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar atributos físicos e estruturais de Cambissolos sob diferentes usos, em Projeto de Assentamento, na Chapada do Apodi, RN, detectando os mais sensíveis na distinção dos ambientes por meio da análise multivariada. Foram escolhidas áreas com diferentes usos no Projeto de Assentamento Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado - RN, sendo elas: Área de Mata Nativa 1 (AMN1), Área de Mata Nativa 2 (AMN2), Área de Mata Nativa 3 (AMN3), como referências, Área de Manejo Convencional (AMC), Área Agroecológica (AAGRO) e Área de Pomar de Cajaneiras *Spondia sp.* (ACAJ). Para caracterização das áreas de usos agrícolas, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas, nas camadas 0,00 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m e realizadas análises físicas estruturais e granulométrica. As classes de solos das áreas conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos são: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico -AMN1; Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico - AMN2 e ACAJ; Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico - AMN3; e Cambissolo Háplico Carbonático típico - AMC e AAGRO. Os resultados foram expressos pela média de três repetições por camada, nas respectivas áreas para os atributos analisados, por meio da análise multivariada. A textura dos solos variou de franco-argilo-arenosa (média) a argila. A fração areia total apresentou correlação negativa com a argila dispersa em água (ADA), umidades gravimétrica (UG) e volumétrica (UV), porosidade total determinada (Ptd) e microporosidade (Mi), além de positiva com a densidade do solo (Ds) e a velocidade de infiltração básica (VIB), contribuindo como influência pedogenética. Enquanto que a Ds se correlacionou altamente com a UG, UV, Ptd, Mi, macroporosidade (Ma), porosidade de aeração (Pa) e VIB, ressaltando a importância da estrutura no ponto de vista físico do solo, que é dinâmica. Os atributos mais relevantes e que discriminam a estrutura e física dos solos são as frações inorgânicas argila e areia, porosidade, grau de flocculação, agregado e resistência mecânica do solo à penetração. Os atributos físicos e estruturais dos Cambissolos Háplicos, em geral, foram preservados em relação à condição atual da mata nativa, mesmo sob diferentes usos e manejos do solo, apesar, dos solos sob uso das áreas de Mata Nativa 1 (0,20-0,30 m), de Manejo Convencional e Agroecológica denotarem naturalmente fragilidade na estabilidade de agregados e grau de flocculação, principalmente em razão da predominância da fração areia. A área sob uso de Pomar de Cajaneiras apresentou condições físicas e estruturais mais favoráveis ao desenvolvimento dos cultivos agrícolas, especialmente em superfície, com destaque para argila, Ptd, Pa, UG e UV, e resistência mecânica do solo à penetração.

Palavras-chave: Estrutura. Frações inorgânicas. Mata nativa. Condições pedogenéticas.

ABSTRACT

The soil structure from the point of view of physics is related to the porous space, which constitutes a dynamic environment, influenced by the pedogenetic conditions and the adopted agricultural practices and practices. Thus, the objective of this work was to evaluate the physical and structural attributes of Cambissolos under different uses, in the Settlement Project, in the Chapada do Apodi, RN, detecting the most sensitive in the distinction of environments through multivariate analysis. Areas with different uses were chosen in the Terra de Esperança Settlement Project, Governor Dix-Sept Rosado - RN, being: Native Forest Area 1 (NFA1), Native Forest Area 2 (NFA2), Native Forest Area 3 (NFA3), as references, Conventional Management Area (CMA), Agroecological Area (AEA) and Cajaraneira (Spondia sp.) Orchard Area (COA). To characterize the areas of agricultural use, deformed and undisturbed samples were collected, in the layers 0.00 - 0.10 m; 0.10 - 0.20 m and 0.20 - 0.30 m and performed physical and structural analysis. The soil classes of the areas according to the Sistema Brasileiro de Classificação de Solos are: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico - NFA1; Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico - NFA2 and COA; Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico - NFA3; and Cambissolo Háplico Carbonático típico - CMA and AEA. The results were expressed as mean of three replicates per layer, in the respective areas for the attributes analyzed, through the multivariate analysis. Soil texture varied from sandy loam (clay) to clay. The total sand fraction showed a negative correlation with water dispersed clay (ADA), gravimetric (UG) and volumetric (UV) moisture, total porosity (Ptd) and microporosity (Mi), as well as soil density (Ds) and the basic infiltration velocity (VIB), contributing as pedogenic influence. While the Ds correlated highly with UG, UV, Ptd, Mi, macroporosity (Ma), aeration porosity (Pa) and VIB, emphasizing the importance of the structure in the physical point of view of the soil, which is dynamic. The most relevant attributes that discriminate the physical and structure of soils are clay and sand inorganic fractions, porosity, flocculation degree, aggregate and soil mechanical resistance to penetration. The structural and physical attributes of the Cambissolos Háplicos were, in general, preserved in relation to the current condition of the native forest, even under different uses and management of the soil, despite of the soils under the use of Mata Nativa 1 (0.20-0.30 m), Conventional and Agroecological Management naturally indicate fragility in the stability of aggregates and degree of flocculation, mainly due to the predominance of the sand fraction. The area under use of Cajaraneira Orchard presented physical and structural conditions more favorable to the development of agricultural crops, especially on the surface, with emphasis on clay, Ptd, Pa, UG and UV, and soil mechanical resistance to penetration.

Keywords: Structure. Inorganic fractions. Native forest. Pedogenic conditions.

1. INTRODUÇÃO

A visão predominante da qualidade do solo refere-se à sua natureza dinâmica, podendo ser influenciada pelas condições pedogenéticas, como também, pelo uso e manejo do solo, principalmente com implementos e tráfego de máquinas utilizadas no preparo convencional (Oliveira et al., 2013). Os atributos físicos e estruturais dos solos adequados estão associados àqueles que permitem os processos de: infiltração, retenção e disponibilização de água às plantas, bem como as trocas gasosas e de calor com a atmosfera e raízes das plantas, além de responder ao manejo do solo e resistir à degradação, propiciando assim, condições adequadas ao crescimento e o desenvolvimento das plantas (Reichert et al., 2003); desempenho esse que está relacionado com a manutenção da capacidade produtiva do solo, o qual não pode ser medido diretamente, porém, pode ser estimado a partir de alguns atributos físicos que exerçam função de sustentação do solo, utilizados como indicadores, desde que atendam a condição de serem sensíveis aos usos numa escala de tempo e que permitam a verificação de suas alterações (Pereira et al., 2011; D'andréa et al., 2002), uma vez que é observada ligação entre a melhoria da qualidade física e conseqüentemente na química e biológica do solo (Dexter, 2004; Araújo et al., 2007).

Os principais indicadores físicos são: a textura, a estrutura e seus atributos relacionados como a estabilidade de agregados, porosidade, densidade do solo, resistência do solo à penetração de raízes, infiltração e retenção de água no solo (Araújo et al., 2012). Assim, os atributos físicos e estruturais do solo são influenciados pelas condições pedogenéticas e o manejo do solo e dos cultivos adotados, conseqüentemente, apresentarão diferentes potencialidades e/ou limitações.

Dessa forma, o manejo adequado do solo promove a manutenção ou alteração mínima das suas propriedades físicas, permitindo o bom desenvolvimento das culturas. A alteração dessas características pode gerar problemas, tais como: compactação, redução na infiltração de água no solo, na retenção de água, na porosidade e na agregação (Junior Pereira, 2010). Com isso, o estudo do movimento das propriedades do solo é um processo importante, principalmente em áreas em que o solo é submetido a diferentes usos, pois pode indicar opções de manejo, além de favorecer a resposta dos atributos do solo em relação à determinadas práticas realizadas (Santos et al., 2009).

Diante o exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar atributos físicos e estruturais de Cambissolos sob diferentes usos, em Projeto de Assentamento, na Chapada do Apodi, RN, detectando os mais sensíveis na distinção dos ambientes por meio da análise multivariada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no Projeto de Assentamento Terra da Esperança, situado no município de Governador Dix-Sept Rosado no Rio Grande do Norte, inserido na microrregião da Chapada do Apodi. O município de Governador Dix-Sept Rosado possui uma área de 1.263 km², Apresenta classificação climática segundo Koppen, semiárido quente, tipo BSh (Alvares et al., 2013), com precipitação pluvial média anual de 712 mm durante os meses de fevereiro a maio, com vegetação natural de Caatinga Hiperxerófila, espécies de hábito caducifólia, isto é, tendem a perder a folhagem na época da seca. Além da predominância de Cambissolos na área (Jacomine et al., 1971).

O Projeto de Assentamento Terra de Esperança (P. A. T. E.) está localizado na porção sudeste da sede do município de Governador Dix-Sept Rosado, distando doze quilômetros do centro da cidade, mais precisamente nas coordenadas geográficas 5° 30' 12,19'' S e 37° 27' 26,66'' (Figura 1). O P. A. T. E é constituído de uma área total de 6.297 hectares, distribuídos em três agrovilas com 113 famílias, cada uma com 30 hectares (instalados desde o ano de 1998 com a posse das terras, concedida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA).

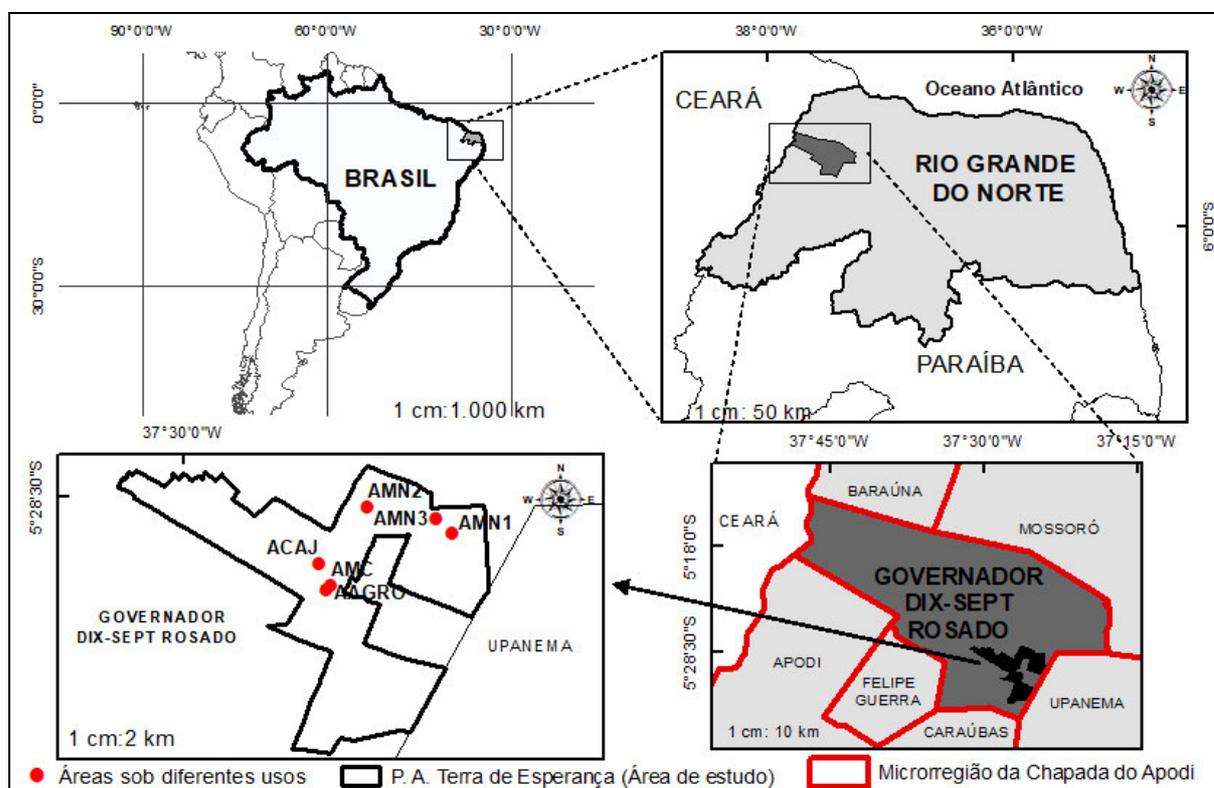


Figura 1. Localização da área de estudo: Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fonte: Autor.

Para o referido estudo, foram escolhidas seis áreas sob usos, sendo elas (Figura 1):

- **Áreas de Mata Nativa 1, 2 e 3 (AMN1, AMN2 e AMN3):** Caracterizadas como reserva ambiental sob vegetação de Caatinga hiperxerófila, preservada, porém já houve à retirada de lenha apenas para cercamento de outras áreas e possui vegetação com espécies caducifólias, que tem por hábito a perda da folhagem no período da seca favorecendo o aporte de matéria orgânica. No período seco, essa área é utilizada para o pastoreio de animais (caprinos) criados pelos assentados. Em função da reduzida influência antrópica, estas áreas servem como referência para comparação sobre modificações dos atributos do solo, simulando a condição de ambiente natural.

- **Área de Manejo Convencional (AMC):** onde se cultivam milho, feijão-de-corda, gergelim, jerimum e sorgo somente no período chuvoso, uma vez que não se dispõe de sistema de irrigação no local. Possui histórico (desde 2005) de ausência de fertilização com adubos industriais e nem queimada, porém, utilizam a aração e gradagem. No período de estudo, a área encontrava-se em pousio.

- **Área Agroecológica (AAGRO):** foi implantada no ano de 2005, com a finalidade de produção de alimentos (frutíferas) e (forrageiras) como subsistência das famílias e dos animais, além da produção de mel por abelhas africanizadas, onde adotam-se algumas práticas agroecológicas de conservação do solo, tais como: extinção do uso de queimadas e insumos agrícolas, preservação da sucessão natural das plantas, (utilizando também frutíferas adaptadas ao semiárido), bem como controle de processos erosivos, por meio do uso de camalhões que amenizam o escoamento superficial.

- **Área do Pomar de Cajaneiras *Spondia sp.* (ACAJ):** onde foram implantados exemplares de cajaneiras do gênero *Spondia sp* pelo antigo proprietário na década de 1970. A colheita das cajaneiras tem grande importância econômica para os assentados, já que produz cerca de 70 a 80 caixas de 40 quilogramas do fruto por semana no pico da safra. No período de estiagem a área apresenta um grande aporte de matéria orgânica no solo, favorecida pela perda da folhagem das espécies de *Spondia sp*.

As classes de solos das áreas conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013) são: AMN1 - Cambissolo Háptico Carbonático vertissólico, AMN2 e ACAJ - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico, AMN3 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico vertissólico e AMC e AAGRO - Cambissolo Háptico Carbonático típico.

Amostragem de solos dos usos agrícolas

As coletas de amostras de solos com estrutura deformada e indeformada, nas respectivas áreas dos usos em estudo, foram realizadas nas camadas de 0,00 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30 m e levadas ao Laboratório de Física do Solo, no complexo de Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (LASAP/CCA/UFERSA). Com estrutura deformada, foram 5 (cinco) amostras compostas, oriundas de 15 subamostras com o auxílio trado tipo holandês, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, posteriormente, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Já para a coleta das amostras indeformadas nas respectivas seis áreas de estudo, foram abertas quatro (04) pequenas trincheiras aleatórias, e coletadas duas (02) amostras nas três camadas supracitadas, utilizando o método do anel volumétrico (com dimensões: 5,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro) totalizando cento e quarenta e quatro (144) amostras, e um (01) bloco indeformado por trincheira (04) x área (06) x camada (03), totalizando 72 amostras e acondicionados em sacos plásticos.

Indicadores físicos

Foram realizadas análises físicas em triplicata (obtendo valores médios das repetições) de granulometria, densidade de partícula, argila dispersa em água, grau de floculação e relação silte/argila com as amostras deformadas, e com as indeformadas, as análises de densidade do solo, macro, micro (mesa de tensão à 6 kPa) e porosidade total determinada, estabilidade de agregados do solo com o bloco indeformado para determinação do Diâmetro Médio Ponderado – DMP e Diâmetro Médio Geométrico – DMG, e teor de água no solo (umidade gravimétrica e volumétrica) conforme Teixeira et al. (2017).

A granulometria foi obtida pelo método da pipeta utilizando dispersante químico (Hexametáfosfato de sódio) e água destilada em 20 g da terra fina seca ao ar (TFSA), com agitação mecânica lenta em agitador (Wagner 50 rpm) por 16 horas. A areia (2 a 0,05 mm) foi quantificada por tamisagem, a argila (< 0,002 mm) por sedimentação e o silte (0,05 a 0,002 mm) por diferença entre as frações de areia e argila, calculando-se, também, a relação silte e argila. A análise de densidade de partículas foi realizada pelo método do balão volumétrico, utilizando-se terra fina seca em estufa (TFSE) a 105°C e álcool etílico.

Argila dispersa em água foi realizada por meio de dispersão mecânica lenta em água com agitação por 16 h a 50 rpm, seguida da separação da fração argila por sedimentação do

silte. Assim, pode-se obter o grau de flocculação, que é a relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total, obtida após dispersão.

A densidade do solo foi determinada pelo do anel volumétrico com volume conhecido, e tomando-se a média dos valores obtidos, sendo representada pelo quociente da massa das partículas sólidas do solo pelo volume total do solo.

Para a análise da macro, micro e porosidade total, as amostras indeformadas nos anéis volumétricos foram saturadas por 48 horas e pesadas (para determinar a porosidade total), a partir daí, encaminhadas para mesa de tensão saturada com água, sem bolhas de ar na coluna, na tensão de 6 kPa (para determinar a microporosidade). A macroporosidade do solo será determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade do solo.

A distribuição de tamanho de agregados do solo foi determinada pela técnica de peneiramento em água. As amostras foram colocadas em um conjunto de peneiras com malhas de 4,76 mm; 2,00 mm; 1,00 mm; 0,50 mm; 0,25 mm; 0,105 mm e 0,053 mm de diâmetro, imersas em água e agitadas por um oscilador mecânico vibratório, durante 15 min. Os agregados de solo foram separados nas classes de tamanho de 4,76 a 2,0; 2,0 a 1,0; 1,0 a 0,50; 0,50 a 0,25 mm e <0,25 mm. Com base nos resultados desta separação, foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados do solo.

A Resistência Mecânica do Solo à Penetração (RSP) foi determinada por meio do penetrômetro SoloStar PLG 5500 da Falker, com coleta de 15 pontos representativos em cada área de estudo. Este aparelho, dotado de sistema automático de medição, alimentado por bateria de 12 V, tinha como características: 12,83 mm de diâmetro do cone; 0,02 MPa de resolução; força máxima de até 90 kgf suportada pela haste e 40 cm de profundidade máxima, estando em conformidade com norma ASAE S.313.3 (ASAE, 2004), com a utilização simultânea de GPSMAP GARMIN (modelo 64s) para georreferenciamento dos pontos, sendo então, consideradas as médias das RSP nas camadas de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m.

Para a avaliação da infiltração de água no solo foi utilizado o Método do Infiltrômetro de Anel em triplicata por área em estudo, com dois cilindros concêntricos com altura de 40 cm, e diâmetro de 30 e 50 cm para os anéis interno e externo, respectivamente, com abastecimento manual de água dos cilindros, e verificando a leitura da altura da água em centímetros nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90 e 120 min, ou até o ponto de equilíbrio, para determinação da Velocidade Básica de Infiltração de água no solo (VIB) de acordo com Bernardo et al. (2008).

Concomitante aos ensaios de campo coletou-se amostras deformadas nas camadas de 0,00 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m, para realização da análise da umidade gravimétrica (UG %), pois a RSP e a VIB são governadas por forças de coesão e adesão conforme Teixeira et al. (2017).

Análise estatística

Os dados dos atributos físicos foram expressos pela média de três repetições por camada, e submetidos à análise estatística por meio da técnica de análise estatística multivariada como ferramenta principal utilizada na detecção dos atributos mais sensíveis na distinção dos ambientes nos solos sob diferentes usos no programa Software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004), utilizando-se a matriz de correlação e as análises de Componentes Principais, Agrupamento e Fatorial, sendo considerado o valor de 0,65 para cargas fatoriais significativas.

As variáveis das áreas dos usos agrícolas foram definidas pelas camadas 0,0-0,10 m (representada pelo número 1), 0,10-0,20 m (por 2) e 0,20-0,30 m (por 3) nas áreas sob diferentes usos conforme expresso nos resultados e discussões, com a seguinte descrição para as três camadas: Área de Mata Nativa 1: AMN1/1, AMN1/2 e AMN1/3; Área de Mata Nativa 2: AMN2/1, AMN2/2 e AMN2/3; Área de Mata Nativa 3: AMN3/1, AMN3/2 e AMN3/3; Área de Manejo Convencional: AMC/1, AMC/2 e AMC/3; Área Agroecológica: AAGRO/1, AAGRO/2 e AAGRO/3; Área do Pomar de Cajaraneiras: ACAJ/1, ACAJ/2 e ACAJ/3.

Para interpretar os resultados finais, foram utilizados intervalos de valores de referência das variáveis mais importantes da análise fatorial conforme Kiehl (1979), Arshad et al. (1996), Prevedello (1996), Reynolds et al. (2002), Reichert et al. (2003), Pereira et al. (2010), Ferreira (2010), e Prado (2013), agrupando os solos, conforme seu grau de desempenho físico em: BOM, REGULAR e RUIM.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicadores físicos do solo dos usos agrícolas

Na classificação textural dos Cambissolos Háplicos (Tabela 1), observou-se variação de franco-argilo-arenosa a argila, com predomínio da fração areia sobre as frações silte e argila na composição granulométrica para as áreas de Mata Nativa 1 (AMN1) na terceira camada (0,20-0,30 m), Área de Manejo Convencional (AMC) e Área Agroecológica (AAGRO), com teores oscilando de 518 a 685 g kg⁻¹, caracterizando-as com textura franco-argilo-arenosa e média no diagrama simples, identificando minerais primários que foram mais resistentes ao processo de intemperismo. Marinho et al. (2016) estudando matéria orgânica e atributos físico-químicos de um Cambissolo sob diferentes usos agrícolas em uma região Semiárida do Brasil, microrregião da Chapada do Apodi, também observaram predomínio da fração areia total nas áreas de Mata Nativa, Coletiva com Plantio Convencional com Consórcio e zona Agroecológica, além de valores muito próximos que variaram entre 426,1 a 660,5 g kg⁻¹ (Tabela 1).

Consequentemente, foram essas mesmas áreas (AMN1/3, AMC e AAGRO), que apresentaram as maiores densidades de partícula, em decorrência da dominância do mineral quartzo na fração sólida do solo que possui densidade de 2,65 g/cm³, consequentemente maiores densidades do solo; menores porosidades totais, microporosidades e estabilidade de agregados, pois nos solos de textura mais grosseira, as partículas sólidas estão menos suscetíveis a formarem agregados, e a densidade do solo é normalmente maior que em solos de textura argilosa, onde os solos arenosos possuem poucos poros pequenos, ou seja, poros internos dos agregados (microporos), e deste modo apresentam menor porosidade total, conforme Brady & Weil (2013); além das menores resistências mecânicas do solo à penetração e umidades gravimétrica e volumétrica, porém, maiores velocidades de infiltração básica, especialmente nas AMC e AAGRO, devido à homogeneidade e predominância da fração areia desde a superfície até as camadas subjacentes (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores físicos de Cambissolos sob diferentes usos no Projeto de Assentamento Terra de Esperança - Governador Dix-Sept Rosado – RN, de 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m.

Camada	Areia	Silte	Argila	ADA	GF	Classificação	Dp	Ds	U	θ	Ptd	Mi	Ma	Pa	DMP	DMG	RSP	VIB
m	g kg ⁻¹			%	%	Textural	g/cm ³	g/g	cm ³ /cm ³	cm ³ /cm ³	%	mm			MPa	cm/h		
Área de Mata Nativa 1 (AMN1) - Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (CXk)																		
0,00 - 0,10	476	173	351	284	19,09	argila arenosa	2,23	0,96	0,29	0,28	61,89	53,03	8,86	27,32	1,76	1,86	2,01	1,89
0,10 - 0,20	447	105	448	323	27,90	argila	2,14	1,23	0,25	0,31	56,17	47,82	8,35	23,32	1,19	0,77	1,70	
0,20 - 0,30	541	94	365	280	23,29	franco argilo arenosa	2,44	1,31	0,17	0,22	47,23	38,67	8,56	18,89	1,36	0,97	1,33	
Área de Mata Nativa 2 (AMN2) - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (CXve)																		
0,00 - 0,10	495	97	408	336	17,67	argila arenosa	2,42	1,33	0,22	0,30	53,61	49,34	4,27	23,31	1,99	0,95	2,23	11,14
0,10 - 0,20	438	143	419	368	12,12	argila	2,41	1,18	0,33	0,40	54,22	49,14	5,09	23,07	2,26	0,94	2,12	
0,20 - 0,30	402	134	464	433	6,72	argila	2,32	1,22	0,27	0,33	52,05	47,44	4,60	23,11	2,26	0,61	1,76	
Área de Mata Nativa 3 (AMN3) - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (Cxve)																		
0,00 - 0,10	509	126	365	261	28,63	argila arenosa	2,25	0,94	0,31	0,30	59,63	55,76	3,88	27,74	2,67	0,67	1,53	5,89
0,10 - 0,20	482	158	360	323	10,22	argila arenosa	2,34	1,30	0,13	0,16	51,98	48,86	3,12	24,03	2,05	0,93	3,36	
0,20 - 0,30	351	113	536	414	22,81	argila	2,53	1,31	0,15	0,20	59,01	55,04	3,97	26,77	3,11	2,18	2,38	
Área Coletiva de Manejo Convencional (AMC) - Cambissolo Háplico Carbonático típico (CXk)																		
0,00 - 0,10	613	130	257	222	13,70	franco argilo arenosa	2,35	1,56	0,12	0,18	42,27	41,33	2,45	21,67	1,44	1,06	1,48	13,87
0,10 - 0,20	562	90	348	251	27,87	franco argilo arenosa	2,52	1,43	0,16	0,22	48,51	42,59	5,92	21,16	1,18	0,90	2,72	
0,20 - 0,30	518	181	301	230	23,50	franco argilo arenosa	2,73	1,53	0,16	0,25	47,62	41,70	5,91	20,39	1,21	0,78	1,90	
Área Agroecológica (AAGRO) – Cambissolo Háplico Carbonático típico (CXk)																		
0,00 - 0,10	685	84	231	188	18,61	franco argilo arenosa	2,85	1,53	0,14	0,22	41,62	39,98	1,64	19,68	1,95	1,59	2,27	21,19
0,10 - 0,20	581	102	317	209	34,07	franco argilo arenosa	2,58	1,59	0,13	0,19	42,98	39,74	3,24	19,69	1,44	0,18	0,80	
0,20 - 0,30	587	167	246	213	13,41	franco argilo arenosa	2,65	1,48	0,19	0,28	47,42	41,32	6,09	19,49	0,84	0,00	0,42	
Área do Pomar de Cajaneiras (ACAJ) - Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (CXve)																		
0,00 - 0,10	449	156	395	324	17,97	franco argilosa	2,32	1,17	0,29	0,35	53,71	49,61	4,09	24,40	2,06	0,59	1,51	5,64
0,10 - 0,20	470	84	446	375	15,82	argila arenosa	2,33	1,17	0,23	0,27	52,52	47,74	4,79	23,04	2,13	0,49	1,16	
0,20 - 0,30	423	89	488	405	17,01	argila	2,58	1,20	0,27	0,32	54,71	50,25	4,46	24,61	2,04	0,56	1,43	

ADA – argila dispersa em água; GF – Grau de flocculação; Dp – densidade de partícula; Ds – Densidade do solo; UG – Umidade gravimétrica; UV – Umidade volumétrica; Ptd – Porosidade total determinada; Mi – Microporosidade; Ma – Macroporosidade; Pa – Porosidade de aeração; DMP – Diâmetro Médio Ponderado; DMG – Diâmetro Médio Geométrico; RSP – Resistência mecânica do solo à penetração; VIB – Velocidade de Infiltração Básica de água no solo.

Fonte: Autor.

Análise estatística

Observou-se na matriz de correlação entre as variáveis físicas (Tabela 2), que a fração areia apresentou correlação negativa com a ADA, UG, UV, Ptd, e Mi, além de correlação positiva com a Ds e VIB. Enquanto que, ao avaliar a Ds, constatou-se alta correlação com muitas variáveis, como as UG e UV, Ptd, Mi, Ma, Pa e VIB, ressaltando o quão a estrutura no ponto de vista da física do solo é de grande importância e dinâmica.

Tabela 2. Matriz de correlação entre as variáveis (indicadores físicos) do solo nas áreas em estudo.

Variáveis	Areia	Silte	Argila	ADA	GF	Dp	Ds	UG	UV	Ptd	Mi	Ma	Pa	DMP	DMG	RSP	VIB
Areia (g kg ⁻¹)	1,00																
Silte (g kg ⁻¹)	-0,24	1,00															
Argila (g kg ⁻¹)	-0,94	-0,11	1,00														
ADA (g kg ⁻¹)	-0,88	-0,10	0,94	1,00													
GF (%)	-0,06	-0,02	0,07	-0,26	1,00												
Dp (g/cm ³)	0,43	-0,11	-0,40	-0,43	0,08	1,00											
Ds (g/cm ³)	0,60	-0,10	-0,57	-0,51	-0,19	0,73	1,00										
UG (g/g)	-0,55	0,04	0,55	0,53	0,10	-0,53	-0,83	1,00									
UV (cm ³ /cm ³)	-0,51	-0,03	0,53	0,53	0,04	-0,32	-0,58	0,93	1,00								
Ptd (%)	-0,79	0,12	0,77	0,64	0,30	-0,62	-0,87	0,72	0,53	1,00							
Mi (%)	-0,77	0,03	0,77	0,69	0,14	-0,52	-0,80	0,67	0,49	0,94	1,00						
Ma (%)	-0,32	0,27	0,23	0,08	0,51	-0,47	-0,48	0,37	0,29	0,47	0,15	1,00					
Pa (%)	-0,71	0,09	0,69	0,61	0,13	-0,55	-0,80	0,62	0,39	0,93	0,98	0,17	1,00				
DMP (mm)	-0,41	-0,29	0,53	0,52	-0,07	-0,08	-0,42	0,36	0,25	0,50	0,71	-0,38	0,65	1,00			
DMG (mm)	0,07	-0,17	-0,01	-0,09	0,19	0,19	0,13	-0,19	-0,22	0,17	0,20	-0,03	0,24	0,32	1,00		
RSP (Mpa)	-0,32	0,23	0,25	0,18	0,19	-0,13	-0,11	-0,06	-0,10	0,26	0,26	0,09	0,24	0,13	0,21	1,00	
VIB (cm/h)	0,59	-0,02	-0,59	-0,46	-0,39	0,71	0,78	-0,52	-0,32	-0,79	-0,63	-0,68	-0,63	-0,18	-0,01	-0,22	1,00

ADA – argila dispersa em água; GF – Grau de floculação; Dp – densidade de partícula; Ds – Densidade do solo; UG – Umidade gravimétrica; UV – Umidade volumétrica; Ptd – Porosidade total determinada; Mi – Microporosidade; Ma – Macroporosidade; Pa – Porosidade de aeração; DMP – Diâmetro Médio Ponderado; DMG – Diâmetro Médio Geométrico; RSP – Resistência mecânica do solo à penetração; VIB – Velocidade de Infiltração Básica de água no solo.

Fonte: Autor.

As análises de componentes principais e fatorial foram realizadas na matriz de dados constituída de apenas 16 variáveis, sendo necessário a retirada do indicador microporosidade em decorrência da multicolinearidade. Desse modo, a Tabela 3 dispõe sobre as cargas fatoriais após rotação para os dados de indicadores físicos dos solos nas áreas de estudo. Com isso, os autovalores indicam a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de atributos analisados, extraíndo os fatores na ordem de sua significância, onde cargas fatoriais significativas e com sinais opostos evidenciam variação conjunta, porém em direção oposta (Arcoverde et al., 2015).

Então, foram selecionados os fatores 1, 2, 3 e 4 por atenderem ao critério de autovalores superiores a 1. Esses quatro fatores explicam juntos 79,19 % da variância (Tabela 3).

O fator 1, denominado de porosidade do solo, que explica a maior parcela de variância total dos dados, ou seja, o de maior influência, foi composto pelos atributos: teor de argila,

ADA, Ptd, Pa, UG UV variando juntos e em direção oposta ao teor de areia e Ds, com 45,42 % da variância total dos dados. O fator 2, denominado de Grau de flocculação, foi composto pelo GF e Ma, variando juntos, com 14,01 % da variância total dos dados. O fator 3, denominado de Agregado, foi composto pelo DMG e o fator 4, pela RSP, com 11,29 % e 8,47 % da variância total dos dados, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Matriz de cargas fatoriais após rotação ortogonal pelo Método Varimax para os dados de indicadores físicos dos solos nas áreas de estudo.

Indicadores físicos	Cargas fatoriais ⁽¹⁾			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
	Porosidade	Grau de flocculação	Agregado	Resistência mecânica do solo à penetração
Areia	-0,89	-0,03	0,09	-0,30
Silte	0,02	0,14	-0,55	0,55
Argila	0,90	-0,02	0,10	0,10
ADA	0,90	-0,26	-0,02	0,07
GF	-0,06	0,79	0,30	0,05
Dp	-0,61	-0,34	0,33	-0,03
Ds	-0,80	-0,43	0,09	0,13
UG	0,77	0,26	-0,17	-0,42
UV	0,66	0,12	-0,21	-0,48
Ptd	0,87	0,41	0,14	0,11
Ma	0,21	0,84	-0,33	0,07
Pa	0,84	0,20	0,27	0,14
DMP	0,62	-0,29	0,62	-0,07
DMG	-0,07	0,16	0,79	0,24
RSP	0,20	0,09	0,14	0,77
VIB	-0,64	-0,63	0,03	-0,09
Autovalores	7,27	2,24	1,81	1,36
Variância total (%)	45,42	14,01	11,29	8,47
Variância acumulada (%)	45,42	59,43	70,72	79,19

⁽¹⁾ Para fins de interpretação foram consideradas significantes cargas fatoriais $\geq 0,65$.

Fonte: Autor.

Outro aspecto importante é realizar a análise de componentes principais, que considera os indivíduos que estão sendo estudados por meio da representação gráfica da distribuição das variáveis, no círculo de correlação unitário (Figura 2a), como a distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre os fatores 1 e 2 das áreas em estudo (Figura 2b).

Observou-se que, praticamente, todas as variáveis se aproximaram do círculo unitário, indicando maior contribuição aos componentes principais em relação às que estão mais afastadas (Figura 2a). Como também, as frações inorgânicas (areia, silte e argila) não se concentraram próximas no círculo de correlações, pois os solos estudados, apesar de terem a mesma classificação até o segundo nível categórico, apresentam uma variedade quanto à textura e o gráfico reflete a predominância das variáveis que mais discriminam os ambientes como a areia e a argila. Ou seja, os gráficos refletem a inter-relação existente entre as

variáveis e as características predominantes de cada área em estudo, por exemplo (Figura 2a, b).

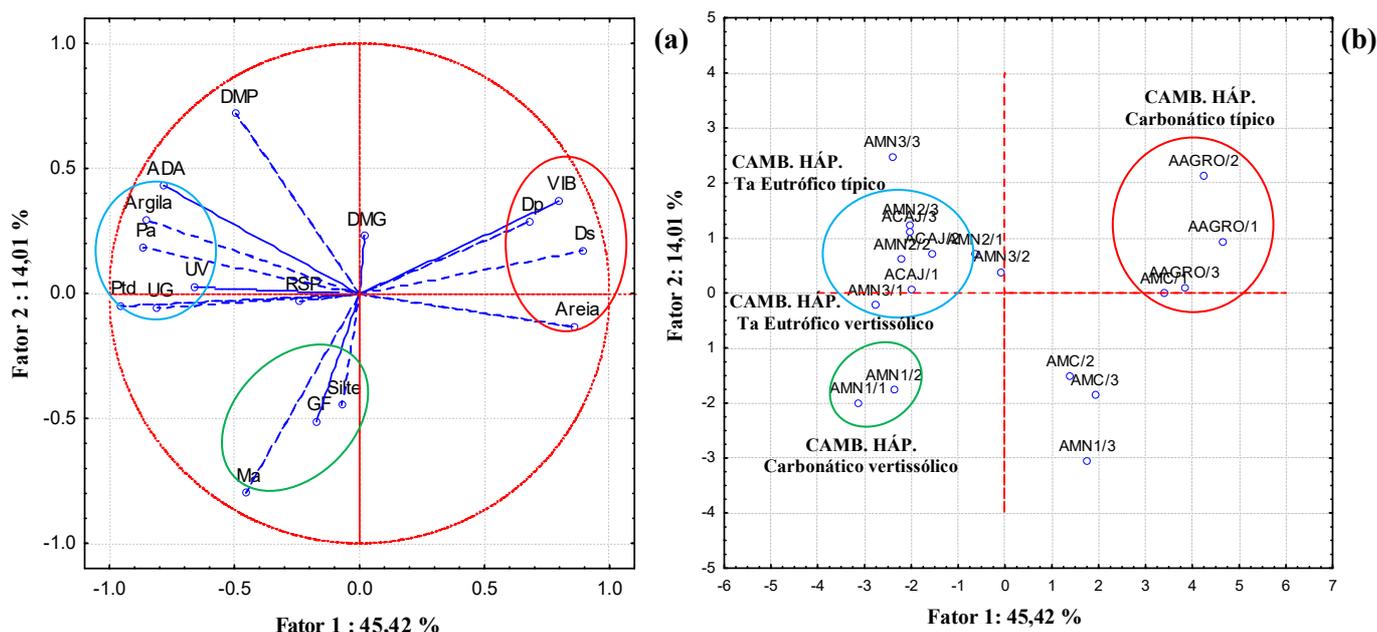


Figura 2. Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre fatores (1 e 2) (b).

Fonte: Autor.

A fração areia e Ds foram determinantes na descrição do fator 1 que explica 45,42 % das causas das variações geradas, por estarem mais próximas ao eixo x, como também, pode-se observar a influência Dp e VIB na ACP (Figura 2a), sendo as características mais discriminantes para as áreas AAGRO e AMC/1 (0,00-0,10 m), diferenciando o Cambissolo Háplico Carbonático típico dos demais (Figura 2b). Dessa forma, foi o teor de areia que diferenciou a sua textura (média) dos outros (argilosa), favorecendo uma maior Dp, já que a areia é composta em maior parte pelo mineral quartzo, maior Ds (variação justificada em função da composição mineral do solo e arranjo das partículas sólidas), consequentemente, maior VIB, coincidindo justamente com as áreas que mais apresentaram infiltração de água (Tabela 1).

Para o mesmo fator 1, porém do lado esquerdo, observou-se que as variáveis argila, Pa, Ptd, UG e UV (Figura 2a) foram discriminantes para as áreas ACAJ, AMN2 e AMN3, especialmente, em superfície, representando os Cambissolos Háplicos Ta Eutrófico típico e Ta Eutrófico vertissólico (Figura 2b), além de apresentarem as melhores condições para o desenvolvimento das plantas, podendo ser justificado pela reduzida perturbação antrópica, como também pelas condições pedogenéticas, que propiciaram maior teor da fração argila, o que contribuiu para predominância de microporos e que em associação com os resíduos depositados na superfície, pelo caimento das folhas das Cajaraneiras, também favoreceu o

aumento da Ptd, da manutenção da umidade e redução da Ds, e consequentemente, influenciar na segunda menor RSP encontrada em superfície (Tabela 1), como se pode observar sua aproximação na ACP desse grupo de variáveis (Figura 2a).

Já as variáveis GF e Ma, foram determinantes na descrição do fator 2, localizado no eixo y, com 14,01 % de discriminação, como também, pode-se observar a influência do silte na ACP (Figura 2a), importantes na caracterização do ambiente de AMN até a subsuperfície (0,10-0,20 m), a qual representa o Cambissolo Háptico Carbonático vertissólico (Figura 2b).

Portanto, foi visível que as frações inorgânicas foram determinantes na distinção dos ambientes, além de exercerem forte influência sobre outras variáveis (Figura 2a,b).

O Cambissolo Háptico Ta Eutrófico vertissólico foi representado também no fator 3 (11,29 %) e 4 (8,47 %) (Figura 3b), em especial para descrição da AMN3, sendo o DMG discriminante (Figura 3a), principalmente em sua última camada (0,20-0,30 m), sendo então, o maior valor e expressivo encontrado para esta variável. O não revolvimento do solo mantém o sistema radicular conservado e em maior quantidade, influenciando positivamente a agregação, pois atuam na aproximação das partículas minerais, devido à pressão exercida durante seu crescimento no espaço poroso do solo e na liberação de exsudados orgânicos (Ramos et al., 2010).

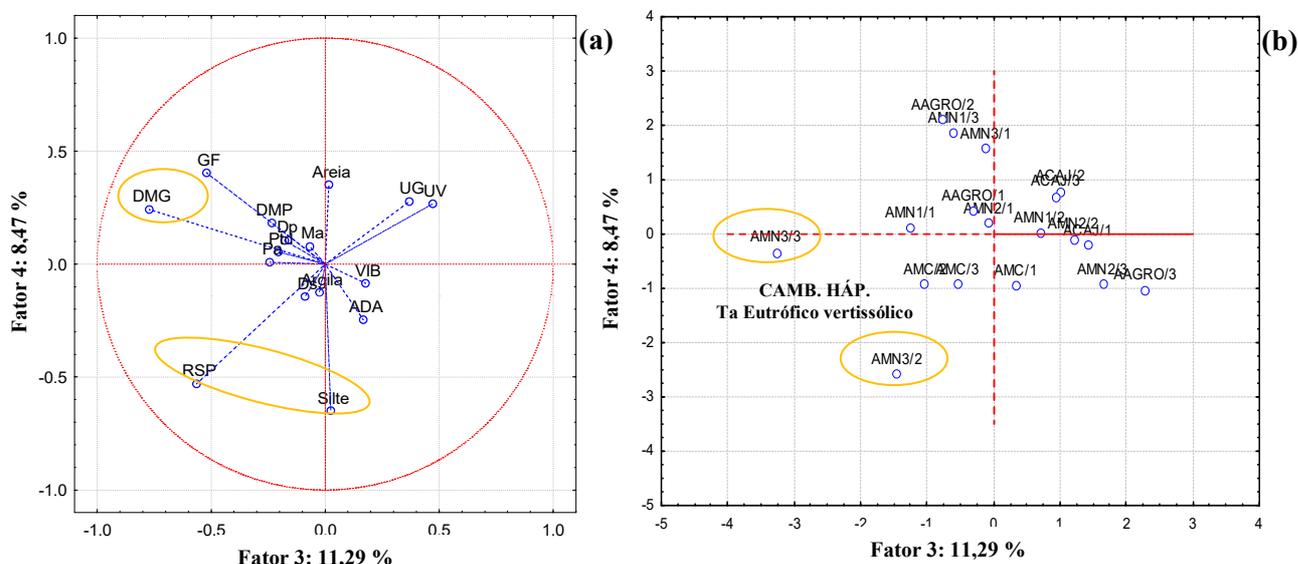


Figura 3. Distribuição das variáveis, no círculo de correlações (a) e distribuição da nuvem de pontos representando a relação entre fatores (3 e 4) (b).

Fonte: Autor.

A RSP foi a variável discriminante para o fator 4 (Figura 3a) para mesma área supracitada, porém, na camada de 0,10 – 0,20 m (Figura 3b), devido seu maior valor, assim como também, observou-se na ACP que a fração silte também influenciou este ambiente, por ser o maior teor encontrado para esta mesma camada (Tabela 1), podendo estar associada ao pisoteio dos animais que têm acesso a área nas épocas de seca, ou ainda caracterizar um

processo de adensamento natural, em decorrência do peso da camada superior, do não revolvimento do solo, além de maior presença de partículas médias e finas, o que contribui para melhor acomodação e arranjo das partículas, conseqüentemente, maior resistência mecânica do solo à penetração encontrada. Segundo Resende et al. (2002), a fração silte, também desempenha importante papel quanto ao encrostamento do solo, o qual consiste em uma camada onde os sedimentos finos tendem a se dispor em forma de lâminas, causando a compactação dos finos e o selamento dos poros, dificultando assim, a infiltração de água e as raízes em penetrar o solo, por isso, solos ricos em silte possuem maior tendência a esse fenômeno. Além de ser considerado como indicador do grau de intemperismo do solo, que somente nos jovens devem apresentar elevada proporção da fração, dispersão natural, selamento superficial e susceptibilidade natural à erosão.

Verifica-se que as variáveis que estão sobrepostas umas às outras possuem a mesma representatividade (Figura 3a,b).

Na análise de agrupamento, o dendograma (Figura 4) reflete o número de grupos formados pelas mesmas características, onde a sua leitura é feita da direita para esquerda, indicando a escala vertical o nível de diferença (dissimilaridade) entre as variáveis, e no eixo horizontal, são marcados os grupos homogêneos na ordem crescente de semelhança entre eles.

A análise do dendograma da Figura 4, mostrou a formação de agrupamentos distintos para os usos dos solos. Assim, traçado o nível de homogeneidade de 10% de dissimilaridade, destacam-se três grupos distintos com usos de solos, que homogeneamente influenciaram os atributos físicos do solo. O primeiro foi formado pelas Áreas de Mata Nativa 1, 2 e 3 (AMN1/1, AMN2/1, AMN3/1) e Área do Pomar de Cajaraneiras (ACAJ/1) em superfície, como também em subsuperfície da AMN2/2, AMN3/2 e Área de Manejo Convencional (AMC/2 e AMC/3). O segundo foi composto pelas camadas subsuperficiais (0,00-0,10 e 0,10-0,20 m) das áreas de mata nativa (AMN1/2, AMN2/3 e AMN3/3) e do Pomar de Cajaraneiras (ACAJ/2 e ACAJ/3), apresentando maior similaridade, sendo assim, o mais expressivo dos grupos formados, evidenciando a ACAJ, como uso mais conservador dentre todos, já que possui características mais semelhantes à Mata Nativa. Enquanto que, o terceiro grupo foi constituído pela terceira camada da AMN1, Área Agroecológica (AAGRO) em todas as camadas e Área de Manejo Convencional (AMC/1) em superfície, possivelmente, podendo ser justificado em decorrência da mesma textura, além de apresentarem os maiores teores de areia dentre todos.

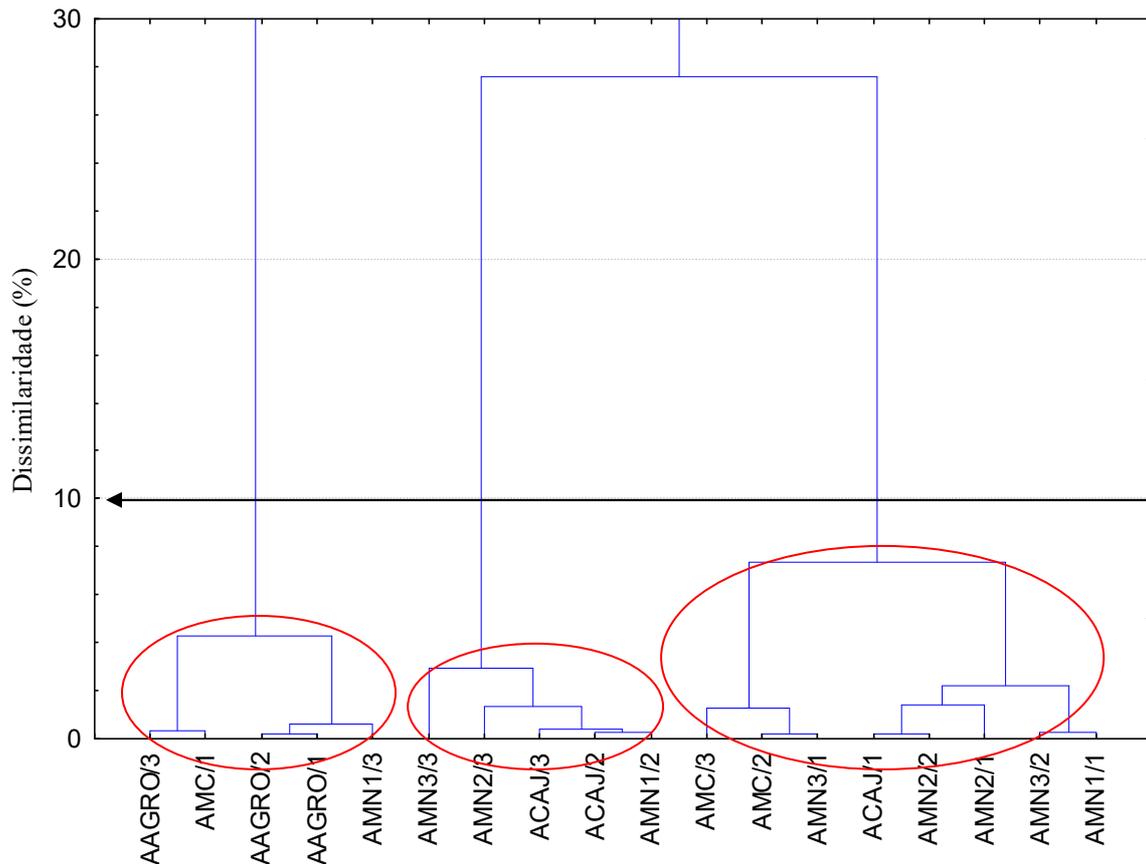


Figura 4. Dendrograma vertical da matriz de distâncias dos solos conforme os usos, pelo método de agrupamento ward.
 Fonte: Autor.

Apenas as variáveis que foram significativas (acima de 0,65) nos fatores 1, 2, 3 e 4 da matriz de cargas fatoriais (argila, ADA, areia, Ptd, Pa, Ds, UG, UV, Ma, GF, DMG e RSP) encontram-se na Tabela 4, pois esses são responsáveis pelo maior peso na classificação das variáveis. A partir desses, classificaram-se os solos de acordo com o desempenho dos seus indicadores físicos, em razão dos intervalos definidos para: Bom, Regular e Ruim, alguns conforme a textura (pelo diagrama simples e completo) segundo os autores: Kiehl (1979), Arshad et al. (1996), Prevedello (1996), Reynolds et al. (2002), Reichert et al. (2003), Pereira et al. (2010), Ferreira (2010), e Prado (2013), importantes para a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

Tabela 4. Valores de referência dos dez indicadores físicos dos solos incluídos nos grupos de desempenho Bom, Regular e Ruim a partir dos mais relevantes dos fatores 1, 2, 3 e 4 da análise fatorial.

Indicadores	Unidade	Textura simples	Textura completa	Grupo de desempenho		
				Bom	Regular	Ruim
Argila*	(g kg ⁻¹)	-	-	350 - 450	350 - 200	< 200
ADA/GF*	(g kg ⁻¹)/(%)	-	-	100-----	-----	0,00
Areia*	(g kg ⁻¹)	-	-	400 - 600	600 - 800	> 800
Ptd*	(%)	-	-	40,0 – 70,0	35,0 – 40,0	< 35,0
Pa*	(%)	-	-	15,0 – 30,0	10,0 – 15,0	< 10,0
Ds*	(g cm ⁻³)	Argilosa	Franco argilosa	< 1,55	1,60 - 1,75	> 1,75
			Argilo arenosa	< 1,49	1,49 - 1,58	> 1,58
		Média	Argilosa	< 1,39	1,39 - 1,47	> 1,47
			Franco argilo arenosa	< 1,60	1,60 - 1,75	> 1,75
UG/UV*	(g g ⁻¹)/(cm ³ cm ⁻³)	Argilosa	Franco argilosa	0,28 - 0,30	0,22 - 0,28	< 0,22
			Argilo arenosa	0,30 - 0,40	0,28 - 0,30	< 0,28
		Média	Argilosa	0,42 - 0,55	0,40 - 0,42	< 0,40
			Franco argilo arenosa	0,32 - 0,40	0,22 - 0,32	< 0,22
Ma	(%)	-	-	20,0 – 25,0	17,0 – 20,0	< 17,0
DMG	(mm)	-	-	1,45 - 1,60	1,45 - 1,00	< 1,00
RSP	(MPa)	-	-	0,00 - 2,00	2,00 - 4,00	> 4,00

ADA – argila dispersa em água; GF – Grau de flocação; Ptd – Porosidade total determinada; Pa – Porosidade de aeração; Ds – Densidade do solo; UG – Umidade gravimétrica; UV – Umidade volumétrica; Ma – Macroporosidade; DMG – Diâmetro Médio Geométrico; RSP – Resistência mecânica do solo à penetração.

*Atributos mais relevantes no fator 1, que representa 45,42 % da variância dos dados (critério de desempate).

Valores de referência conforme Kiehl (1979), Arshad et al. (1996), Prevedello (1996), Reynolds et al. (2002), Reichert et al. (2003), Pereira et al. (2010), Ferreira (2010), e Prado (2013).

Portanto, de acordo com os intervalos de referência dos dez indicadores físicos categorizados, conforme os grupos de desempenho (Tabela 4), todos os Cambissolos Háplicos sob diferentes usos e manejos do solo para as três camadas foram classificados como Bons, apesar dos solos das áreas de Mata Nativa 1 (0,20-0,30), de Manejo Convencional e Agroecológica terem sido as que mais apresentaram atributos alterados, fato que pode ser atribuído às condições pedogenéticas, influenciado pela textura média, com predominância da fração areia (606 a 691 g/kg > 600 a 800 g/kg, REGULAR), e conseqüentemente influenciar os atributos: Dp, Ds e VIB (constatado na ACP), implicando assim, em baixa estabilidade de agregados (DMG = 0,0 a 0,97 > 1 mm, RUIM) e grau de flocação (GF = 2 a 30,95 %, muito distantes de 100 %, RUIM), além de menor umidade (UV = 0,16 a 0,20 cm⁻³ cm⁻³ < 0,22 cm⁻³ cm⁻³, RUIM). Entretanto, o fato de se manterem ainda no grupo de desempenho BOM, foi devido à quantidade de indicadores físicos classificados como bons ser maior e estarem presentes no fator 1 da análise fatorial, o qual é o mais importante, representando 45,42 % da variância dos dados, como por exemplo a Ds, Ptd, e Pa.

4. CONCLUSÕES

Os atributos mais relevantes e que discriminam fisicamente os Cambissolos Háplicos são as frações inorgânicas argila e areia, além dos estruturais: porosidade, grau de flocculação, agregado e resistência mecânica do solo à penetração.

Os atributos físicos e estruturais dos Cambissolos Háplicos, em geral, estão preservados em relação à condição atual da mata nativa, mesmo sob diferentes usos e manejos do solo, apesar, dos solos sob uso das áreas de Mata Nativa 1 (0,20-0,30 m), de Manejo Convencional e Agroecológica denotarem naturalmente fragilidade na estabilidade de agregados e grau de flocculação, principalmente em razão predominância da fração areia.

A área sob uso do Pomar de Cajaraneiras apresenta condições físicas e estruturais mais favoráveis ao desenvolvimento dos cultivos agrícolas, especialmente em superfície, com destaque para argila, porosidade total, porosidade de aeração, umidades gravimétrica e volumétrica, e resistência mecânica do solo à penetração.

A fração areia e densidade do solo discriminam as áreas Agroecológica e de Manejo Convencional, representando o Cambissolo Háplico Carbonático típico. A argila, porosidade de aeração, porosidade total, umidades gravimétrica e volumétrica determinam as áreas do Pomar de Cajaraneiras, Mata Nativa 2 e 3, representando o Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico e o Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico, sendo este último também discriminado pelo diâmetro médio geométrico e a resistência mecânica do solo à penetração. O grau de flocculação e macroporos, discriminam a Área de Mata Nativa 1, representando o Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 404 v. 22, p. 711 – 728. 2013.
- Araújo, E. A.; Ker, J. C.; Neves, J. C. L.; Lani, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.
- Araújo, R.; Goedert, W. J.; Lacerda, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 3, p. 1099-108, 2007.
- ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Soil cone penetrometer - ASAE S 313.3. St. Joseph, 2 p. 2004.
- Arshad, M. A.; Lowery, B.; Grossman, B. Physical test for monitoring soil quality. In: Doran, J. W.; Jones, A. J. (Eds.) *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, p. 123-142, 1996.
- Arcoverde, S. N. S.; Salviano, A. M.; Olszewski, N.; Melo, S. B.; Cunha, T. J. F.; Giongo, V.; Pereira, J. S.. Qualidade Física de Solos em uso agrícola na Região Semiárida do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 5, Viçosa, Brasil, p. 1473-1482, 2015.
- Bernardo, S; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2008, 625p.
- Brady, N. C.; Weil, R. R. Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos. 3. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013.
- D'andréa, A.F.Silva, M.L.N., Curi, N., Ferreira, M.M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos Cerrados no sul do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 26, p. 1047- 1054, 2002.
- Dexter, Ar. Soil physical quality - Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120:201-14, 2004.
- Jacomine, P.K.T.; Silva, F.B.R.; Formiga, R.A.; Almeida, J.C.; Beltrão, V.A.; Pessoa, S.C.P. & Ferreira, R.C. Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, DPP/DA. Convênio MA/DNPEA/SUDENE/ DRN, MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21)
- Júnior Pereira, E.B; Hafle, O. M.; Gomes, E.M.; Andrade, M.E.L.; Santos, L.G.; Delfino, F.I. Avaliação dos atributos físicos do solo submetido à práticas de manejo, em agroecossistemas do semiárido. *Revista ACTA Tecnológica[online]*. v. 5, n. 2, p.43-51, 2010.
- Ferreira, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. V. (ed.). *Física do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27.

- Kiehl, J. Manual de edafologia - Relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres; 1979. 492 p.
- Marinho, A. C. C. S.; Portela, J. C.; Silva, E. F.; Dias, N. S.; Sousa Junior, F. S.; Silva, A. C.; Silva, J. F. Organic matter and physicochemical attributes of a cambisol under different agricultural uses in a semi-arid region of Brazil. *Australian Journal of Crop Science (Online)*, v. 10, p. 32-41, 2016.
- Oliveira, P. R.; Centurion, J. F.; Centurion, M. A. P. C.; Rosseti, K. V. Ferraudo, A. S.; Franco, H. B. J.; Pereira, F. S.; Bárbaro Júnior, L. S. Qualidade estrutural de um Latossolo Vermelho submetido à compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]* 37 (3), 2013. [Data da consulta, 2 de março de 2018]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010006832013000300006&script=sci_abstract&lng=pt.
- Pereira, L.S.; Valero, J.A.J.; Buendía, M.R.P.; Martín-Benito, J.M.T. El riego e sus tecnologías. Albacete: CREA-UCLM, 2010, 296p.
- Pereira, F. S.; Andrioli, I.; Pereira, F. S.; Oliveira, P. S.; Centurion, J. F.; Falqueto, R.; Martins, A. L. S. Qualidade física de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo avaliado pelo índice S. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, p. 87-95, 2011.
- Prado, H. Pedologia fácil: aplicações em solos tropicais. 4. ed. Piracicaba: 2013. 284 p.
- Prevedello, C. L. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba: SEAFS; 1996. 446 p.
- Ramos, F.T., Monari, Y.C., Nunes, M.C.M., Campos, D.T.S., Ramos, D.T. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho- Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. *Revista Caatinga*, 23: p. 112-120, 2010.
- Reichert, J. M.; Reinert, D. J., Braida, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Ciências Ambientais*, p. 27:29-48. 2003.
- Reynolds, W.D.; Bowman, B.T.; Drury, C.F.; Tana, C.S.; Lu, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, 110, p. 131-46. 2002.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S.B.; Corrêa, S.A. Pedologia: Base para distinção de ambientes. 4.ed. Viçosa, MG, NEPUT. 338p. 2002.
- STATSOFT. *Statistica Version 7.0*. StatSoft. 2004. Retrieved from <http://www.statsoft.com>
- Santos, A. C.; Ferreira, E. M.; Araújo, L. C. Propriedades físicas e químicas de solos em áreas sob pastagens em cerrado do norte do Tocantins. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais [online]*. v. 7, n. 1, p. 55-6, 2009.
- Santos, H.G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumbrellas, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J.B. de. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, p.353, 2013.
- Teixeira, Paulo César; Donagemma, Guilherme Kangussu; Fontana, Ademir; Geraldês, Wenceslau. Manual de métodos de análise de solo . – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017. 573 p.

CAPÍTULO 3 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS EM PROJETO DE ASSENTAMENTO NA CHAPADA DO APODI, RN

RESUMO

O uso adequado das terras, conforme a sua aptidão, é o princípio básico da manutenção da capacidade produtiva do solo. Com base nisso, objetivo deste trabalho foi definir as classes de aptidão agrícola das terras em um Projeto de Assentamento na Chapada do Apodi, RN, apontando os fatores limitantes e potencialidades, a fim de buscar o seu planejamento agroambiental. A pesquisa foi realizada no Projeto de Assentamento Terra da Esperança, município de Governador Dix-Sept Rosado, Rio Grande do Norte. Foi feito um levantamento do meio físico, que recobre a área de estudo, incluindo fatores ambientais como clima, relevo, vegetação, hidrologia, e solos com caracterização físico-química, classificação pedológica georreferenciada, além da elaboração de mapas de declividade e de classes de solos, associando aos fatores limitantes, para assim, definir as classes de aptidão agrícola das terras no Projeto de Assentamento estudado. As classes de solos do Projeto de Assentamento são: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – Área de Mata Nativa 1 (AMN1)), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – Área Coletiva de Mata Nativa (AColMN) e P3 – Área Agroecológica (AGRO)), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – Área Coletiva de Pastagem 2 (AColP2), P7 – Área de Mata Nativa 2 (AMN2) e P10 – Área do Pomar de Cajareneiras *Spondia sp.* (ACAJA)), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – Área de Mata Nativa 3 (AMN3)), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – Área de Cajueiro (ACAJU)), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – Área Coletiva de Pastagem 1 (AColP1)) e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – Área de Preservação Permanente (APP)). Com base na avaliação do potencial das terras, as áreas dos perfis de Cambissolos Háplicos (2 – AColMN, 9 – AMN3 e 10 – ACAJA) e o Argissolo (4 - ACAJU), apresentaram classe de aptidão 1 aBC para lavoura, com classificação regular para o nível de manejo A (primitivo), por apresentar em suas terras limitações ligeiras a moderadas, necessitando de insumos, por isso boas para os níveis de manejo B (pouco desenvolvido) e C (desenvolvido). Enquanto que a área do perfil 1 (Cambissolo Háplico – AMN1), com classificação regular para lavoura nos três níveis de manejo (2abc), devido apresentar limitações moderadas, principalmente à sua profundidade efetiva e presença de horizonte vértico, podendo causar impedimento à mecanização. As áreas dos perfis 5 (Chernossolo Rêndzico – AcolP1) e 6 (Cambissolo Háplico – AColP2) apresentaram terras com aptidão boa para pastagem natural (5N). Por último, a área do P3 (Cambissolo Háplico – AGRO), foi classificada como 1aBc, ainda estando apta para lavouras, contudo apresenta-se regular para o nível de manejo A e C, por apresentar limitações principalmente relacionadas ao moderado impedimento à mecanização quanto à profundidade efetiva do solo, podendo apresentar restrição quanto à utilização de maquinário de maior porte tecnológico. A avaliação da aptidão agrícola revela que as terras do Projeto de Assentamento Terra de Esperança possuem elevada potencialidade de uso agrícola, favorecida, sobretudo pelas boas condições de solo e relevo, diferindo apenas para o nível de manejo A e o Cambissolo Háplico da área do P1 (Área de Mata Nativa 1), como regular. As principais limitações estão relacionadas à fixação do fósforo, deficiência de água e impedimento à mecanização quanto à profundidade efetiva do solo, porém os Cambissolos Háplicos nas áreas dos perfis 2 (Área Coletiva de Mata Nativa) e 10 (Área do Pomar de Cajareneiras *Spondia sp.*), foram os que apresentaram menos limitações quanto ao seu uso agrícola (lavoura).

Palavras-chave: Limitação das terras. Planejamento agroambiental. Semiárido.

ABSTRACT

Proper use of land, according to its suitability, is the basic principle of maintaining the productive capacity of the soil. Based on this, the objective of this work was to define the agricultural aptitude classes of the lands in a Settlement Project in the Chapada do Apodi, RN, pointing out the limiting factors and potentialities, in order to seek their agro-environmental planning. The research was carried out in the Terra de Esperança Settlement Project, municipality of Governador Dix-Sept Rosado in Rio Grande do Norte. A survey was made of the physical environment, covering the study area, including environmental factors such as climate, relief, vegetation, hydrology and soil with physical and chemical characterization, georeferenced pedological classification, as well as the elaboration of slope and soil classes, associating with the limiting factors, to define the classes of agricultural aptitude of the lands in the Settlement Project studied. The soil classes of the Settlement Project are: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – Native Forest Area 1 (NFA1)), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – Collective Area with Native Forest (CNF) e P3 – Agroecological Área (AEA)), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – Collective Area with Pasture 2 (CAP2), P7 – Native Forest Area 2 (NFA2) e P10 – Cajaraneira (*Spondia* sp.) Orchard Area (COA)), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – Native Forest Area 3 (NFA3)), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – Cashew crop Area (CCA)), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – Collective Area with Pasture 1 (CAP1)) and Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – Permanent preservation área (PPA)). Based on the evaluation of the land potential, the areas of the profiles of Cambissolos Háplicos (2 - CNF, 9 - NFA3 and 10 - COA) and Argissolo (4 - CCA) presented a 1 aBC fitness class with regular classification for the level of management A (primitive), because it presents in its lands light to moderate limitations, requiring inputs, so good for management levels B (underdeveloped) and C (developed). While the profile area 1 (Cambissolo Háplico - NFA1), with a regular classification for tillage at the three levels of management (2abc), due to moderate limitations, especially to its effective depth and presence of a vertic horizon, may cause impediment to mechanization. The areas of Profiles 5 (Chernossolo Rêndzico - CAP1) and 6 (Cambissolo Háplico - CAP2) presented lands with good aptitude for natural pasture (5N). Finally, the area of P3 (Cambissolo Háplico - AEA), was classified as 1aBc, although it is suitable for crops, but it is regular for management level A and C, as it presents limitations mainly related to the moderate impediment to mechanization. to the effective depth of the soil, being able to present restriction regarding the use of machinery of greater technological size. The evaluation of agricultural aptitude reveals that the lands of the Land of Hope Settlement Project have high potential for agricultural use, favored mainly by the good soil and relief conditions, differing only for management level A and the Cambissolo Háplico of the P1 area (Native Forest Area 1), as regular. The main limitations are related to the fixation of phosphorus, water deficiency and impediment to mechanization in terms of effective soil depth, but the Cambissolos Háplicos in the areas of Profiles 2 (Collective Area with Mata Nativa) and 10 (Cajaraneira (*Spondia* sp.) Orchard Area), were the ones that had the least restrictions on their agricultural use (tillage).

Keywords: Limitation of land. Agro-environmental planning. Semi-arid.

1. INTRODUÇÃO

O solo é considerado um recurso natural não renovável e limitado, quando as escalas humanas de tempo no mundo são consideradas; o que reflete numa geração de conflitos sobre a sua utilização, devido ao crescimento populacional constante. Dessa forma, é crucial harmonizar, o mais adequado possível, os múltiplos usos da terra, principalmente para otimizar a produção agrícola sustentável, e simultaneamente, proteger o meio ambiente (FAO, 1976). Essa harmonização deve surgir a partir de um planejamento de uso da terra, que se baseia na avaliação sistemática do potencial dos recursos naturais, com alternativas de utilização em razão das condições físicas, e posteriormente, as econômicas e sociais, portanto, a principal exigência para se estabelecer o uso mais adequado para determinado trato da terra, provém de um conjunto de interpretações dos atributos do seu solo e do meio onde ele se desenvolve advindas de informações preexistentes de levantamentos do meio físico (Lepsch et al., 2015).

Desde a apropriação das terras dos assentados, a exploração agropecuária desordenada tem promovido alterações significativas na organização e na degradação do espaço rural da Chapada do Apodi no RN (microrregião), em especial a erosão ocorrida pela não observância da aptidão agrícola, como também o uso intensivo do solo sem manutenção da cobertura vegetal e a ausência de práticas conservacionistas. Além disso, a implantação do Projeto Perímetro Irrigado Santa Cruz do Apodi, é considerada um dos principais conflitos pela posse e uso da terra na região (Pinto et al., 2016). Problemas esses que tem chamado a atenção da comunidade acadêmica, em especial os segmentos diretamente ligados ao planejamento agroambiental, principalmente devido à escassez de estudos neste ramo.

Em termos de avaliação do potencial das terras, apesar da existência de diversos sistemas, no Brasil os mais adotados são: o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho & Beek, 1995) e o sistema de capacidade de uso (Marques, 1971; Lepsch et al., 1991, Lepsh et al., 2015).

Deste modo, através de metodologias orientadas para avaliação das terras é possível se estabelecer as alternativas de uso agrícola mais adequadas, garantindo a produção e controlando a erosão em níveis adequados, por um tempo indeterminado. A introdução, junto aos agricultores, de técnicas disponíveis e comprovadas de manejo e conservação do solo, institui condição indispensável (Bertoni & Lombardi Neto, 1993). Portanto, o uso adequado das terras conforme a sua aptidão, é o primeiro passo em direção à agricultura correta (Lepsch et al., 1991).

Nesse contexto, a aptidão das terras é influenciada pela condição do ambiente e alterações antrópicas, conseqüentemente, apresentarão diferentes potencialidades e limitações quanto ao uso. Portanto, o objetivo deste trabalho foi definir as classes de aptidão agrícola das terras em um Projeto de Assentamento na Chapada do Apodi, RN, apontando os fatores limitantes e potencialidades, a fim de buscar o planejamento agroambiental do assentamento rural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área

Localização Geográfica e Extensão Territorial

A pesquisa foi realizada no Projeto de Assentamento Terra de Esperança, situado no município de Governador Dix-Sept Rosado no Rio Grande do Norte, inserido na mesorregião Oeste Potiguar e microrregião da Chapada do Apodi (Figura 1). A sede do município possui coordenadas: 05° 27' 32,4" de latitude Sul e 37°31'15,6" de longitude Oeste, abrangendo uma área de 1.263 km², limitando-se com os municípios de Baraúna, Mossoró, Apodi, Felipe Guerra, Caraúbas, Upanema e o Estado do Ceará; distando da capital cerca de 313 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-117. Possui 2.890 domicílios permanentes, sendo 1.430 na área urbana e 1.460 na área rural, onde as principais atividades econômicas são: agropecuária, extração de petróleo, gás natural e comércio (CPRM, 2005).

O Projeto de Assentamento Terra de Esperança (P. A. T. E.) está localizado na porção sudeste (borda da chapada calcária) da sede do município de Governador Dix-Sept Rosado, distando doze quilômetros do centro da cidade, mais precisamente nas coordenadas geográficas 5° 30' 12,19" S e 37° 27' 26,66" (Figura 1). O P. A. T. E é constituído de uma área total de 6.297 hectares, distribuídos em três agrovilas com 113 famílias cada uma com 30 hectares (instalados desde o ano de 1998 com a posse das terras, concedida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA).

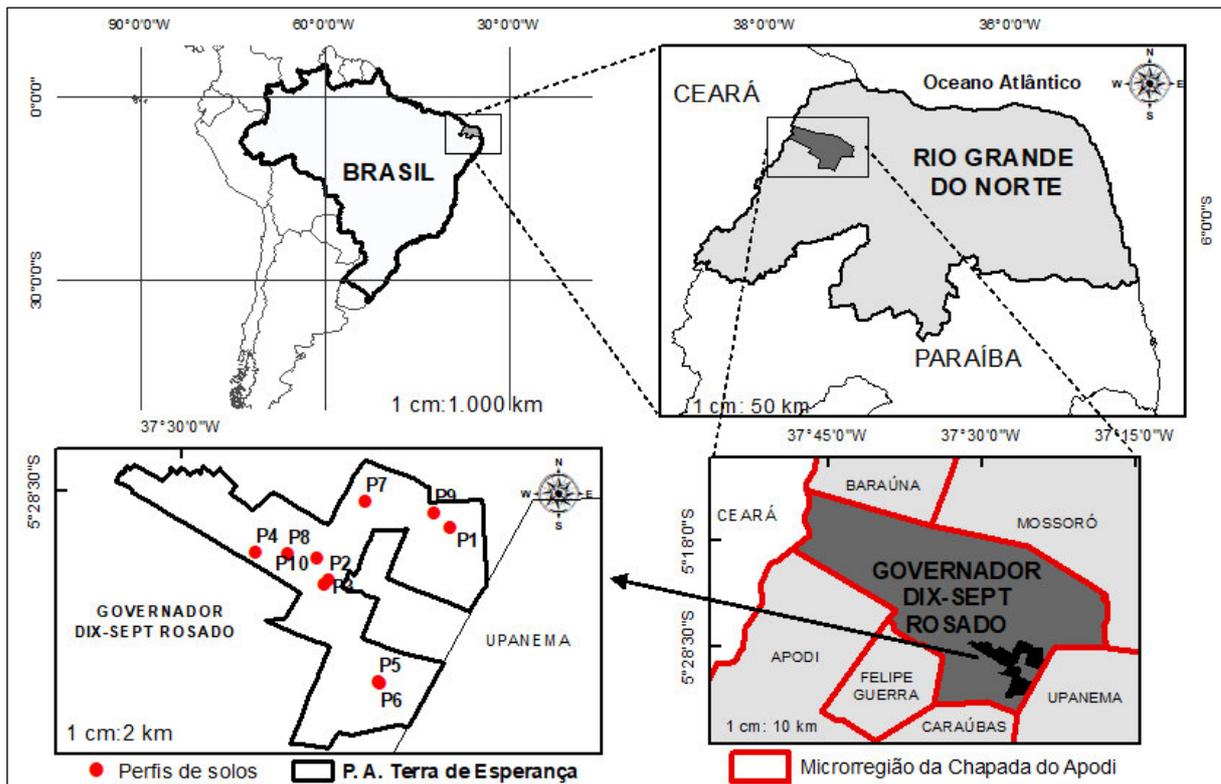


Figura 1. Localização da área de estudo: Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fonte: Autor.

Uso atual da terra

Para o referido estudo, foram escolhidos dez locais no P. A.T.E, os quais representam diferentes usos (Figura 1), sendo eles:

- **Áreas de Mata Nativa 1, 2 e 3 (AMN1 – P1, AMN2 – P7 e AMN3 – P9):** Caracterizadas como reserva ambiental sob vegetação de Caatinga hiperxerófila, preservada, porém já houve à retirada de lenha apenas para cercamento de outras áreas e possui vegetação com espécies caducifólias. Em função da reduzida influência antrópica, estas áreas servem como referência.
- **Área Coletiva de Mata Nativa (ColMN – P2):** Com vegetação de Caatinga hiperxerófila, preservada, próxima a área de manejo convencional.
- **Área Agroecológica (AGRO – P3):** A área Agroecológica foi definida e implantada no ano de 2005, sendo seu uso direcionado pelos assentados com a finalidade de produção de alimentos (frutíferas) e (forrageiras) para atender as necessidades das famílias e dos animais, onde adotam-se algumas práticas agroecológicas de conservação do solo, além da produção de mel por abelhas africanizadas.
- **Área de Cajueiro (ACAJU – P4):** Com plantio tradicional de cajueiro associada à vegetação nativa da Caatinga Hiperxerófila.

-**Área Coletiva de Pastagem 1 e 2 (AColP1 – P5 e AColP2 – P6):** Utilizada para pastagem natural de caprinos criados pelos assentados, onde a ACP2 apresenta naturalmente acúmulo de água em períodos chuvosos, em decorrência da cota de relevo depreciado, a qual foi mais escavada mecanicamente pelos moradores, para dessedentação de animais.

-**Área de Preservação Permanente (APP – P8):** Caracterizada com afloramento e acúmulo de água em períodos chuvosos, na posição mais baixa da paisagem, sendo então, área de deposição de sedimentos.

- **Área do Pomar de Cajaneiras *Spondia sp.* (ACAJA – P10):** Possui dois hectares (2 ha), com espaçamento de 10 por 10 m, onde foram implantados exemplares de cajaneiras do gênero *Spondia sp.* pelo antigo proprietário na década de 1970. Tem grande importância econômica para os assentados, devido à grande produção de frutos. No período de estiagem a área apresenta grande aporte de matéria orgânica no solo, favorecida pela perda da folhagem da espécie.

Geologia e relevo

O município de Governador Dix-Sept Rosado encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos calcários das formações Jandaíra (K2j) e do Grupo Barreiras (ENb), além dos Depósitos Aluvionares (Q2a) (Figura 2).

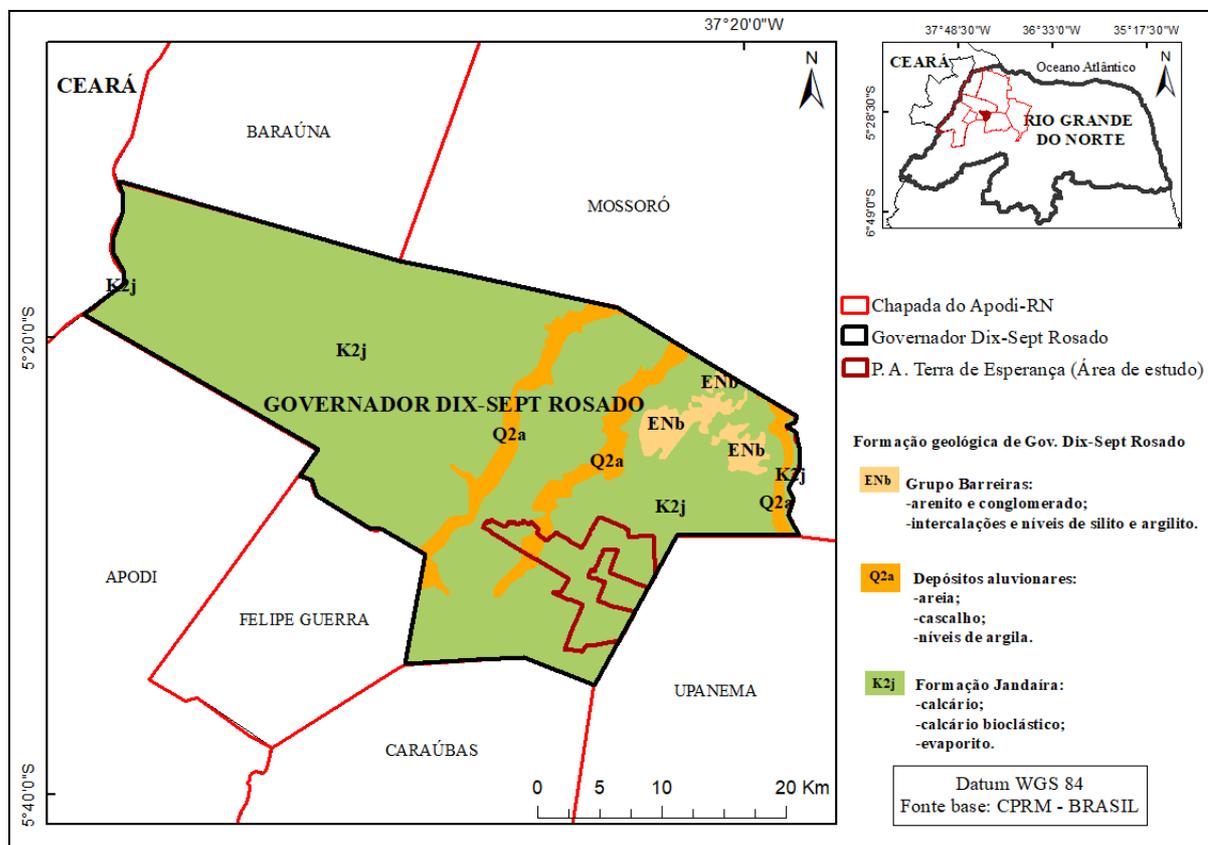


Figura 2. Mapa geológico do município Governador Dix-Sept Rosado, RN.

Fonte: Autor.

Os dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) para a América do Sul estão disponíveis desde 2003 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A declividade utilizada neste trabalho foi extraída do Projeto TOPODATA (Valeriano & Rosseti, 2008). O Projeto TOPODATA oferece dados topográficos e suas derivações básicas em cobertura nacional, elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo United States Geological Survey (USGS) na internet. Além das derivações básicas, o TOPODATA oferece aos usuários, um modelo refinado do MDE, com resolução espacial de 30 m (Almeida & Esquerdo, 2010).

Portanto, a área estudada tem predominância do relevo plano (DNOCS, 1978), porém, com pequenas mudanças de microrrelevo variando também a suave ondulado e moderadamente ondulado (Ramalho Filho & Beek, 1995) (Figura 3).

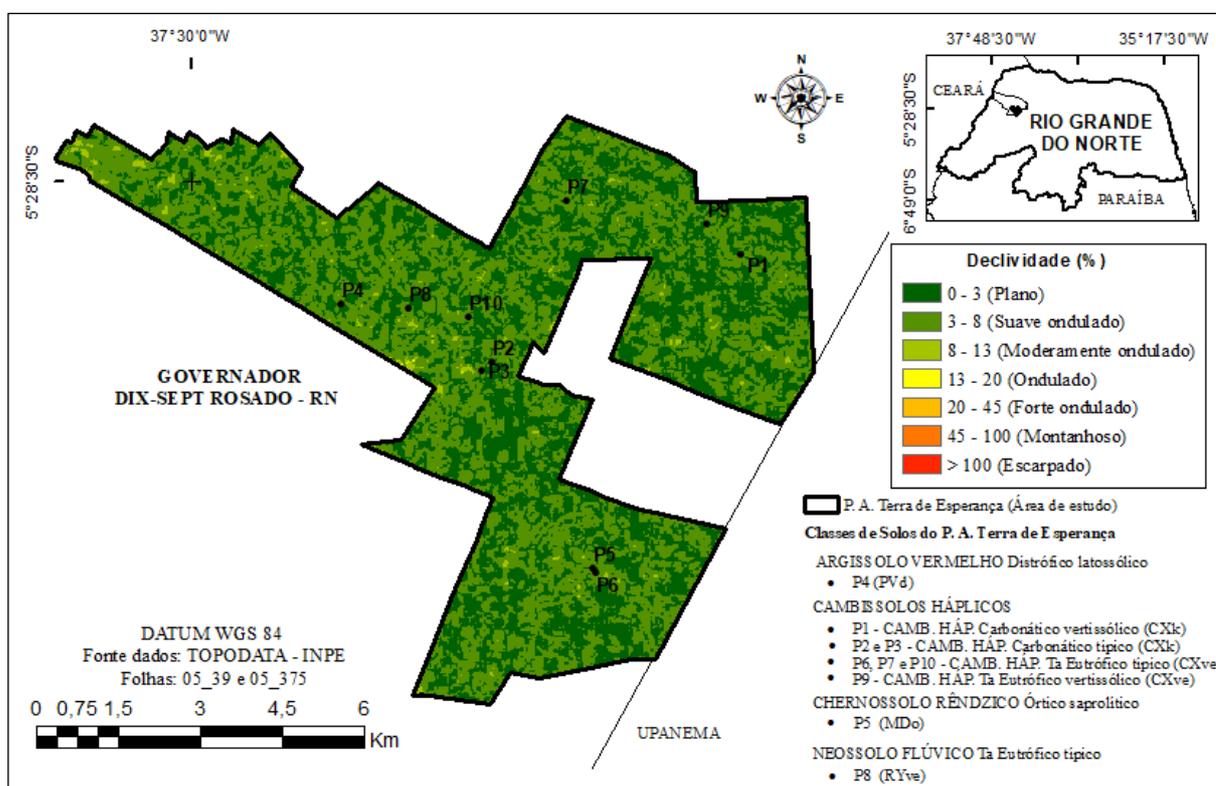


Figura 3. Mapa de declividade do Projeto de Assentamento Terra da Esperança no município Governador Dix-Sept Rosado, microrregião da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte.

Fonte: Autor.

Solos

Existe variabilidade de classes de solos na região, porém, segundo o Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte Jacomine et al.,1971), os solos encontrados no município são Cambissolos, Vertissolos e Chernossolos.

Para a área específica de estudo, P. A. Terra de Esperança, conforme a classificação pedológica, foram encontrados quatro (04) tipos diferentes de Cambissolos Háplicos, sendo eles: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – AMN1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – ColMN e P3 – AGRO), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – AColP2, P7 – AMN2 e P10 - ACAJA), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – AMN3); além do Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (PVd) (P4 - ACAJU), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (MDo) (P5 – AColP1) e o Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (RYve) (P8 – APP) (Figura 4).

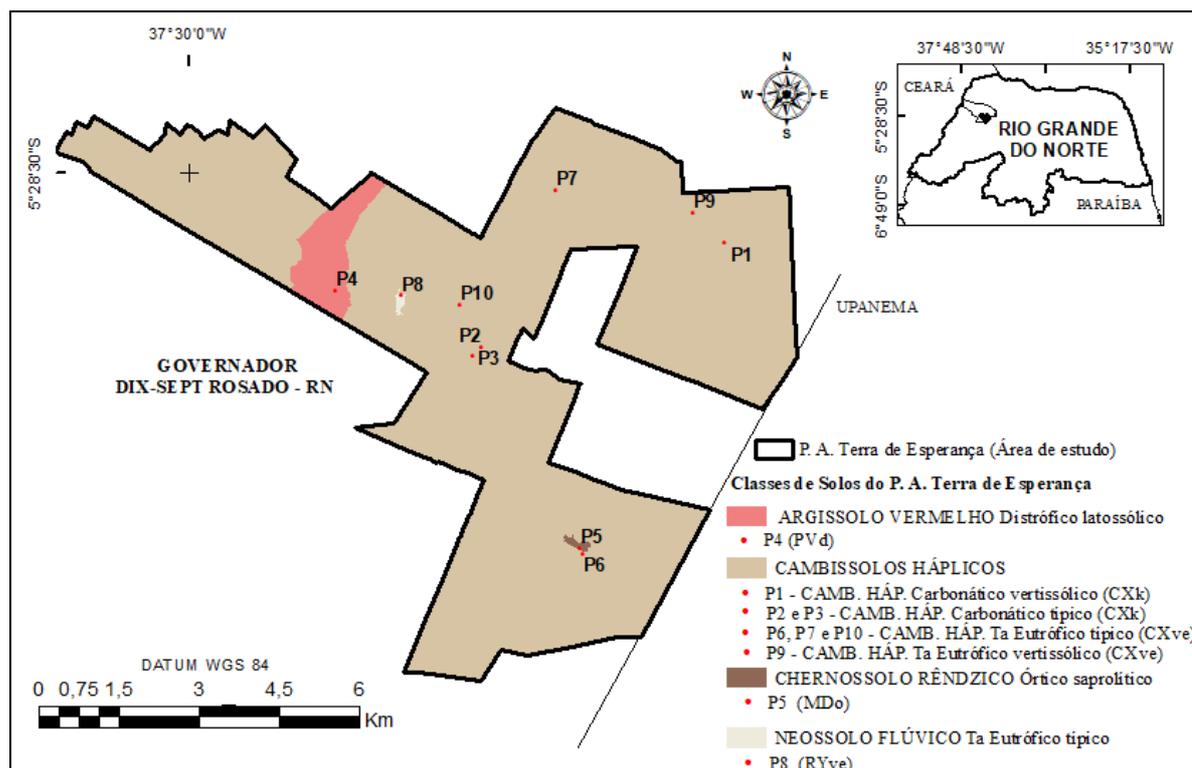


Figura 4. Classes de solos do P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN, conforme o SiBCS (Santos et al., 2013a).

Fonte: Autor.

Analisando a porcentagem de área de cada classe de solo, foi possível verificar que os Cambissolos Háplicos ocupam maior parte do P. A. Terra de Esperança, equivalente a 96,50 % da área total (Tabela 1). A caracterização físico-química dos perfis de solos das áreas estudadas no P. A. Terra de Esperança necessária para avaliação da aptidão agrícola encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1. Percentagem de área que cada classe de solo ocupa no P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN.

Classe de solo	Área (ha)	Percentagem de área (%)
CAMBISSOLO HÁPLICO	6076,50	96,50
ARGISSOLO VERMELHO	207,60	3,30
CHERNOSSOLO RÊNDZICO	7,20	0,11
NEOSSOLO FLÚVICO	5,70	0,09
TOTAL	6297	100

Fonte: Autor.

Tabela 2. Caracterização físico-química dos perfis de solos do P. A. Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado – RN.

Hor./Prof.	Classificação	COT	pH (1:2,5)	CE	P	Na ⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	V	m	PST
cm	Textural (SiBCS)	g/kg	H ₂ O	dS/m	mg/kg	cmolc/kg				%			
Perfil 1 - Área de Mata Nativa 1 (AMN1) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vertissólico (CXk)													
A moderado (0 - 8)	argila arenosa	27,90	7,4	0,36	4,42	0,09	0	0	24,90	24,90	100	0	0
Bi (8-37)	argila	8,23	7,5	0,36	2,33	0,16	0	0	33,96	33,96	100	0	0
C (37-52)	franco argilo arenosa	5,67	7,6	0,35	2,86	0,06	0	0	27,13	27,13	100	0	0
R (52 ⁺)													
Perfil 2 - Área Coletiva de Mata Nativa (ColMN) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)													
A fraco (0-3)	franco argilo arenosa	48,42	7,7	0,37	6,88	0,04	0	0	18,98	18,98	100	0	0
AB (3-7)	franco argilo arenosa	39,34	7,8	0,22	7,17	0,03	0	0	17,58	17,58	100	0	0
Bi (7-22)	franco argilo arenosa	10,98	7,7	0,16	1,12	0,07	0	0	15,91	15,91	100	0	0
BiC (22-36)	franco argilo arenosa	8,03	8,1	0,19	1,87	0,07	0	0	15,27	15,27	100	0	0
CB (36-52)	franco argilo arenosa	8,01	8,1	0,18	0,37	0,08	0	0	14,65	14,65	100	0	1
C fragmentário (52-145)	franca	2,96	8,2	0,19	2,39	0,08	0	0	11,92	11,92	100	0	1
R (145 ⁺)													
Perfil 3 - Área Agroecológica (AGRO) - CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)													
A fraco (0-4)	franco argilo arenosa	19,97	7,6	0,18	6,29	0,05	0	0	12,73	12,73	100	0	0
BA (4-10)	franco argilo arenosa	15,86	7,6	0,13	5,08	0,05	0	0	12,01	12,01	100	0	0
Bi (10-42)	franco argilo arenosa	8,43	7,6	0,12	1,84	0,05	0	0	11,62	11,62	100	0	0
BiC (42-70)	franco argilo arenosa	3,91	7,5	0,33	2,59	0,05	0	0	14,48	14,48	100	0	0
CB (70-76)	franco argilo arenosa	3,59	7,4	0,37	0,90	0,06	0	0	16,58	16,58	100	0	0
C (76-91 ⁺)	franco argilo arenosa	3,47	8,3	0,33	0,52	0,08	0	0	11,28	11,28	100	0	1
Perfil 4 - Área de Cajueiro (ACAJU) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd)													
A (0-7)	areia	11,49	6,5	0,09	7,01	0,04	0	3,63	3,68	3,68	50	0	1
AB (07-25)	franco argilo arenosa	7,06	5,7	0,08	0,96	0,04	0,48	3,74	2,64	3,12	41	15	1
Bt (25-50)	argila arenosa	4,91	5,6	0,05	0,90	0,04	0,58	3,27	2,12	2,88	41	20	1
Bw (50-200 ⁺)	franco argilo arenosa	2,91	6,1	0,03	0,46	0,06	0	2,31	2,86	2,86	55	0	1
Perfil 5 - Área Coletiva de Pastagem 1 (AColP1) - CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saporlítico (MDo)													
Ak (0-20)	franco siltosa	12,14	8,3	0,38	1,43	0,72	0	0	11,22	11,22	100	0	6
Ck1 (20-50)	franco siltosa	8,89	8,3	0,44	1,25	0,61	0	0	9,91	9,91	100	0	6
Ck2 (50-120)	franco siltosa	5,70	8,0	1,30	1,25	2,38	0	0	12,91	12,91	100	0	18
Ck3 (120-140 ⁺)	franco siltosa	3,65	8,6	0,32	1,18	0,44	0	0	9,08	9,08	100	0	5
Perfil 6 - Área Coletiva de Pastagem 2 (AColP2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)													
A (0-5)	franco argilo arenosa	45,52	7,7	0,46	21,03	0,10	0	0	23,91	23,91	100	0	0
Bi (5-27)	argila arenosa	17,52	8,2	0,31	9,21	0,02	0	0	22,68	22,68	100	0	0
CR (27 ⁺)													
Perfil 7 - Área de Mata Nativa 2 (AMN2) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)													
A (0-7)	argila arenosa	36,70	7,9	0,21	2,72	0,42	0	0	22,40	22,40	100	0	2
AB (7-15)	argila	21,46	8,2	0,32	1,78	0,08	0	0	18,33	18,33	100	0	0
BA (15-35)	argila	9,87	8,3	0,18	1,20	0,08	0	0	18,18	18,18	100	0	0
Bi (35-75)	argila	6,19	8,1	0,35	2,26	0,10	0	0	23,29	23,29	100	0	0
BC (75-110)	argila	5,55	8,1	0,35	4,24	0,18	0	0	23,63	23,63	100	0	1
R (110 ⁺)													
Perfil 8 - Área de Preservação Permanente (APP) - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico (RYve)													
A (0-30)	argila	9,84	8,1	0,10	4,29	0,05	0	0	16,25	16,25	100	0	0
C (30-100 ⁺)	argila	4,41	8,0	0,11	1,95	0,06	0	0	18,63	18,63	100	0	0
Perfil 9 - Área de Mata Nativa 3 (AMN3) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico (CXve)													
A (0-8)	argila arenosa	26,89	7,4	0,22	4,02	0,07	0	0	19,71	19,71	100	0	0
BA (8-19)	argila arenosa	14,29	7,5	0,18	2,00	0,07	0	0	18,28	18,28	100	0	0
Bi (19-60)	argila	5,77	7,6	0,33	1,34	1,07	0	0	27,40	27,40	100	0	4
Cv (slinkensides) (60-200 ⁺)	argila	5,25	7,7	0,37	2,81	0,00	0	0	27,57	27,57	100	0	0
Perfil 10 - Área do Pomar de Cajareiras (ACAJA) - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)													
A (0-12)	franco argilosa	21,72	7,5	0,37	7,54	0,09	0	0	17,62	17,62	100	0	1
AB (12-24)	argila arenosa	12,72	7,9	0,14	4,77	0,11	0	0	15,26	15,26	100	0	1
BA (24-41)	argila	7,52	7,8	0,32	4,09	0,08	0	0	16,07	16,07	100	0	1
Bi (41-92)	argila	3,76	7,7	0,35	0,96	0,15	0	0	17,63	17,63	100	0	1
BC (92-115)	argila	3,41	7,5	0,33	2,39	0,20	0	0	19,54	19,54	100	0	1
R (115 ⁺)													

COT – Carbono orgânico total; CE – Condutividade Elétrica do extrato de saturação do solo; t – Capacidade de troca Catiônica efetiva; V – Saturação por Bases; m – Saturação por alumínio; PST – Porcentagem de Sódio Trocável.

Fonte: Autor.

Vegetação, Clima e Hidrografia

O município de Governador Dix-Sept Rosado, apresenta vegetação natural de Caatinga Hiperxerófila. A classificação climática segundo Koppen é semiárido quente, tipo

BSh (Alvares et al., 2013), com precipitação pluvial média anual de 712 mm durante os meses de fevereiro a maio.

Quanto às águas superficiais, encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, apresentando uma rede de drenagem rarefeita e de caráter intermitente, sendo banhado pelo Rio Apodi, que o atravessa no sentido SW/NE. Os principais tributários são: a norte, os riachos Cabelo Negro e Bonsucesso; a sul, os riachos do Bastião, Ramadinha e do Tapuio, a leste, Rio do Carmo e os riachos Varginha, João Fumaça, Olho d' Água e do Inferno. Quanto aos corpos de água acumulada, os principais são o Açude Horizonte (800.000m³/público), alimentado pelo riacho do Inferno e as lagoas do Bargado, do Marizeiro, Canto do Espinheiro, do Pretinho e do Rogério. Já quanto às águas subterrâneas, está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial e no Domínio Hidrogeológico Karstico-fissural. O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares do Grupo Barreiras e dos Depósitos Aluvionares. O Domínio Karstico-fissural é constituído pelos calcários da Formação Jandaíra (CPRM, 2005).

Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

Na avaliação da aptidão agrícola utilizou-se o método preconizado pelo “Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras” (Ramalho Filho & Beek, 1995), acrescido de modificações a partir da proposta de incorporação, ajustes e atualizações de atributos diagnósticos, conforme Pereira & Lombardi Neto (2004).

Optou-se por estes métodos devido a algumas vantagens, como: maior utilização ao nível nacional; consideram diferentes níveis de manejo; permitem modificações, ajustes ou incorporações de outros parâmetros e fatores de limitação, acompanhando assim os avanços do conhecimento ou exigência do nível de estudo; aceita adaptações e aplicações em diferentes escalas de mapeamento; consideram a viabilidade de redução de limitações, pelo uso de capital e tecnologia, distinguindo o pequeno e o grande agricultor (Pereira & Lombardi Neto, 2004), como também a facilidade de aplicação da metodologia.

Esse sistema é composto por três níveis categóricos: **grupo, subgrupo e classe**. O grupo identifica as terras de acordo com a intensidade de uso, ou seja, sua melhor aptidão, e é representado por algarismos de 1 a 6 (**1, 2 e 3 – lavoura; 4, 5 e 6 – pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da fauna e da flora, respectivamente**). O **subgrupo** é o resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras, que para lavoura pode ser representado pelas letras **A (primitivo – práticas agrícolas de nível técnico-cultural baixo), B (pouco desenvolvido - práticas agrícolas de nível tecnológico médio) e C (desenvolvido - práticas**

agrícolas de alto nível tecnológico), as quais podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas, conforme as classes de aptidão que as terras apresentarem, em cada um dos níveis adotados (Ramalho Filho & Beek, 1995). O nível de manejo considerado da área é o A, baseado em práticas agrícolas com nível técnico-cultural baixo, porém não impede de que os outros tipos B e C possam ser utilizados como forma de um avanço tecnológico futuro (Ramalho Filho & Beek, 1995) (Quadro 1).

As classes de aptidão agrícola para cada tipo de utilização indicada são:

-Boa (não apresentam limitações significativas para a produção sustentada);

-Regular (apresentam limitações moderadas para a produção, as limitações reduzem a produtividade, levando a necessidade de insumos de forma a aumentar a produtividade);

-Restrita (apresentam limitações fortes para a produção, essas limitações reduzem a produtividade, ou os benefícios, ou até mesmo os aumentam a quantidade de insumos necessários para a produção);

-Inapta (sem aptidão para diversos usos, tendo como alternativa a preservação ambiental, extrativismo ou algum outro uso não agrícola) (Ramalho Filho & Beek, 1995).

Quadro 1. Quadro de avaliação da aptidão agrícola das terras.

			Aptidão Agrícola		Tipo de utilização indicada
Grupo		Subgrupo	Classe		
Aumento das limitações de uso ↓ Diminuição das alternativas de uso	1	1ABC	Boa		Lavoura
		2	Regular		
		3	Resrita		
	4	4P	Boa		Pastagem Plantada
		4p	Regular		
		4(p)	Resrita		
	5	5S	Boa		Silvicultura e/ou Pastagem Natural
		5s	Regular		
		5(s)	Resrita		
		5N	Boa		
		5n	Regular		
	6	6FF	Restrição de ordem Legal (áreas de proteção por Lei)		Preservação da Fauna e Flora
6ff		Restrição por condições agroambientais (relevo e/ou solo e/ou clima)			

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho & Beek (1995) e Pereira & Lombardi Neto (2004).

Fatores limitantes

Para cada classe de solo, a avaliação dos atributos diagnósticos foi feita adotando-se uma escala de julgamento, com cinco graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 =

Moderado; 3 = Forte e 4 = Muito Forte, como sugerem Ramalho Filho & Beek (1995) e Pereira & Lombardi Neto (2004).

Dessa forma, para a análise das condições agrícolas das terras, foram considerados os seguintes atributos diagnósticos:

-Deficiência de fertilidade: Na avaliação da deficiência de fertilidade, foram considerados os seguintes atributos diagnósticos: Disponibilidade de nutrientes (n); Toxicidade por alumínio (a); Fixação de fósforo (f).

-Disponibilidade de nutrientes (n): Para este atributo diagnóstico, os graus de limitação foram determinados a partir do critério sugerido por Oliveira & Berg (1985) que relaciona a saturação de bases (V%) com a capacidade de troca catiônica (CTC), conforme Tabela 3.

Tabela 3. Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes = n.

Saturação por Bases (V %)	Capacidade de Troca de Cátions (cmolc/kg)		
	> 5	3 -5	2-3
	Graus de limitação		
50 - 100	0	1	2
25 - 50	1	2	3
10 - 25	3	3	4
0 -10	4	4	4

Fonte: Oliveira & Berg (1985).

-Toxicidade por alumínio (a): Na avaliação deste atributo, Oliveira & Berg (1985), além da toxidez em alumínio (m%), introduziram a relação com valores de CTC, pois um solo com CTC mais elevada apresentará, para um mesmo índice “m”, maior reserva de alumínio trocável e, deste modo, exigirá necessariamente, a aplicação de maiores quantidades de corretivo para o controle deste elemento. Tal indicação sugere uma precisão maior da atribuição do grau de limitação a determinado solo (Tabela 4).

Tabela 4. Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio = a.

Saturação por Alumínio (m %)	Capacidade de Troca de Cátions (cmolc/kg)	
	5 - 10	1-5
	Graus de limitação	
0 -10	0	0
10 - 30	1	1
30 - 50	2	1
50 - 70	3	2
70 - 100	4	3

Fonte: Oliveira & Berg (1985).

-Fixação do fósforo (f): Os solos das regiões tropicais geralmente apresentam deficiência em fósforo assimilável. Foi estabelecida, para este atributo, o fósforo assimilável pelo método Mehlich 1 e analisados por colorimetria, descritos em Teixeira et al. (2013). Com

base no trabalho de Oliveira & Sosa (1995), que considera a textura, a cor e a atração eletromagnética na estimativa da fixação do fósforo no solo, foram estabelecidos os graus de limitação referentes a esse atributo (Tabela 5).

Tabela 5. Graus de limitação referente à fixação do fósforo.

Graus de limitação	Textura superficial	Cor do solo	Atração eletromagnética
0: Nulo	Arenosa Arenosa*	Vermelho-escuro ou Vermelho-amarelo	Ausente
1: Ligeiro	Média Argilosa ou muito argilosa	Vermelho-escuro Vermelho-amarelo	Pequena atração
2: Moderado	Argilosa Muito argilosa	Vermelho Vermelho- amarelo	Moderada atração
3: Forte	Argilosa ou muito argilosa	Roxo	Forte atração
4: Muito Forte	Argilosa ou muito argilosa	Roxo	Muito forte atração

*Textura superficial arenosa e subsuperficial média.

Fonte: Adaptado de Oliveira & Sosa (1995).

-Deficiência de água (w): Foi utilizada a metodologia original de Ramalho Filho & Beek (1995), sendo a duração do período de estiagem, distribuição anual da precipitação e características da vegetação natural utilizados para determinar os graus de limitação por deficiência de água. O grau de limitação que mais se adequou à área de estudo, foi o forte (3), o qual representa terras com uma forte deficiência de água durante um período seco, que oscila de 7 a 9 meses, com precipitação compreendida entre 500 e 700 mm por ano, e muita irregularidade em sua distribuição, além de altas temperaturas e vegetação tipicamente caatinga hiperxerófila.

- Deficiência de oxigênio ou excesso de água: A limitação referente ao excesso de água ou deficiência de oxigênio foi estabelecida a partir das classes de drenagem extraídas de Pereira & Lombardi Neto (2004) (Tabela 6).

Tabela 6. Classes de drenagem.

Grau de limitação	Classes
0: Nulo	Excessivamente; Fortemente; Acentuadamente; e Bem
1: Ligeiro	Moderadamente Drenado
2: Moderado	Imperfeitamente Drenado
3: Forte	Mal Drenado
4: Muito Forte	Muito Mal Drenado

Fonte: Pereira & Lombardi Neto (2004).

-Suscetibilidade à erosão (e): Pereira & Lombardi Neto (2004) menciona que a suscetibilidade à erosão se refere à facilidade de remoção do solo, promovida pela ação de

agentes erosivos, como o vento e/ou água. Na avaliação do atributo suscetibilidade à erosão, foram consideradas as classes de declividade conforme Ramalho Filho & Beek (1995) (Tabela 7).

Tabela 7. Classes de declividade em porcentagem.

Classes	Intervalo de declives	Relevo
A	0 - 3 %	Plano
B	3 - 8 %	Suave ondulado
C	8 - 13 %	Moderadamente ondulado
D	13 - 20 %	Ondulado
E	20 - 45 %	Forte ondulado
F	45 - 100 %	Montanhoso
G	> 100 %	Escarpado

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho & Beek, 1995.

Graus de limitação para suscetibilidade à erosão (e) conforme Ramalho Filho & Beek, 1995):

0 – (Nulo): terras não suscetíveis à erosão, que geralmente ocorrem em solos de relevo plano ou quase plano (0 a 3 %), e com boa permeabilidade;

1 – (Ligeiro): terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão, que geralmente, possuem boas propriedades físicas, variando os declives de 3 a 8 %.

-Impedimento à mecanização (m): Na avaliação deste atributo, foi observada a combinação “pedregosidade/rochosidade x declividade” determinando-se, a partir desta relação, os graus de limitação (Pereira & Lombardi Neto, 2004). A pedregosidade/rochosidade foi estabelecida a partir da adoção de critérios definidos em Lepsch et al. (1991) e Lemos & Santos (1996) descrevem pedregosidade como a proporção de fragmentos grosseiros (calhaus: 2 – 20 cm de diâmetro; matacões: 20 – 100 cm de diâmetro) sobre a superfície e/ou massa do solo; e rochosidade, definida como a exposição de rochas (>100 cm de diâmetro), conforme tabelas 8 e 9. Além de envolver o atributo profundidade efetiva.

Tabela 8. Graus de limitação referentes à rochosidade e/ou pedregosidade = r.

Graus de limitação	Rochosidade (%)	Pedregosidade (%)
0: Nulo	Sem rochas	Sem fragmentos
1: Ligeiro	< 2	< 15
2: Moderado	2 a 15	15 a 50
3: Forte	15 a 50	50 a 75
4: Muito Forte	> 50	> 75

Fonte: Lepsch et al. (1991); Lemos & Santos (1996).

Tabela 9. Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = m (declividade x rochosidade e/ou pedregosidade).

Declividade		Relevo	Rochosidade e/ou pedregosidade				Muito Forte
			Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	
Classe	(%)	Tipo	Graus de limitação*				
A	0 a 3	Plano	0	1	3	4	4
B	3 a 8	Suave ondulado	1	2	4	4	4
C	8 a 13	Moderadamente ondulado	2	3	4	4	4
D	13 a 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 a 45	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 45	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

Fonte: Pereira & Lombardi Neto (2004), adaptado de Giboshi (1999) e Ramalho Filho & Beek (1995).

-Profundidade efetiva (p): De acordo com Marques (1971) e Lepsch et al. (2015), representa a espessura da camada do solo em que o sistema radicular não encontra impedimento físico para penetração, permitindo a fixação da planta e meio nos processos de absorção de água e nutrientes. Na definição dos graus de limitação deste atributo foram observadas as classificações de profundidade estabelecidas por Lepsch et al. (2015) (Tabela 10).

Tabela 10. Graus de limitação referentes à profundidade efetiva do solo = p.

Grau de limitação	Profundidade efetiva do solo - p	
	Classe	Profundidade (cm)
0: Nulo	Muito profundo	> 200
1: Ligeiro	Profundo	100 a 200
2: Moderado	Moderadamente profundo	50 a 100
3: Forte	Raso	25 a 50
4: Muito Forte	Muito raso	< 25

Fonte: Lepsch et al. (2015).

Graus de Limitação conforme Pereira & Lombardi Neto (2004):

0 – (Nulo): terras constituídas por solos muito profundos, sem nenhuma restrição importante quanto ao uso de máquinas e implementos agrícolas durante o ano todo.

1 – (Ligeiro): terras que apresentam solos profundos e que permitem, com discreta limitação, o uso da maioria das máquinas agrícolas durante, praticamente, o ano todo.

2 – (Moderado): terras que apresentam solos qualificados como moderadamente profundos, possuindo restrições moderadas quanto ao uso de mecanização agrícola.

3 – (Forte): terras que apresentam solos qualificados como rasos, permitindo apenas, em casos especiais, o uso de implementos de tração animal.

4 – (Muito Forte): terras constituídas por solos muito rasos, que não permitem qualquer tipo de mecanização, mesmo o uso de implementos de tração animal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

No geral, com base nos resultados da avaliação, verificou-se que as áreas dos perfis em estudo, apresentaram terras com boa aptidão agrícola, exceto a do P1 (Cambissolo Háptico Carbonático vertissólico – CXk – AMN1), utilizada atualmente como área de mata nativa, foi classificada como regular para lavoura nos três níveis de manejo (2abc), devido apresentar limitações moderadas para a produção de determinado tipo de utilização, como ligeira deficiência na fixação de fósforo, forte deficiência de água, ligeira de oxigênio por ser moderadamente drenado, bem como moderada limitação na profundidade efetiva do solo, qualificado como moderadamente profundo, porém com apenas 51 cm de profundidade, o que quase o caracterizava como raso (25-50 cm), possuindo restrições moderadas quanto ao uso de mecanização agrícola, justificado também pela presença de horizonte vértico, e consistência ligeiramente dura a muito dura, que também pode dificultar o manejo do solo com uso de máquinas (Jarbas et al., 2018), podendo reduzir a sua produtividade ou seus benefícios (Tabela 11). Conforme Oliveira (2008), Cambissolos que apresentam profundidade efetiva com 50 cm, é um fator limitante na operação de máquinas, especialmente para culturas de sistemas radiculares pivotante e profundo como Cajueiro e Mangueira, bastante exploradas na região.

As áreas dos perfis 5 (Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico – Mdo – AcolP1) e 6 (Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico – CXve – AcolP2), utilizadas atualmente como área coletiva de pastagem para caprinos, apresentaram terras com aptidão boa para pastagem natural (5N), com limitações como deficiência de oxigênio ou excesso de água de forma moderada no P5 por apresentar-se como imperfeitamente drenado, ser área de acúmulo de água em períodos chuvosos, com oscilação do lençol freático e ainda apresentar relevo suave ondulado, com ligeira suscetibilidade à erosão; além do P6 apresentar limitação forte na profundidade efetiva, caracterizando-se como raso por conter apenas 27 cm de profundidade, porém, não afetam a aptidão dessas terras para este tipo de uso.

A área do P8 (Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico – RYve) foi classificada como 6FF, com utilização para preservação da fauna e flora, por ser protegida por Lei, com restrição de ordem Legal definida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), já que se trata de uma APP (Área de Preservação Permanente), pois apresenta afloramento e acúmulo de água em períodos chuvosos, na posição mais baixa da paisagem.

As áreas para lavoura com subgrupo 1 aBC (P2 – AMN2, P4 - ACAJU, P9 – AMN3 e P10 - ACAJA), apresentaram classificação regular para o nível de manejo a, por conter em suas terras limitações ligeiras a moderadas para a produção de determinado tipo de utilização, em que as limitações reduzem a sua produtividade ou seus benefícios, por isso, foram classificadas como boas para os níveis de manejo B e C, elevando assim a necessidade de insumos, de forma a aumentar as suas vantagens a serem obtidas com o uso.

O P2 (Cambissolo Háplico Carbonático típico – CXk – ColMN) e P10 (Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico – CXve - ACAJA), com uso atual coletivo de mata nativa (próxima a área de manejo convencional) e do Pomar de Cajaraneiras, foram os únicos a apresentar menos limitações, ambos com apenas ligeira para fixação de fósforo e profundidade efetiva, já para a deficiência de água apresentaram forte grau de limitação, com um longo período seco, variando de 4 a 6 meses, e precipitação média entre 500 a 700 mm com elevadas temperaturas, mas que no período chuvoso, não impedem de apresentar desenvolvimento significativo para o nível de manejo a, pois para o restante dos fatores de limitação, apresentaram grau de limitação nulo.

O P4 (Argissolo Vermelho Distrófico latossólico – PVd – ACAJU), com uso atual de cajueiro, apesar de ter suas terras classificadas com aptidão agrícola boa para lavoura nos níveis de manejo B e C, apresentou-se com limitação moderada de reservas de nutrientes (solo distrófico), já que verificou-se pelo menos até 50 cm de profundidade, uma saturação por bases variando entre 25 a 50 % (41 a 50 %), quando associada a valores de CTC de 3-5 cmol_c/kg, (3,68 cmol_c/kg), além de ligeira toxidade por alumínio, porém não apresentando caráter álico, com saturação por alumínio podendo variar de 10 a 50 % (15 a 25 %), quando associada à baixa CTC (1-5 cmol_c/kg), portanto, caracterizando terras que nos primeiros anos de utilização permitem bons rendimentos, seguindo-se um rápido declínio na produção, tornando-se necessária a aplicação de fertilizantes e corretivos após as primeiras safras.

Por último, as áreas do P3 e P7, Cambissolos háplicos, atualmente com usos agroecológico e de mata nativa, respectivamente, foram classificadas como 1aBc, ainda estando aptas para lavoura, contudo apresentam-se regular para os níveis de manejo a (primitivo) e c (desenvolvido), por apresentar limitações relacionadas a deficiência de fertilidade quanto à fixação de fósforo (ligeira), forte deficiência de água e impedimento à

mecanização quanto à moderada profundidade efetiva do solo para o P3 (91 cm), como também para o P7, por apresentar ligeiramente rochoso, podendo apresentar restrição quanto à utilização de maquinário de maior porte tecnológico, como por exemplo, a motomecanização, sendo bons então, apenas para o nível de manejo B (pouco desenvolvido).

Dessa forma, pode-se observar que o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras é uma importante ferramenta para os assentados, principalmente para o subsídio de órgãos públicos.

Tabela 11. Classificação da aptidão agrícola das terras do Projeto de Assentamento Terra de Esperança, Governador Dix-Sept Rosado, RN.

Avaliação dos fatores de limitação com seus respectivos atributos diagnósticos**															
Classe de Solos	Classe de declividade	*Clima	*Vegetação	Níveis de manejo A, B e C							Impedimento à mecanização	Subgrupo/Classe de aptidão	Utilização	Atributo limitante e grau de limitação	
				Deficiência de fertilidade			*Deficiência de água	Deficiência de oxigênio	*Suscetibilidade à erosão	m					
				n	a	f	w	o	e	Decl.xRoch.xPedr.					p
CXk - P1	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	1	0	0	2	2abc/regular	Lavoura	w3 o ₁ p3	
CXk - P2	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	0	0	0	1	1aBC/boa	Lavoura	w3	
CXk - P3	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	0	0	0	2	1aBc/boa	Lavoura	w3 p2	
PVd - P4	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	2	1	0	3	0	0	0	0	1aBC/boa	Lavoura	n ₂ w3	
MDo - P5	B – Suave ondulado	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	2	1	2	1	5N/boa	Pastagem natural	w3 o ₂ m2	
CXve - P6	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	0	0	1	3	5N/boa	Pastagem natural	w3 p3	
CXve - P7	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	0	0	1	1	1aBc/boa	Lavoura	w3 m2	
RYve - P8	B – Suave ondulado	BSh	Caat. Hip.	Restrição de ordem Legal (áreas de proteção por Lei)							6 FF	Preservação da Fauna e Flora	-		
CXve -P9	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	1	0	0	1	1aBC/boa	Lavoura	w3	
CXve - P10	A - Plano	BSh	Caat. Hip.	0	0	1	3	0	0	0	1	1aBC/boa	Lavoura	w3	

Nota: n - disponibilidade de nutrientes; a - toxidez por alumínio; f - fixação do fósforo; Decl. – declividade; Roch. – rochosidade; Pedr. – pedregosidade; p – profundidade efetiva; P1, P2, P3, P6, P7, P9 e P10 – Cambissolos Háplicos; P4 – Argissolo Vermelho; P5 – Chernossolo Rêndzico; P8 – Neossolo Flúvico.

* Metodologia original (Ramalho Filho & Beek, 1995).

**Graus de limitação: 0 = Nulo ; 1 = Ligeiro ; 2 = Moderado ; 3 = Forte ; 4 = Muito Forte.

***Os atributos limitantes sublinhados sugerem possibilidade de melhoramento.

Fonte: Autor.

4. CONCLUSÕES

A avaliação da aptidão agrícola revela que as terras do Projeto de Assentamento Terra de Esperança possuem elevada potencialidade de uso agrícola, favorecida, sobretudo pelas boas condições de solo e relevo, diferindo apenas para o nível de manejo A e o Cambissolo Háplico da área do P1 (Área de Mata Nativa 1), como regular.

A maior parte das áreas dos perfis apresenta-se com potencial bom para uso com lavouras; como também indicação para atividade menos intensiva, como pastagem natural para o Chernossolo Rêndzico (P5 – Área Coletiva de Pastagem 1) e Cambissolo Háplico (P6 – Área Coletiva de Pastagem 2); ficando o Neossolo Flúvico (P8) como área de preservação da flora e fauna, por restrição legislativa, já que se trata de uma área de preservação permanente definida pelo INCRA.

As principais limitações estão relacionadas à fixação do fósforo, deficiência de água e impedimento à mecanização quanto à profundidade efetiva do solo, porém os Cambissolos Háplicos nas áreas dos perfis 2 (Área Coletiva de Mata Nativa) e 10 (Área do Pomar de Cajaraneiras *Spondia sp.*), foram os que apresentaram menos limitações quanto ao seu uso agrícola (lavoura).

REFERÊNCIAS

- Almeida, C. G. F; Esquerdo, J. C. D. M. Metodologia de extração automática para análise da atualização da rede de drenagem do Estado do Mato Grosso do Sul. VI Mostra de estagiários e bolsistas 2010 Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010. p. 19-22
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 404 v. 22, p. 711 – 728. 2013.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1993. 355p.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Governador Dix-Sept Rosado, estado do Rio Grande do Norte / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- DNOCS. Plano diretor para o aproveitamento dos recursos de solo e água do Vale do Apodi - Rio Grande do Norte. São Paulo, Hidroservice/Ministério do Interior/DNOCS (3ª Diretoria Regional), 1978. v. I. Tomo 1.
- FAO. A framework for land evaluation. Rome: FAO; Wageningen: ILRL, 1976. (Soil Bull.29; Publ. 22)
- Giboshi, M. L. Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra. 1999. 77 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Produção Agropecuária) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- Jacomine, P. K. T.; Silva, F. B. R.; Formiga, R. A.; Almeida, J. C.; Beltrão, V. A.; Pessoa, S. C. P.; Ferreira, R. C. Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, DPP/DA. Convênio MA/DNPEA/SUDENE/ DRN, MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21).
- Jarbas, T.; Sá, I. B.; Petrere, V. G.; Taura, T. A.. Agência Embrapa de Informação Tecnológica: ÁRVORE DO CONHECIMENTO – Bioma Caatinga – Cambissolos. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5subswf.html#. Acesso em: 31 jul. 2018.>
- Lemos, R. C. de; Santos, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. ed. Campinas: SBCS, 1996. 84 p.
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4a aproximação. Campinas: SBCS, 1983. 175p.
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4a aproximação, 2ª. impressão revisada. Campinas: SBCS, 1991. 175p.

- Lepsch, I. Fernando; Espindola, C. Roberto; Vischi Filho, O. Julio; Hernani, L. Carlos; Siqueira, D. Silva. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, MG: SBCS, 2015. 170 p.
- Marques, J. Q. De A. Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3ª aproximação. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 1971. 433 p.
- Oliveira, J.B. De; Berg, M.V.D. Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras. II. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1985. 60p. Boletim Técnico, 102.
- Oliveira, J.B – Pedologia aplicada. 3. Ed. FEALQ, Piracicaba. 592 p, (2008).
- Oliveira, J. B.; Sosa, S. M. B. Sistema de clasificación de la aptitud agroecológica de la tierra (S. C. A. A. T.) para la región oriental del Paraguay (1ª aproximación). Assunción, Paraguay: UMA: FCA: CIF; GTZ, 1995. 77 p.
- Pereira, L. C.; Lombardi Neto, F. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).
- Pinto, M. S. D.; Bezerra, T. L. O.; Palito, T. R. C.; Dutra, C. K. T. O Conflito Socioambiental da Chapada do Apodi: uma análise sobre as violações de direitos do Projeto da Morte. Revista InSURgência, v.1, n.2, p. 237-276, 2016.
- Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.
- Teixeira, Paulo César; Donagemma, Guilherme Kangussu; Fontana, Ademir; Geraldes, Wenceslau. Manual de métodos de análise de solo . – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017. 573 p.
- Valeriano, M. M. e Rossetti, D. F. TOPODATA: Banco de dados geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em 05 ago. 2010.

3. CONCLUSÃO GERAL

As classes de solos do Projeto de Assentamento são: Cambissolo Háplico Carbonático vertissólico (P1 – Área de Mata Nativa 1), Cambissolo Háplico Carbonático típico (P2 – Área Coletiva de Mata Nativa e P3 – Área Agroecológica), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (P6 – Área Coletiva de Pastagem 2, P7 – Área de Mata Nativa 2 e P10 – Área do Pomar de Cajareneiras), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico vertissólico (P9 – Área de Mata Nativa 3), Argissolo Vermelho Distrófico latossólico (P4 – Área de Cajueiro), Chernossolo Rêndzico Órtico saprolítico (P5 – Área Coletiva de Pastagem 1) e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico (P8 – Área de Preservação Permanente).

Os solos desenvolvidos de materiais de origem de natureza carbonática favorecem a acumulação de CaCO_3 em quantidade suficiente para reconhecimento do horizonte cálcico, nos perfis de Cambissolos Háplicos (P1, P2, P3 e P4) e Chernossolo Rêndzico estudados (P5).

O Argissolo Vermelho (P4) apresenta limitações químicas, em função do caráter latossólico, com caráter ácido, saturação por alumínio, baixa saturação por bases e distrófico.

Os atributos mais sensíveis na distinção das classes refere-se às frações inorgânicas como o silte (Chernossolo) e argila (Cambissolos); e aos atributos químicos: acidez (Argissolo), salinidade (Chernossolo) e disponibilidade de nutrientes e atividade da fração argila (Cambissolos).

Os atributos mais relevantes e que discriminam os atributos estruturais dos Cambissolos Háplicos são: porosidade, grau de flocculação, agregado e resistência mecânica do solo à penetração.

Os atributos físicos estruturais dos Cambissolos Háplicos, em geral, estão preservados em relação às áreas de mata nativa, tidas como referência, sob diferentes usos e manejos do solo, sendo que as áreas de Mata Nativa 1, de Manejo Convencional e Agroecológica denotam naturalmente fragilidade na estabilidade de agregados e grau de flocculação.

A área sob uso do Pomar de Cajareneiras apresenta condições físicas e estruturais mais favoráveis ao desenvolvimento dos cultivos agrícolas, com destaque para argila, porosidade total, porosidade de aeração, umidades gravimétrica e volumétrica, e resistência mecânica do solo à penetração.

A maioria das classes de solos do Projeto de Assentamento Terra de Esperança apresenta potencial bom para uso com lavouras; como também indicação para atividade menos intensiva, como pastagem natural para o Chernossolo Rêndzico (P5 – Área Coletiva de Pastagem 1) e Cambissolo Háplico (P6 – Área Coletiva de Pastagem 2); ficando o Neossolo

Flúvico (P8) como área de preservação da flora e fauna, por se tratar de uma área de preservação permanente definida pelo INCRA.

As principais limitações estão relacionadas à fixação do fósforo, deficiência de água e impedimento à mecanização quanto à profundidade efetiva do solo, porém os Cambissolos Háplicos nas áreas dos perfis 2 (Área Coletiva de Mata Nativa) e 10 (Área do Pomar de Cajareneiras *Spondia sp.*), foram os que apresentaram menos limitações quanto ao seu uso agrícola (lavoura).

APÊNDICE

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P1
DATA – 28/08/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vertissólico (CXk)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 29' 13,0" W 37° 24' 33,1"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Saprolito de calcário (Formação Jandaíra)
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 82 m
EROSÃO – Aparente
DRENAGEM – Moderadamente drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila (densa e árvores esparsas, com substrato da Macambira).
USO ATUAL – Mata Nativa (sem uso)
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 8 cm; (7,5YR 3/2, úmida) (7,5YR 3/2, seca); argila arenosa; moderada forte a muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara.

Bi – 8 – 37 cm; (10YR 4/3, úmida) (10YR 4/4, seca); argila; forte média a grande angular e subangular; muito dura, firme; muito plástico, pegajoso; transição abrupta.

C – 37 – 52 cm; (2,5Y 5/4, úmida) (2,5Y 6/4, seca); franco argilo arenosa; moderado forte a pequena angular e subangular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada.

R – 52⁺

RAÍZES – Comuns, finas e muito finas em A; raras, muito finas raras e muito raras média em Bi; ausentes em C.

OBSERVAÇÕES – 1. Efervescência no C.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P1

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Simbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-8		2,2	97,8	247	221	172	360	292	18,87	0,48	0,96	61,9
Bi	8-37		5,5	94,5	292	142	113	453	365	19,30	0,25	1,23	56,2
C	37-52		32,4	67,60	616	26	106	252	174	30,95	0,42	1,31	47,2
R	52 ⁺												

Horizontes	pH (1:2,5)		ΔpH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol/dm ³)							Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	(H+Al)				Valor T (soma)
A	7,35	5,95	-1,40	0,36	21,70	3,06	0,05	0,09	24,90	0	0	24,90	100	0	0
Bi	7,45	5,61	-1,83	0,36	19,83	13,84	0,13	0,16	33,96	0	0	33,96	100	0	0
C	7,58	7,04	-0,55	0,35	24,07	2,96	0,04	0,06	27,13	0	0	27,13	100	0	0
R															

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
A	4,42		16,70									0
Bi	2,33		6,21									0
C	2,86		5,06									243,69
R												



Figura 1. Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático vertissólico (CXk), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 28 de agosto de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P2
DATA – 14/08/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 30' 17,6" W 37° 27' 01,3"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Saprolito de calcário (Formação Jandaíra)
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 81 m
EROSÃO – Aparente
DRENAGEM – Bem drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila (densa a pouco densa e árvores esparsas, com Angico e Aroeira).
USO ATUAL – Mata Nativa (sem uso)
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A fraco – 0 – 3 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5YR 4/6, seca); franco argilo arenosa; moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara plana.

AB – 3 – 7 cm; (10YR 3/3, úmida) (10YR 3/6, seca); franco argilo arenosa; moderada a forte muito pequena a pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

Bi – 7 – 22 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5Y 4/6, seca); franco argilo arenosa; moderado a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

BiC – 22 – 36 cm; (7,5Y 4/6, úmida) (7,5Y 5/8, seca); franco argilo arenosa; moderado a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura, muito friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

CB – 36 – 52 cm; (7,5Y 4/6, úmida) (7,5Y 6/6, seca); franco argilo arenosa; moderado a muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

Cfragmentário – 52 – 145 cm; (10YR 5/6, úmida) (10YR 7/6, seca); franco siltosa; rocha calcária fragmentária misturado com fraca; sem estrutura e consistência, devido basicamente fragmento de rocha; transição clara ondulada.

RAÍZES – Raras, muito finas em A; raras, muito finas em AB; poucas, muito finas em Bi; comuns à média, finas em BiC; raras, muito fins em CB; muito rara, muito fina em C.

OBSERVAÇÕES – 1. Efervescência em todos os horizontes.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P2

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A fraco	0-3		2,5	97,5	384	236	130	250	199	20,40	0,52	1,39	45,2
AB	3-7		4,0	96,0	397	209	130	264	245	7,36	0,49	1,56	42,3
Bi	7-22		3,6	96,4	312	198	146	344	251	27,14	0,42	1,43	48,5
BiC	22-36		4,0	96,0	297	180	192	331	230	30,59	0,58	1,53	47,6
CB	36-52		3,3	96,7	300	155	211	334	224	32,95	0,63	1,54	46,5
C frag.	52-145		33,9	66,1	180	110	600	110	102	7,27	5,45	-	-

Horizontes	pH (1:2,5)		ΔpH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol/dm ³)							Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	(H+Al)				Valor T (soma)
A fraco	7,68	7,23	-0,45	0,37	15,63	3,26	0,05	0,04	18,98	0	0	18,98	100	0	0
AB	7,83	7,28	-0,55	0,22	14,27	2,92	0,36	0,03	17,58	0	0	17,58	100	0	0
Bi	7,73	7,24	-0,49	0,16	13,87	1,80	0,18	0,07	15,91	0	0	15,91	100	0	0
BiC	8,07	7,28	-0,79	0,19	13,30	1,78	0,11	0,07	15,27	0	0	15,27	100	0	0
CB	8,06	7,26	-0,79	0,18	12,87	1,62	0,08	0,08	14,65	0	0	14,65	100	0	1
C frag.	8,17	7,35	-0,82	0,19	10,17	1,61	0,07	0,08	11,92	0	0	11,92	100	0	1

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
A fraco	6,88		48,42									49,55
AB	7,17		39,34									58,35
Bi	1,12		10,98									114,87
BiC	1,87		8,03									125,90
CB	0,37		8,01									164,87
C frag.	2,39		2,96									603,49



Figura 2. Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 14 de agosto de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P3
DATA – 28/08/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 30' 22,9" W 37° 27' 06,8"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Saprolito de calcário (Formação Jandaíra)
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 85 m
EROSÃO – Laminar aparente
DRENAGEM – Bem drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila arbustiva (pouco densa com predomínio de Marmeleiro e ocorrência de Jurema Preta, Angico e Catingueira)
USO ATUAL – Manejo agroecológico
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A fraco – 0 – 4 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5YR 4/6, seca); franco argilo arenosa; moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

BA – 4 – 10 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5YR 4/6, seca); franco argilo arenosa; moderada a pequena e muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

Bi – 10 – 42 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5YR 4/6, seca); franco argilo arenosa; maciça que se desfaz em moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

BiC – 42 – 70 cm; (7,5Y 4/6, úmida) (7,5YR 5/6, seca); franco argilo arenosa; maciça que se desfaz em moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura a dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

CB – 70 – 76 cm; (7,5YR 4/6, úmida) (7,5YR 5/8, seca); franco argilo arenosa; moderada a muito pequena subangular; dura a ligeiramente dura, firme; plástico, pegajoso; transição abrupta ondulada.

C – 76 – 91 cm; (10YR 5/6, úmida) (10YR 7/6, seca); franco argilo arenosa; calcário pulverulento com ocorrência de nódulos de calcários e partículas de rochas calcárias; sem estrutura e consistência, devido basicamente fragmento de rocha; transição abrupta ondulada.

RAÍZES – Raras, muito finas em A; raras, muito finas em BA; poucas, finas em Bi; raras, finas em BiC; ausentes em CB e C.

OBSERVAÇÕES – 1. Efervescência em C.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P3

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de flocculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A fraco	0-4		2,0	98,0	515	176	90	219	188	14,16	0,41	1,53	39,5
BA	4-10		2,7	97,3	524	155	77	244	209	14,34	0,32	1,59	43,70
Bi	10-42		1,7	98,3	379	208	167	246	239	2,85	0,68	1,48	43,0
BiC	42-70		1,6	98,4	331	208	206	255	233	8,63	0,81	1,49	47,4
CB	70-76		1,7	98,3	324	195	207	274	245	10,58	0,76	-	-
C	76-91		7,8	92,2	564	110	62	264	237	10,23	0,23	-	-

Horizontes	pH (1:2,5) Água		ΔpH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _e /dm ³)						Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)		
	KCl 1N	Ca ²⁺			Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	(H+Al)				Valor T (soma)	
A fraco	7,61	6,30	-1,31	0,18	9,77	2,84	0,07	0,05	12,73	0	0	12,73	100	0	0
BA	7,62	5,96	-1,66	0,13	9,43	2,46	0,07	0,05	12,01	0	0	12,01	100	0	0
Bi	7,61	5,84	-1,77	0,12	9,63	1,89	0,05	0,05	11,62	0	0	11,62	100	0	0
BiC	7,54	6,30	-1,24	0,33	12,13	2,02	0,27	0,05	14,48	0	0	14,48	100	0	0
CB	7,36	6,50	-0,87	0,37	14,47	1,91	0,15	0,06	16,58	0	0	16,58	100	0	0
C	8,31	7,37	-0,93	0,33	9,80	1,35	0,05	0,08	11,28	0	0	11,28	100	0	1

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
A fraco	6,29		19,97									0
BA	5,08		15,86									0
Bi	1,84		8,43									0
BiC	2,59		3,91									0
CB	6,29		3,59									0
C	5,08		3,47									629,99



Figura 3. Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Carbonático típico (CXk), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 28 de agosto de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água

PERFIL – P4

DATA – 28/08/2016

CLASSIFICAÇÃO – ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd)

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 29' 42,7" W 37° 28' 30,3"

LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Arenito/Cretáceo

MATERIAL ORIGINÁRIO – Arenito Açú

PEDREGOSIDADE – Não pedregosa

ROCHOSIDADE – Não rochosa

RELEVO LOCAL – Plano

ALTITUDE – 97 m

EROSÃO – Laminar aparente

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cajueiro com Caatinga Hiperxerófila arbustiva (com Marmeleiro e Contodeva)

USO ATUAL – Manejo agroecológico

CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.

DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 7 cm; (5YR 3/4, úmida) (5YR 5/6, seca); areia; fraca a média subangular; macia, muito friável; não plástico, não pegajoso; transição plana difusa.

BA – 7 – 25 cm; (2,5YR 4/6, úmida) (2,5 YR 5/8, seca); franco argilo arenosa; moderada a média subangular; dura, friável; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

Bt – 25 – 50 cm; (2,5YR 3/6, úmida) (2,5 YR 4/8, seca); argila arenosa; moderada forte a média grande subangular; dura, firme; muito plástico, pegajoso; transição plana difusa.

Bw – 50 – 200⁺ cm; (2,5YR 3/6, úmida) (2,5 YR 4/8, seca); franco argilo arenosa; fraca a média subangular; macio, muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa

RAÍZES – Poucas, finas em A; raras, finas em BA; raras, finas em Bt; ausentes em Bw.

OBSERVAÇÕES – 1. Camada coesa uniforme em Bw.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P4

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-7		4,8		224	670	36	70	56	20,50	0,51	1,38	45,4
BA	7-25		4,0		410	225	50	315	258	18,11	0,16	1,50	40,9
Bt	25-50		3,8		348	180	50	422	221	47,73	0,12	1,42	42,1
Bw	50-200 ⁺		3,9		374	243	101	282	175	37,98	0,36	1,29	40,6

Horizontes	pH (1:2,5)		Δ pH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _e /dm ³)						Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)		
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺				(H+Al)	Valor T (soma)
A	6,45	4,67	-1,78	0,09	2,27	1,24	0,13	0,04	3,68	0	3,63	7,31	50	0	1
BA	5,74	3,91	-1,83	0,08	1,77	0,59	0,24	0,04	2,64	0,48	3,74	6,38	41	15	1
Bt	5,60	3,96	-1,64	0,05	1,40	0,68	0,00	0,04	2,12	0,58	3,27	5,57	41	20	1
Bw	6,10	4,58	-1,52	0,03	1,23	1,41	0,16	0,06	2,86	0	2,31	5,17	55	0	1

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃ (Ki)	R ₂ O ₃ (Kr)	Fe ₂ O ₃	
A	7,01		11,49									0
BA	0,96		7,06									0
Bt	0,90		4,91									0
Bw	0,46		2,91									0

Gradiente textural: 2,19

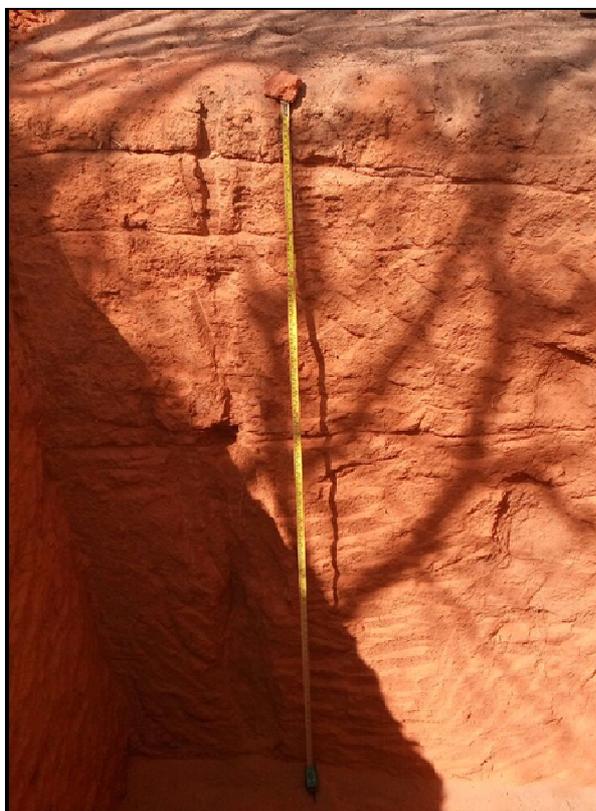


Figura 4. Perfil de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 28 de agosto de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P5
DATA – 16/10/2016
CLASSIFICAÇÃO – CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico sapolítico (MDo)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 32' 21,18" W 37° 26' 01,2"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Sapolito gredoso/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Calcário gredoso
PEDREGOSIDADE – Ligeiramente pedregoso na superfície
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Suave ondulado
ALTITUDE – 94 m
EROSÃO – Não aparente
DRENAGEM – Imperfeitamente drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Presença de Carnaúba, Velame, Juazeiro e Pinhão Amarelo.
USO ATUAL – Pecuária extensiva
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ak – 0 – 20 cm; (5Y 6/1, úmida) (5Y 7/1, seca); franco siltosa; forte a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura a dura; friável; plástico, pegajoso; transição gradual ondulada.

Ck1 – 20 – 50 cm; (5Y 6/1, úmida) (5Y 7/1, seca); franco siltosa; moderada a pequena subangular; dura, firme; plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

Ck2 – 50 – 120 cm; (5Y 6/1, úmida) (5Y 7/1, seca); franco siltosa; moderada a pequena subangular; dura, firme; muito plástico, muito pegajoso; transição plana difusa.

Ck3 – 120 – 140⁺ cm; (5Y 6/1, úmida) (5Y 7/1, seca); franco siltosa; moderada a pequena subangular; dura, firme; muito plástico, muito pegajoso; transição plana difusa

RAÍZES – Comuns a poucas, finas a médias em Ak; comuns, finas em Ck1; poucas, médias em Ck2; raras, muito finas em Ck3.

OBSERVAÇÕES – 1. Efervescência em todos os horizontes;
2. Área de alagamento;
3. Área de infiltração cárstica.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P5

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
Ak	0-20		4,1	95,9	54	149	593	204	133	34,65	2,92	1,32	46,0
Ck1	20-50		2,4	97,6	46	128	604	222	141	36,49	2,72	1,23	50,3
Ck2	50-120		2,4	97,6	49	149	574	228	165	27,66	2,52	1,37	52,8
Ck3	120-140 ⁺		1,8	98,2	42	128	642	188	134	28,67	3,42	1,28	52,7

Horizontes	pH (1:2,5)		Δ pH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _e /dm ³)						Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)		
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺				(H+Al)	Valor T (soma)
A	8,33	7,72	-0,61	0,38	9,06	1,30	0,14	0,72	11,22	0	0	11,22	100	0	6
BA	8,25	7,80	-0,45	0,44	7,36	1,87	0,07	0,61	9,91	0	0	9,91	100	0	6
Bt	8,01	7,83	-0,17	1,30	8,10	2,33	0,09	2,38	12,91	0	0	12,91	100	0	18
Bw	8,63	7,82	-0,81	0,32	6,63	1,93	0,07	0,44	9,08	0	0	9,08	100	0	5

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃ (Ki)	R ₂ O ₃ (Kr)	Fe ₂ O ₃		
A	1,43		12,14										884,95
BA	1,25		8,89										945,11
Bt	1,25		5,70										904,75
Bw	1,18		3,65										935,57



Figura 5. Perfil de CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saporlítico (MDo), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 16 de outubro de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P6
DATA – 16/10/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 32' 24,0" W 37° 25' 59,4"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Calcário
PEDREGOSIDADE – Ligeiramente pedregosa
ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 91 m
EROSÃO – Laminar aparente
DRENAGEM – Bem drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila com presença de Mufumbo, Pião Amarelo, Marmeleiro, Bromélia e Macambira.
USO ATUAL – Pecuária extensiva
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 5 cm; (7,5RY 2,5/3, úmida) (7,5YR 3/4, seca); franco argilo arenosa; moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura; muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara plana.

Bi – 5 – 27 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5YR 4/4, seca); argila arenosa; moderada a muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

CR – 27⁺.

RAÍZES – Abundantes, finas a médias em A; comuns, finas em Bi.

OBSERVAÇÕES – 1. Ocorrência de cascalho na superfície.
2. Um pouco de efervescência em Bi.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P6

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-5		18,1	81,9	373	180	133	314	228	27,39	0,42	1,24	53,0
Bi	5-27		18,0	82,0	315	193	112	380	323	15,03	0,29	1,10	50,7
CR	27 ⁺												

Horizontes	pH (1:2,5)		Δ pH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol/dm ³)						Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)		
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺ (H+Al)				Valor T (soma)	
A	7,65	7,08	-0,58	0,46	12,90	10,79	0,12	0,10	23,91	0	0	23,91	100	0	0
Bi	8,15	7,13	-1,02	0,31	20,77	1,84	0,06	0,02	22,68	0	0	22,68	100	0	0
CR															

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C/N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	
A	21,03		45,52									0
Bi	9,21		17,52									78,80
CR												



Figura 6. Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 16 de outubro de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P7
DATA – 16/10/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 28' 40,7" W 37° 26' 16,3"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Calcário (Formação Jandaíra)
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 85 m
EROSÃO – Não aparente
DRENAGEM – Bem drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila (densa com Bromélia, Mororó, Sabiá, Catingueira, Mufumbo, Camará de Flexa e Jurema Preta)
USO ATUAL – Mata Nativa (sem uso)
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 7 cm; (10 YR 3/3, úmida) (10YR 4/3, seca); franco argilo arenosa; moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, pegajoso; transição clara plana.

AB – 7 – 15 cm; (10YR 3/3, úmida) (10YR 4/4, seca); argila; moderada a pequena e muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, pegajoso; transição gradual plana.

BA – 15 – 35 cm; (10YR 4/6, úmida) (10YR 5/6, seca); argila; moderada a muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; plástico, pegajoso; transição gradual plana.

Bi – 35 – 75 cm; (10Y 4/6, úmida) (10YR 5/6, seca); argila; moderada a pequena e muito pequena subangular; ligeiramente dura a dura, friável; plástico, pegajoso; transição gradual ondulada.

BC – 75 – 110 cm; (10YR 4/6, úmida) (10YR 5/8, seca); argila; moderada a pequena e muito pequena subangular; dura, firme; muito plástico, muito pegajoso; transição plana difusa.

R – 110⁺ cm.

RAÍZES – Poucas, finas em A; poucas, finas em AB; raras, médias em BA; poucas, finas em Bi; raras, finas em BC.

OBSERVAÇÕES –

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P7

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de flocculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-7		3,6	96,4	337	158	97	408	336	17,67	0,24	1,33	53,6
AB	7-15		4,2	95,8	278	160	143	419	368	12,12	0,34	1,18	54,2
BA	15-35		3,5	96,5	246	156	134	464	433	6,72	0,29	1,22	52,0
Bi	35-75		3,8	96,2	242	151	154	453	346	23,56	0,34	1,40	51,8
BC	75-110		6,8	93,2	255	121	144	480	370	23,00	0,30	-	-
R	110 ⁺												

Horizontes	pH (1:2,5) Água		ΔpH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _c /dm ³)						Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)		
	KCl 1N	Ca ²⁺			Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	(H+Al)				Valor T (soma)	
A	7,93	6,98	-0,95	0,21	19,00	2,87	0,11	0,42	22,40	0	0	22,40	100	0	2
AB	8,18	6,33	-1,86	0,32	15,00	3,08	0,17	0,08	18,33	0	0	18,33	100	0	0
BA	8,31	5,98	-2,33	0,18	15,70	2,06	0,34	0,08	18,18	0	0	18,18	100	0	0
Bi	8,09	6,97	-1,11	0,35	14,17	8,87	0,16	0,10	23,29	0	0	23,29	100	0	0
BC	8,07	6,84	-1,23	0,35	20,90	2,41	0,13	0,18	23,63	0	0	23,63	100	0	1
R															

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
A	2,72		36,70									0
AB	1,78		21,46									0
BA	1,20		9,87									0
Bi	2,26		6,19									0
BC	4,24		5,55									0
R												

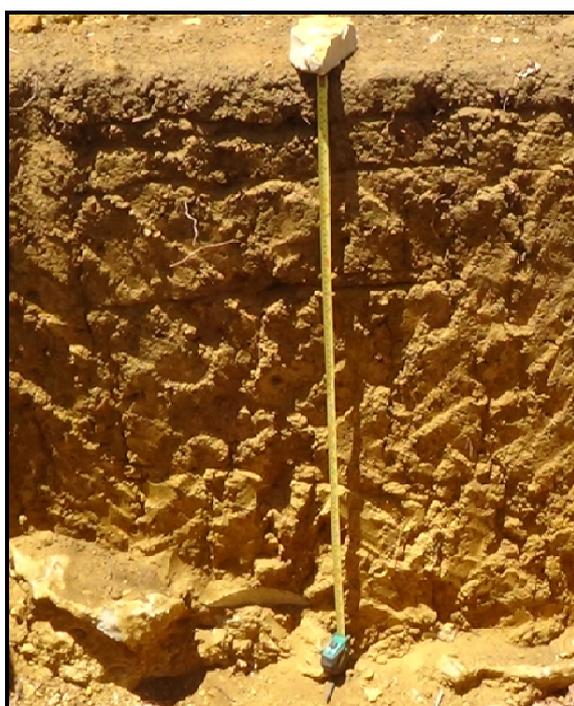


Figura 7. Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 16 de outubro de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P8
DATA – 16/10/2016
CLASSIFICAÇÃO – NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico (RYve)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 29' 45,5" W 37° 27' 50,6"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Sedimento/Olocênico recente
MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimento flúvico
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Suave ondulado
ALTITUDE – 74 m
EROSÃO – Não aparente
DRENAGEM – Imperfeitamente drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila com presença de Oiticica, Marmeleiro, Mufumbo, Aroeira, Catingueira e Jurema.
USO ATUAL – Pecuária extensiva
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 30 cm; (7,5RY 2,5/3, úmida) (7,5YR 3/4, seca); franco argilo arenosa; moderada a muito pequena e pequena subangular; ligeiramente dura; muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara plana.

C – 30 – 100 cm; (7,5YR 3/4, úmida) (7,5YR 4/4, seca); argila arenosa; moderada a muito pequena subangular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana difusa.

RAÍZES – Poucas, muito finas a finas em A; raras, muito finas em C.

OBSERVAÇÕES – 1. Camada inicial sedimentar (transformação aluvial).
2. Área de alagamento (afloramento de lençol freático) e deposição.
3. Fundo de açude.
4. Material duro (argila e silte secos)

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P8

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-5		1,3	98,7	186	133	131	550	414	24,76	0,24	1,12	55,1
Bi	5-27		1,6	98,4	193	132	118	557	453	18,64	0,21	1,02	62,1
CR	27 ⁺												

Horizontes	pH (1:2,5)		Δ pH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _c /dm ³)						Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)		
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺ (H+Al)				Valor T (soma)	
A	8,10	5,28	-2,82	0,10	12,57	3,53	0,11	0,05	16,25	0	0	16,25	100	0	0
Bi	8,03	5,36	-2,67	0,11	14,60	3,89	0,08	0,06	18,63	0	0	18,63	100	0	0
CR															

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C/N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃ (Ki)	R ₂ O ₃ (Kr)	Fe ₂ O ₃	
A	4,29		9,84									0
Bi	1,95		4,41									0
CR												



Figura 8. Perfil de NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico (RYve), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 16 de outubro de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P9
DATA – 16/10/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico (CXve)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 28' 54,7" W 37° 24' 52,7"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Calcário (Formação Jandaíra)
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 92 m
EROSÃO – Não aparente
DRENAGEM – Ligeiramente drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Caatinga Hiperxerófila com presença de Mufumbo, Mororó e ocorrências de árvores isoladas de Umburana, Pereiro, Catingueira e Camará de flexa.
USO ATUAL – Mata Nativa (sem uso)
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 8 cm; (10YR 3/4, úmida) (10YR 4/4, seca); argila arenosa; moderada a muito pequena e pequena subangular que se desfaz em granular; dura; friável; plástico, pegajoso; transição clara plana.

BA – 8 – 19 cm; (10YR 3/4, úmida) (10YR 4/4, seca); argila arenosa; moderada forte a muito pequena e pequena subangular que se desfaz em granular; dura, firme; plástico, pegajoso; transição gradual ondulada.

Bi – 19 – 60 cm; (10YR 4/4, úmida) (10YR 4/6, seca); argila; forte a média prismática a angular; muito dura, firme; muito plástico, muito pegajoso; transição plana difusa.

Cv (*slincknesides*) – 60 – 200 cm; (2,5Y 4/3, úmida) (2,5Y 4/3, seca); argila; forte a pequena média paralepídeda; extremamente dura, extremamente firme; muito plástico, muito pegajoso; transição plana difusa

RAÍZES – Comuns, finas a médias em A; comuns, finas a médias em BA; poucas, muito finas em Bi; raras, muito finas em Cv.

OBSERVAÇÕES – 1. Presença de *slincknesides* em Cv.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P9

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-8		11,2	88,8	307	202	126	365	261	28,63	0,35	0,94	59,6
BA	8-19		12,0	88,0	303	179	158	360	323	10,22	0,44	1,30	52,0
Bi	19-60		7,6	92,4	211	140	113	536	414	22,81	0,21	1,31	59,0
Cv	60-200		5,9	94,1	213	127	115	545	432	20,78	0,21	1,52	56,1

Horizontes	pH (1:2,5)		Δ pH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _c /dm ³)							Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	(H+Al)				Valor T (soma)
A	7,40	5,71	-1,69	0,22	16,00	3,56	0,08	0,07	19,71	0	0	19,71	100	0	0
BA	7,51	5,27	-2,24	0,18	15,13	2,76	0,31	0,07	18,28	0	0	18,28	100	0	0
Bi	7,64	5,65	-2,00	0,33	22,24	3,95	0,14	1,07	27,40	0	0	27,40	100	0	4
Cv	7,70	5,54	-2,15	0,37	23,63	3,81	0,13	0	27,57	0	0	27,57	100	0	0

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	P REM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
A	4,02		26,89									0
BA	2,00		14,29									0
Bi	1,34		5,77									0
Cv	2,81		5,25									0



Figura 9. Perfil de CMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico (CXve), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 16 de outubro de 2016.

TRABALHO – Tese do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água
PERFIL – P10
DATA – 16/10/2016
CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve)
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Município Governador Dix-Sept Rosado-RN. Coordenadas S 05° 29' 50,9" W 37° 27' 14,8"
LITOLOGIA E CRONOLOGIA – Calcário/Cretáceo
MATERIAL ORIGINÁRIO – Calcário (Formação Jandaíra)
PEDREGOSIDADE – Não pedregosa
ROCHOSIDADE – Não rochosa
RELEVO LOCAL – Plano
ALTITUDE – 87 m
EROSÃO – Não aparente
DRENAGEM – Bem drenado
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cajarianeiras
USO ATUAL – Cajarianeiras
CLIMA – Semiárido, com chuvas de verão-outono e inverno seco.
DESCRITO E COLETADO POR – Francisco Ernesto Sobrinho/Jeane Cruz Portela/Joseane Dunga da Costa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A – 0 – 12 cm; (7,5YR 3/3, úmida) (7,5YR 3/4, seca); franco argilosa; moderada a muito pequena subangular que se desfaz em granular; macia, muito friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara plana.

AB – 12 – 24 cm; (7,5YR 4/6, úmida) (7,5YR 5/6, seca); argila arenosa; moderada a pequena e muito pequena subangular que se desfaz em granular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição gradual plana.

BA – 24 – 41 cm; (7,5YR 4/6, úmida) (7,5YR 5/8, seca); argila; fraca a muito pequena subangular que se desfaz em granular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição difusa ondulada.

Bi – 41 – 92 cm; (7,5YR 4/6, úmida) (7,5YR 5/8, seca); argila; moderada a pequena subangular; ligeiramente dura, firme; plástico, pegajoso; transição difusa ondulada.

BC – 92 – 115 cm; (10YR 5/6, úmida) (10YR 6/8, seca); argila; moderada a pequena subangular que se desfaz em granular; dura, firme; plástico, pegajoso; transição difusa ondulada.

R – 115⁺ cm.

RAÍZES – Comuns, finas em A; poucas, finas em AB; poucas, finas a médias em BA; raras, finas em Bi; ausentes em BC.

OBSERVAÇÕES –

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL – P10

Horizontes		Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de floculação (%)	Silte argila	Densidade do solo (g/dm ³)	Porosidade (%)
Símbolo	Prof. (cm)	Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,2-0,05 Mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm					
A	0-12		2,2	97,8	291	156	154	399	345	13,47	0,39	1,17	53,7
AB	12-24		2,0	98,0	334	122	77	467	388	16,92	0,16	1,17	52,5
BA	24-41		1,3	98,7	356	67	89	488	405	17,01	0,18	1,20	54,7
Bi	41-92		1,6	98,4	228	123	87	562	411	26,90	0,15	1,22	57,0
BC	92-115		2,0	98,0	227	118	112	543	371	31,70	0,21	1,34	53,6
R	115 ⁺												

Horizontes	pH (1:2,5)		Δ pH	CE (dS/m)	Complexo sortivo (cmol _c /dm ³)							Valor V (%)	Saturação por alumínio (%)	PST (%)	
	Água	KCl 1N			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	(H+Al)				Valor T (soma)
A	7,53	6,67	-0,86	0,37	15,00	2,30	0,22	0,09	17,62	0	0	17,62	100	0	1
AB	7,92	6,33	-1,59	0,14	12,80	2,31	0,03	0,11	15,26	0	0	15,26	100	0	1
BA	7,82	6,26	-1,57	0,32	11,50	4,38	0,10	0,08	16,07	0	0	16,07	100	0	1
Bi	7,69	5,39	-2,29	0,35	14,37	2,96	0,16	0,15	17,63	0	0	17,63	100	0	1
BC	7,52	5,18	-2,34	0,33	15,67	3,56	0,11	0,20	19,54	0	0	19,54	100	0	1
R															

Horizontes	P disponível (mg/dm ³)	PREM (mg/dm ³)	COT (g/kg)	C N	Ataque sulfúrico (g/kg)				SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Equivalente de CaCO ₃ (g/kg)
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃ (Ki)	R ₂ O ₃ (Kr)	Fe ₂ O ₃	
A	7,54		21,72									0
AB	4,77		12,72									0
BA	4,09		7,52									0
Bi	0,96		3,76									0
BC	2,39		3,41									0
R												



Figura 10. Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (CXve), coletado no município de Governador Dix-Sep Rosado-RN, em 16 de outubro de 2016.