



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

ANTONIO SANTHIAGO FERNANDES DA SILVA

**COMPORTAMENTO DO FÓSFORO EM DIFERENTES SOLOS DE ÁREAS DE
PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

MOSSORÓ

2022

ANTONIO SANTHIAGO FERNANDES DA SILVA

**COMPORTAMENTO DO FÓSFORO EM DIFERENTES SOLOS DE ÁREAS DE
PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. André Moreira de Oliveira – UFERSA

MOSSORÓ

2022

© 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.

S586c Silva, Antonio Santhiago Fernandes da.
Comportamento do fósforo em diferentes solos de
áreas de produção agroecológica do município de
Mossoró/RN. / Antonio Santhiago Fernandes da
Silva. - 2022.
55 f. : il.

Orientador: André Moreira de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2022.

1. Agricultura orgânica. 2. produtividade. 3.
textura. 4. águas salinas. 5. estiagem. I.
Oliveira, André Moreira de, orient. II. Título.

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

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

ANTONIO SANTHIAGO FERNANDES DA SILVA

**COMPORTAMENTO DO FÓSFORO EM DIFERENTES SOLOS DE ÁREAS
DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 23 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Moreira de Oliveira
Presidente

Prof^a. Dr^a. Maria Eugênia da Costa
Membro Examinador

Me. Alex Álvares da Silva
Membro Examinador

Eng^a. Agr^a. Carla Jamile Xavier Cordeiro
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela dádiva de estar vivo.

Agradeço ao meu pai, Solivan, e a minha mãe, Edinara, por tudo que me proporcionaram, apesar de todas as dificuldades encontradas durante essa jornada.

Agradeço a minha avó Antônia, que mesmo não estando entre nós fisicamente, estará para sempre em meu coração.

Agradeço a minha amada esposa, Polyanna, por todo amor, confiança, companheirismo e cumplicidade, me apoiando nos momentos bons e difíceis.

Agradeço a minha filha, Esther, por me mostrar os motivos para nunca desistir.

Agradeço a Dona Paula, mãe de Polyanna, por todo apoio, toda ajuda, e por cuidar tão bem de Esther.

Agradeço aos meus irmãos Saymon, Apolo, Eva e Sarah por estarem presentes mesmo que de longe.

Agradeço ao meu amigo Eliarde Santos, por acreditar no meu potencial e por me ajudar durante todos esses anos.

Agradeço aos meus amigos Natanael Teixeira, Terezinha Gomes, Caio Michel, Carol Carlos, Carla Michelly, Wesley Marinho e Rebeca Almeida por todos os momentos de apoio, de alegria, de amizade, por terem permitido que eu permanecesse firme e tornado essa jornada leve e memorável.

Agradeço ao meu orientador, Prof. André Moreira, pela oportunidade, confiança e por ser um exemplo de profissional e ser humano.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semiárido por ter me acolhido e ter sido mais do que uma instituição de ensino, pela oportunidade para a realização do meu curso e ao Laboratório de Solos por permitir desenvolver os trabalhos em seu espaço.

Agradeço a Morgana por me mostrar que o amor assume diferentes formas e por ter me escolhido como seu tutor.

Agradeço a todos que, de alguma forma, cruzaram o meu caminho, tornando possível a finalização do meu curso.

MUITO OBRIGADO.

“Pode se encontrar a felicidade mesmo nas horas mais sombrias, se a pessoa se lembrar de acender a luz.”

J. K. Rowling

RESUMO

O solo é um recurso natural intimamente ligado aos aspectos sociais de desenvolvimento agrícola, atuando em inúmeros ecossistemas agroecológicos e contribuindo para a segurança alimentar e subsistência na terra. Dentre os atributos do solo que podem potencializar a produção agroecológica, destaca-se sua textura e sua fertilidade, em especial, o fósforo. Por conta de sua baixa mobilidade, o fósforo apresenta-se como agente limitante ao crescimento e desenvolvimento de plantas, e a textura do solo influencia a disponibilidade de nutrientes no sistema edáfico, na medida em que o teor de argila do solo aumenta, sendo um dos principais indícios de qualidade e produtividade dos solos. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento do fósforo sob influência de manejo agroecológico e uso de águas salinas nas áreas de produção da Associação de Produtores e Agricultoras da Feira Agroecológica de Mossoró (APROFAM). O trabalho foi desenvolvido no período de 2021 a 2022, em áreas de comunidades rurais com sistemas de produção agroecológicos. Mesmo com distinções nas formas de manejo do solo, cada produtor segue os princípios da agricultura orgânica em sua área. Realizaram-se coletas de amostras em duas profundidades: 0 – 20cm (superfície) e 20 – 40cm (subsuperfície), em 5 áreas diferentes, durante dois períodos do ano distintos: antes e depois do período chuvoso (janeiro e julho, respectivamente). Analisaram-se, inicialmente, os teores de fósforo das amostras e, em seguida, foram realizadas as análises de rotina para os atributos físicos do solo, no Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP), da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). As áreas analisadas apresentaram distintas classes de textura, em razão das características estruturais de cada solo. Verificou-se que as camadas 0 – 20cm dos solos apresentaram maiores concentrações de fósforo quando comparada as camadas 20 – 40cm e comprovou-se que os teores de argila influenciam positivamente a dinâmica de adsorção de fósforo dos solos das comunidades que utilizam rejeitos de águas salinas. A influência do manejo adotado pelos produtores durante o período seco ficou em evidência através das mudanças das características físicas e químicas das classes de solos analisadas durante o período de estiagem.

Palavras-chave: Agricultura orgânica; produtividade; textura; águas salinas; estiagem.

ABSTRACT

Soil is a natural resource closely linked to the social aspects of agricultural development, operating in numerous agroecological ecosystems and contributing to food security and subsistence in the land. Among the soil attributes that can enhance agroecological production, its texture and fertility stand out, in particular, phosphorus. Due to its low mobility, phosphorus is a limiting agent for plant growth and development, and soil texture influences the availability of nutrients in the soil system, as the clay content of the soil increases, being one of the main indicators of soil quality and productivity. The objective of this paper was to evaluate the behavior between phosphorus under the influence of agroecological management and the use of saline water in the production areas of the Associação de Produtores e Agricultoras da Feira Agroecológica de Mossoró (APROFAM). The work was developed from 2021 to 2022, in areas of rural communities with agroecological production systems. Even with distinctions in the handling of soil management, each producer follows the principles of organic agriculture in his area. The samples were collected in two layers of the soil profile: 0 – 20cm (surface) and 20 – 40cm (subsurface), in 5 different areas, during two different periods of the year: before and after the rainy season (January and July, respectively). Initially, the phosphorus content of the samples was analyzed, and then routine analyzes were carried out for the physical attributes of the soil, at the Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP), of the Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). The analyzed areas presented different texture classes, due to the structural characteristics of each soil. It was verified that the superficial layers of the evaluated soils presented higher concentrations of phosphorus when compared to the inferior layers and it was verified that the clay contents positively influence the phosphorus adsorption dynamics of the soils of the communities that use saline water waste. The influence of the management adopted by the producers during the dry period was evident through the changes in the physical and chemical characteristics of the soil classes analyzed during the dry period.

Keywords: Organic agriculture; productivity; texture; saline waters; drought.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Área de coleta das amostras da comunidade 3, Mossoró/RN. 29
- Figura 2** - Preparo para análise física do solo no Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP) – UFERSA. 30
- Figura 3** - Análise física do solo no Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP) – UFERSA. 30
- Figura 4** - Equipamento utilizado para identificar os teores de fósforo do solo, presente no Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP) – UFERSA. 31
- Figura 5** - Preparo das amostras para identificação dos teores de fósforo do solo, Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP) – UFERSA. 31

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Teores de fósforo, em mg/dm^3 , nos períodos de seca e de chuva na comunidade 1. 32
- Gráfico 2** - Teores de fósforo, em mg/dm^3 , nos períodos de seca e de chuva na comunidade 2. 33
- Gráfico 3** - Teores de fósforo, em mg/dm^3 , nos períodos de seca e de chuva na comunidade 3. 34
- Gráfico 4** - Teores de fósforo, em mg/dm^3 , nos períodos de seca e de chuva na comunidade 4. 35
- Gráfico 5** - Teores de fósforo, em mg/dm^3 , nos períodos de seca e de chuva na comunidade 5. 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Localização e coordenadas das comunidades monitoradas.	28
Tabela 2	- Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 1	32
Tabela 3	- Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 2.	33
Tabela 4	- Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 3.	35
Tabela 5	- Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 4.	36
Tabela 6	- Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 5.	36

LISTA DE APÊNDICES

- Tabela A 1** - Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 1, nos períodos de seca e chuvoso. 51
- Tabela A 2** - Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 2, nos períodos de seca e chuvoso. 52
- Tabela A 3** - Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 3, nos períodos de seca e chuvoso. 53
- Tabela A 4** - Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 4, nos períodos de seca e chuvoso. 54
- Tabela A 5** - Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 5, nos períodos de seca e chuvoso. 55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APROFAM	Associação de Produtores e Agricultores da Feira Agroecológica de Mossoró
CNEPA	Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas do Ministério da Agricultura
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LASAP	Laboratório de Solo, Água e Planta
TFSA	Terra Fina Seca ao Ar

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	Alumínio
Agr	Agrônoma
Ca	Cálcio
dm ³	Decímetro cúbico
Dr	Doutor
Eng	Engenheira
Fe	Ferro
P	Fósforo
OH	Hidroxila
H	Hora
Mg	Magnésio
>	Maior que
Me	Mestre
mg	Miligrama
mm	Milímetros
%	Porcentagem
K	Potássio
Km ²	Quilômetro quadrado
Na	Sódio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Solos	16
2.2	Solos do semiárido	17
2.3	Degradação e salinização dos solos	18
2.4	Sais do solo	20
2.5	Fósforo no solo	21
2.6	Manejo agroecológico do solo	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Localização e caracterização da área do estudo	28
3.2	Análises	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5	CONCLUSÃO	40
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
7	APÊNDICE	51

1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural intrínseco aos aspectos sociais de desenvolvimento agrícola e industrial, conectado profundamente aos valores culturais e religiosos da civilização humana. Trata-se da base para o desenvolvimento agrário, atuando em diversos agroecossistemas, contribuindo para a segurança alimentar e para a subsistência na terra. Na região semiárida do nordeste brasileiro, as características edafoclimáticas que predominam pelo território podem, de maneira relativa, impactar negativamente no desenvolvimento humano, dificultando a vida e o convívio com os recursos naturais, exigindo maior consideração e congruência na administração destes recursos, especialmente, da água e do solo.

As regiões áridas e semiáridas do globo, comumente, apresentam características pobres e com atividades agrícolas subdesenvolvidas. Em relação à produção agrícola, a competição entre regiões úmidas e semiáridas é desproporcional e favorece as com maiores índices hídricos. A produção de alimento nas regiões áridas e semiáridas, em maioria, é afetada por conta dos longos períodos de estiagem, implicando no desequilíbrio econômico e no aumento dos problemas sociais já existentes. Deste modo, a produção fica restrita em regiões que se beneficiem de tecnologias de irrigação, minimizando os riscos e garantindo estabilidade na produção e na economia (MENDES, 1986).

A escassez hídrica no semiárido nordestino é um problema resultante da baixa precipitação pluviométrica, da inconstância das chuvas da região e da insuficiência de reservatórios que possam acumular de forma satisfatória água no subsolo, evidenciando a necessidade de respostas eficazes quanto ao uso e ao manejo dos recursos naturais. Nas comunidades rurais do município de Mossoró/RN existem solos formados essencialmente por calcário, arenito e sedimentos aluviais, promovendo a gênese de solos com inúmeras características físicas, químicas, mineralógicas e morfológicas. A assistência técnica e o monitoramento dessas regiões são mínimos, dificultando a consolidação do desenvolvimento e a produção sustentável por parte dos produtores.

O uso racional dos recursos naturais e o melhor aproveitamento das áreas são afetados, pois muitos produtores não tem acesso às informações necessárias para contribuir e avançar sustentavelmente com suas atividades agrícolas, como tecnologias e análises aprofundadas das características físicas e químicas do solo. Dentre os atributos do solo que podem ajudar a

maximizar a produção agrícola de forma sustentável estão sua textura e sua fertilidade, especialmente o Fósforo; tratando-se das tecnologias que podem ser aplicadas para garantir maior produção, tem-se o cultivo irrigado através de águas salinas, utilizado pelos agricultores das comunidades amostradas.

Por apresentar mobilidade no solo baixa (MARSCHNER, 2002; Costa *et al.*, 2009), o fósforo é, constantemente, o agente que limita o crescimento e desenvolvimento de plantas (HINSINGER, 2001).

A textura do solo influencia a disponibilidade de nutrientes no sistema edáfico, na medida em que aumenta o teor de argila do solo, elevando a capacidade de troca catiônica ou o poder-tampão para cátions e ânions, expressos pela diminuição dos valores de fósforo remanescentes (Wiethölter, 2007). É um dos principais indícios de qualidade e produtividade dos solos (WANG *et al.*, 2005), pois influencia no dinamismo da adesão e coesão entre as partículas de solo, influenciando na resistência do solo e ainda influencia de forma direta nos processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes e trocas de íons (HE *et al.*, 2014).

Em algumas áreas com tecnologias de irrigação, encontra-se evidências de salinização dos solos e diminuição no rendimento das culturas agrícolas, em associação ao inadequado manejo do solo, da água e da planta. Em geral, os agricultores utilizam o mesmo manejo de água e desconsideram a sua procedência, além de desconsiderar o tipo de solo e de planta a ser cultivada.

Sendo assim, torna-se necessário a realização de estudos regionais que possam assegurar assistência aos agricultores da Associação de Produtores e Agricultores da Feira Agroecológica de Mossoró – APROFAM, através da identificação de atributos qualitativos e quantitativos dos sistemas edáficos dessas regiões, analisando os parâmetros de textura do solo e de fósforo presentes nas épocas de chuva e de seca, garantindo acesso dos dados obtidos aos produtores para que possam desenvolver sustentavelmente suas produções agrícolas utilizando de forma racional os recursos naturais presentes em suas regiões. Em virtude disso, o objetivo desse trabalho é avaliar a relação do fósforo dos solos de comunidades rurais, sob influência de manejo agroecológico e uso de águas salinas, do município de Mossoró/RN, com profundidades diferentes e em períodos do ano distintos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Solos

A influência de diferentes agentes proporciona a gênese do solo, através de fatores de formação, a saber: clima, relevo, material de origem, organismos e tempo, por meio de ligações destes fatores em um conjunto dinâmico (JENNY, 1941).

O solo em sua totalidade é resultado da atuação conjunta do clima, do relevo, do material de origem, dos organismos e do tempo, além de fatores adicionais intrínsecos (WILDING *et al.*, 1994).

Em razão da vasta extensão territorial brasileira, o país apresenta grande variedade no ambiente, ocasionando uma ampla diversidade de solos. A geologia do Brasil é formada por inúmeros tipos de rochas, ancestrais e modernas, constituindo uma pluralidade de materiais de origem. As oscilações das condições de clima e vegetação proporcionam domínios morfoclimáticos distintos, testemunhadas desde as pradarias e araucárias em áreas sulistas do país, até o amazônico, na região Norte com seu clima equatorial e da caatinga nordestina sob clima semiárido (Ab'SABER, 1970).

O relevo, fragmentado em planícies, tabuleiros, chapadas, patamares, depressões, planaltos e serras, é resultado da atuação recíproca das condições climáticas e litológica, definindo as regiões e unidades geomorfológicas, levando em consideração a sua importância no processo da drenagem e toda dinâmica hidrológica (IBGE, 2009).

Os estudos da disposição de solos no Brasil evoluíram gradualmente desde o final do século XIX, através dos primeiros trabalhos de solos realizados no país (JACOMINE e CAMARGO, 1995). No início, o agrupamento dos solos era feito com base no material de origem e em unidades geomorfológicas. Através dos trabalhos de levantamentos de solos iniciados na década de 1950 pela Comissão de Solos, do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas do Ministério da Agricultura (CNEPA-MA), originam-se os primeiros interesses para a classificação de solos no Brasil, baseada em conceitos pedológicos (KER *et al.*, 2017).

Atualmente, podem ser identificadas 13 classes de solos, distintas por critérios que possibilitam sua identificação no campo, tendo como fundamento atributos do solo que retratam a natureza do ambiente e indicadores da atuação de processos pedogenéticos dominantes complexos no desenvolvimento do solo (SANTOS *et al.*, 2018).

2.2 Solos do semiárido

A região semiárida abrange cerca de 900.000 km², formada quase completamente pelo embasamento cristalino, com solos pedregosos e profundidades limitadas (MATALLO JÚNIOR, 2000). São particularmente deficientes em matéria orgânica, no entanto bastante férteis, devido à baixa ou nenhuma dissolução (DUQUE, 1980; PEREIRA, 2001).

De acordo com Duarte (2002), boa parte dos solos do semiárido nordestino são Neossolos Litólicos e os Luvisolos, caracterizados pelas restrições de água, pedregosidade e pouca profundidade, apresentando limitações quanto à utilização na agricultura, sendo necessárias atenções singulares na hora de cultivá-los.

Para a formação dos solos no semiárido brasileiro o clima é um dos fatores mais importantes, pois atua diretamente na natureza dos organismos – outro fator de formação ativo – e no relevo. Segundo Nimer (1977) e Jacomine (1996) as precipitações pluviométricas da região semiárida são inconstantes e concentram-se em períodos de tempo curto, suas temperaturas são sempre altas, a umidade relativa média do ar é em torno de 50% e a incidência solar é de 2.800h/ano, com potencial de evapotranspiração maior do que as precipitações, favorecendo a deficiência hídrica.

Segundo Cunha *et al.* (2008), a topografia do semiárido nordestino tem muita variabilidade, com áreas que vão de planas à grandes ondulações. A maior área da região está introduzida na Depressão Sertaneja, formando uma superfície de pediplanação – depressão periférica do São Francisco – em que ocorrem cristas e pequenos montes residuais (JACOMINE, 1973).

Nas encostas onde a formação geológica está mais enriquecida com quartzo e quartzito, podem ser observadas as fases mais movimentadas do relevo, sem a presença de grandes *inselbergues* (BURGOS; CALVACANTE, 1990).

Os materiais originários dos solos do semiárido brasileiro são provenientes de uma geologia heterogênea. Jacomine (1996) fracionou a região em três conjuntos diferentes: cristalino, cristalino com recobrimento sedimentar e áreas sedimentares. No primeiro, há predominância de rochas dos tipos gnaisses, granitos, migmatitos e xisto; nos recobrimentos dos cristalinos, os constituintes são materiais arenosos, arenoargilosos, argiloarenosos e rochas clásticas, especialmente concreções ferruginosas e seixos de quartzo; e as áreas

sedimentares caracterizam-se pelas deposições fluviais nas planícies periféricas aos cursos d'água, deposição de calcários e sedimentos arenosos.

A macroflora representa a espécie de organismos mais analisadas no semiárido brasileiro. Ao revisar o trabalho de Ab'Saber, Monteiro (2010) introduz a região semiárida no “Domínio morfoclimático das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste”, tipificada por distintos tipos de caatingas – baixa decomposição, constantes afloramentos de rocha, bases pedregosas, drenagens inconstantes e inúmeras áreas com *inselbergs* característicos.

2.3 Degradação e salinização dos solos

De acordo com Palmieri e Larach (2010), o relevo desenvolve importante papel no desenvolvimento dos solos, influenciando nas suas condições térmicas e hídricas, afetando os microclimas e a cobertura verde, bem como as estruturações físicas e químicas dos solos, tornando-se importante conhecer os diferentes tipos de degradação que podem acometer o sistema edáfico.

A degradação dos solos é causada por inúmeros fatores, que podem atuar de forma direta ou indireta. Frequentemente, o desmatamento é o responsável pela grande maioria das terras degradadas, tendo sua origem antrópica, dificultando a recuperação da área a depender das formas de ocupação e objetivos finais (Fullen e Catt, 2004; Araujo et al., 2009).

Segundo Fullen e Catt (2004), a degradação dos solos abrange uma complexidade de processos, que envolvem a erosão (tanto a hídrica como a eólica), o aumento das situações ligadas aos desertos (conceituada de desertificação), os fluxos de massa, a depravação dos solos (por exemplo, acidificação) e a ocorrência de solos salinos.

Segundo Cooper (2008), como a degradação do solo afeta de forma direta a produção agrícola e o ecossistema, acarreta em problemas sociais e políticos (instabilidade), diminui a área de florestas, aumenta a exploração de terras periféricas e fragilizadas, acelera os níveis de poluição de fontes de água e emissão de gases que ocasionam efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global.

Analisando o grau de degradação dos solos ao redor do globo, presentemente pode ser denotada a seguinte classificação 8,0% degradados moderadamente; 10% em recuperação; 25% degradados; e 36% se apresentam estáveis ou degradados de forma leve. Nesse caso, a degradação do solo estaria associada com intensivas práticas agrícolas que aumentam a

degradação ambiental, englobando perda da biodiversidade e poluição de fontes de água superficiais e subterrâneas, em virtude do grande uso de fertilizantes e produtos químicos no campo (FAO, 2011).

Ainda de acordo com Fullen e Catt (2004), grande parte das dificuldades ligadas à salinização dos solos é pertinente à desertificação, comumente mais evidenciada em regiões semiáridas, com lençol freático em proximidade à superfície, ou dependentes de sistemas de irrigação. Araújo *et al.* (2009) evidenciam que o manejo inadequado da irrigação, a invasão de águas marinhas em áreas litorâneas ou atividades antropogênicas que aumentam a evaporação em solos com constituintes salinos, podem influenciar no acúmulo de sais na camada superior do solo.

A salinização dos solos ocorre mais frequentemente em regiões áridas e semiáridas, como é o caso do Nordeste do Brasil, pois o processo de lixiviação e a movimentação de sais solúveis são restritos em decorrência das baixas precipitações e das taxas de evaporação altas, podendo ainda ser acelerado pelo uso irracional de irrigações e deficiência de drenagem (GHEYI, 2000).

O processo de salinização ocorre ao longo do tempo, pois, segundo RHOADES *et al.* (1992), a quantidade de sais presentes em águas salinas é insuficiente para causar problemas imediatos às plantas, exceto via contato foliar. Todavia, o aumento de sais no solo tende a se intensificar com a irrigação e a salinidade pode ocorrer com o tempo, caso as técnicas de manejo adotadas não forem adequadas.

Com elevadas taxas de evaporação em regiões áridas e semiáridas, os lençóis freáticos rasos podem ser grandes fontes de sais, por meio da ascensão do lençol d'água através da ação da capilaridade, pelos poros, especialmente em solos com textura fina. Após a evaporação da água, restam na superfície os resíduos de sais. A água utilizada nos sistemas de irrigação também pode conter grandes concentrações de sais. O aumento de solos salinos pode ocasionar diversos impactos negativos, como infertilidade e cimentação do solo, dependendo dos tipos de sais (Gerrard, 1992; Ellis e Mellor, 1995).

Levando em consideração somente a salinização como agente de degradação, avalia-se que cerca de 7,0% de todo território global manifeste-se como salinizado, tanto por processos naturais, ligados ao próprio solo da região, como por atividades humanas (SZABOLCS, 1979; DUDAL & PURNELL, 1986; JAIN *et al.*, 1989; GUPTA & ABROL 1990; AHMED & QAMAR, 2004).

No território brasileiro, os solos salinos e sódicos ocorrem no estado do Rio Grande do Sul, no estado do Mato Grosso (região do Pantanal) e, predominantemente, na região semiárida nordestina (RIBEIRO *et al.*, 2003).

As soluções possíveis para o obstáculo da salinidade incluem correção do solo (quando se busca a recuperação), cultivo de espécies adaptadas (procurando conviver com a situação) e uso correto de práticas de manejo de solo e água – priorizando a prevenção contra a salinização (GHEYI, 2000).

2.4 Sais do solo

A salinização do solo é um obstáculo crescente em todo o mundo. Avalia-se que exista cerca de 1 a 5 bilhões de hectares de solos sofrendo impactos negativos da salinização, com áreas irrigadas do mundo todo sofrendo redução em sua produção em razão das grandes concentrações de sais no solo (RIBEIRO *et al.*, 2003; SOUSA, 2007). Os solos afetados por sais são encontrados especialmente em regiões de clima árido e semiárido por mais de 100 países ao redor do globo, excetuando a Antártida. No Brasil, a problemática é identificada em todo o território, sendo evidenciado principalmente na região Nordeste, conceituando aproximadamente 25% das áreas irrigadas salinizadas (GHEYI, 2000).

Presentemente, há grandes áreas com solos salinizados no semiárido nordestino devido à natureza física e química do sistema edáfico, à deficiência hídrica característica da região e às altas taxas de evaporação, com maior incidência nos polos de agricultura irrigada em virtude do cultivo intensivo (SILVA *et al.*, 2011).

Os solos que sofrem ações dos sais são desenvolvidos em condições de drenagem irregular e se configuram pela frequência de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou estratos com proximidade à superfície. Podem ser conhecidos como solos halomórficos ou solos salinos e sódicos. Quando a concentração de sais aumenta de tal maneira que possa prejudicar o desenvolvimento e rendimento econômico das espécies cultivadas, conceitua-se que o solo está salinizado (RIBEIRO, 2010; MAJOR & SALES, 2012).

A abundância de sais solúveis na solução do solo é consequência de uma associação de fatores relacionados ao clima (índice pluviométrico deficiente e alta taxa de evaporação), ao solo (capacidade de lixiviação insuficiente e horizontes ou camadas impermeáveis) e do

manejo do solo (irrigação com águas salinas, excesso hídrico na irrigação, uso em demasia de produtos agroquímicos, entre outros) (GHAFOOR *et al.*, 2004; QADIR & OSTER, 2004; RIBEIRO, 2010).

No processo de salinização, os minerais primários e ricos em cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , são transformados em minerais de argila do tipo 2:1, especialmente montmorilonita. Em regiões de clima semiárido, devido ao baixo índice pluviométrico e as inconstâncias nos períodos chuvosos, a transformação é lenta, mas libera parte destes cátions da estrutura cristalina dos minerais, garantindo a preservação de suas concentrações em níveis relativamente altos, tanto no complexo de troca quanto na solução do solo. Nos períodos de estiagem, esses cátions emergem a superfície dos agregados do solo, especialmente no estrato mais superficial, podendo formar crosta de sais cristalizados (HOLANDA *et al.*, 2001).

O progresso da salinização envolve o acúmulo de sais solúveis na solução do solo, resultando na concepção dos solos salinos, que resulta da concentração de sais solúveis de Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ nos horizontes do solo. Salienta-se que os principais sais encontrados são: cloretos e sulfatos de Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Os carbonatos e nitratos são identificados em quantidades reduzidas. Deste modo, os solos salinos não apresentam limitações, devido à permeabilidade e são floculados (RIBEIRO *et al.*, 2003; RIBEIRO, 2010).

Como resultado do processo de intemperismo, os sais podem ser transportados para camadas inferiores, através da lixiviação, e descansados nas águas subterráneas, ou transportados por longas distâncias através do escoamento superficial. Todavia, em regiões de clima árido e semiárido, em virtude do déficit hídrico e da instabilidade do período chuvoso, as condições para a lixiviação são desfavoráveis. Com a taxa de evaporação superior a de precipitação, a drenagem dos sais solúveis é prejudicada, contribuindo para o excesso desses sais no perfil e na camada edáfica superficial, o que resulta em solos afetados por sais (AYERS & WESTCOT, 1991; WANDERLEY, 2009).

2.5 Fósforo no solo

O movimento do fósforo no solo está relacionado a fatores de caráter ambiental, que controlam a atuação dos microrganismos, imobilizando ou liberando os íons ortofosfato, e às atribuições físico-químicas e mineralógicas do solo. Deste modo, a presença de fósforo em solos juvenis e intemperizados de forma moderada, como Neossolos, Chernossolos e

Vertissolos, ainda ocorre em minerais primários, mas grande parte deste elemento encontra-se na forma orgânica (Po), ou na forma mineral (Pi), fracamente adsorvida aos minerais secundários. Em solos com alto grau de intemperismo, como Latossolos, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com energia elevada e as formas orgânicas física e quimicamente em harmonia. Conforme o grau de estabilidade destes compostos, entre maior ou menor, podem ser conceituados como fosfatos lábeis e não lábeis. O segmento lábil é representado pelo complexo de compostos fosfatados com aptidões para compor rapidamente a solução do solo, quando ele é absorvido por microrganismos ou por vegetais. Assim, as frações mais lábeis possuem dependência do nível de intemperização do solo, da textura, da mineralogia, do teor de matéria orgânica, dos atributos físico-químicos, da ação biológica e da vegetação em predominância (WALKER & SYERS, 1976; CROSS & SCHLESINGER, 1995).

Assim, da ótica da fertilidade do solo, não obstante da natureza química, o fósforo é segmentado de acordo com a agilidade com que restitui a solução do solo. A divisão do fósforo em frações lábeis, moderadamente lábeis e não lábeis ajuda na assimilação do dinamismo da disponibilidade do fósforo, mesmo que essas subdivisões sejam imprecisas.

Para compreender o seu dinamismo, o fósforo do solo é agrupado em dois grandes conjuntos: fósforo inorgânico (Pi) e fósforo orgânico (Po), a depender da origem do composto a que está conectado. O grupo do Pi pode ser agrupado em duas partes: fósforo dos minerais primários e fósforo adsorvido. É composto por um complexo grupo de fosfatos inorgânicos, formando compostos distintos e com graus de estabilidade química diferentes (BARROW, 1983).

O fósforo orgânico pode representar de 5 a 80% do fósforo total do solo e, nos solos dos trópicos, é matriz de fósforo às plantas e deve ser considerado em estudos que envolvam a sua dinâmica e biodisponibilidade (RHEINHEIMER & ANGHINONI, 2003).

O fósforo orgânico é formado por resquícios vegetais presentes no solo, do tecido microbiano e da decomposição de seus produtos (RHEINHEIMER *et al.*, 2000a; CONTE *et al.*, 2002 e 2003; MARTINAZZO *et al.*, 2007). A alta diversidade de compostos orgânicos no solo torna difícil a identificação das formas de fósforo orgânico (RHEINHEIMER *et al.*, 1999 e 2002).

Uma grande área dos solos do território brasileiro são intemperizados e ostentam óxidos de ferro e alumínio e argilas do grupo caulinita como principais elementos da fração argila. Tais minerais são caracterizados pela influência de cargas de superfície distintas, segundo a reação da solução do solo (VOLKSWEISS e RAIJ, 1977).

Inúmeras técnicas de extração são utilizadas para avaliar a disponibilidade de fósforo às plantas, sendo um indicativo da complexidade do elemento no sistema edáfico e da incongruência em acordar qual método mais adequado (Silva & Raij, 1999). O déficit de P nos solos tropicais é potencializado devido ao pH ácido e à existência de óxidos cristalinos e amorfos de Fe e Al. Estes minerais apresentam sistemas superficiais Fe-OH e Al-OH, contribuindo para a adsorção do fosfato através de troca de ligantes com a consolidação de ligações covalentes. Ademais, a forma da sua estrutura em adição a sua específica superfície implica na adsorção de fosfato pelos solos (Mesquita Filho & Torrent, 1993).

Na visão prática, o fracionamento das formas de fósforo no solo é baseado nos extratores utilizados para avaliá-las. CHANG & JACKSON (1957) elaboraram uma metodologia de divisão das formas de fósforo no solo, estabelecendo bases para sua qualificação dependendo do extrator usado para analisá-las. A partir deste ponto, estudos capazes de identificar a predominância de frações particulares no solo e a relevância das preferencialmente absorvidas pelos vegetais tiveram maior ênfase (NOVAIS & SMYTH, 1999). Todavia, destaca-se que nem todas as divisões são passíveis de quantificar com desejada precisão, pois o limite entre elas não é claro. Decorre-se de sua distribuição em rica faixa de retenção, em grupos funcionais distintos, consequências do nível de intemperismo a que foi sujeito a matriz que originou o solo.

Diversos autores utilizam a técnica de fracionamento proposta por HEDLEY *et al.* (1982) para estudos do acúmulo e dessorção das formas de fósforo, a depender de sua labilidade. Esta técnica caracteriza-se com a utilização, em sequência, de extratores com forças de extração distintas, para remoção de Pi e de Po das formas retidas mais frágeis até as mais estáveis.

Dentre as ferramentas existentes para a extração de fósforo, os laboratórios no território brasileiro utilizam corriqueiramente os extratores de Mehlich 1 e Resina Trocadora de Ânions (RTA).

Em cenários de solos com reação ácida a relativamente ácida os óxidos de ferro e alumínio manifestam-se essencialmente com cargas positivas, tornando possível a retenção de vários tipos de ânions em sua superfície, com predominância de íons de fosfato. Tanto nos óxidos quanto na caulinita ocorre, também, a adsorção intrínseca de fosfato nos sítios ácidos de Lewis (KAMPRATH, 1977; VOLKSWEISS e RAIJ, 1977; HEDLEY *et al.*, 1990; NOVAIS *et al.*, 1991).

Os solos dos estados do Nordeste brasileiro são, em boa parte, caracterizados pelos níveis de acidez menores do que nas outras regiões do território nacional, e é comum o

desenvolvimento de compostos pouco solúveis de fosfatos de cálcio. Deste modo, há controvérsias quanto à utilização do Mehlich-1 nessas regiões, pois o extrator desgasta-se bastante devido a baixa acidez desses solos, entretanto, a solubilização de fosfatos de cálcio pode sobrestimar o fósforo disponível (Freire, 2001), desde que plantas capazes de acidificar o solo da rizosfera estejam presentes, como leguminosas (Novais & Smyth, 1999).

A caracterização quantitativa de nutrientes presentes no solo em forma disponível às culturas é um dos objetivos principais nos estudos de análise da fertilidade do solo. Entretanto, devido à complexidade dos processos compreendidos no dinamismo dos nutrientes no sistema solo-solução-planta, esse objetivo pode não ser alcançado facilmente (Cantarutti *et al.*, 2007).

Incontáveis atributos do solo podem agir sobre a adsorção de fósforo, tendo como principais representantes: o tipo e teor de argila, de coloides amorfos e de material orgânico (NOVAIS e SMYTH, 1999). Deste modo, valores apresentados em análises do solo podem ou não reproduzir genuinamente a disponibilidade de um nutriente (Silva *et al.*, 2004).

Inúmeros trabalhos têm associado a capacidade de adsorção de fósforo dos solos com o teor de argila e superfície específica (LEAL e VELLOSO, 1973; JUO e FOX, 1977), todavia, de acordo com BAHIA FILHO (1982) e KER (1995), há pouco enfoque aos princípios das propriedades da fração argila e dos constituintes mineralógicos na capacidade de adsorção de fósforo.

2.6 Manejo agroecológico do solo

De acordo com Gliessman (2001), agroecologia pode ser conceituada como a ciência que analisa e tornam aplicáveis as noções de ecologia no manejo dos sistemas agroecológicos. Compreende-se que não trata apenas o sistema agrícola, mas, em conjunto, as suas conexões entre aspectos ambientais e sociais, que dependem do agroecossistema, assim como as relações que o sistema agroecológico depende, como ambiente – clima, solo, água, plantas – e seres humanos – comunidades, produtores, mercados, consumidores.

A progressão agrícola abrange, irremediavelmente, certo nível de mudança física e sinteticidade das paisagens e ecossistemas. Deste modo, é primordial entender mecanismos que possibilitem o desenvolvimento ecologicamente sustentável, ou seja, conceitos

contemporâneos de tecnologias que possam contribuir para compreender as propriedades edáficas do solo sob sistemas de produção orgânica (Cardozo *et al.*, 2008; Loss, 2008).

Inúmeras estratégias de manejo são adotadas pela agricultura orgânica, tendo algumas que podem contribuir positivamente para modificar as propriedades do solo, especialmente em sistemas agroecológicos de culturas perenes. Exemplos desses procedimentos são: controle da erosão, integração da adubação orgânica e verde, conservação da cobertura do solo, terraceamento e cultivo mínimo. A adoção de tais práticas objetiva preparar e cultivar o solo minimizando a destruição de agregados e diminuindo o revolvimento das suas camadas, opostamente ao presenciado em produções convencionais (Theodoro *et al.*, 2003). O uso de mecanismos tecnológicos considerados modernos na agricultura, como cultivos em monoculturas e a utilização de insumos químicos, proporcionou a diminuição de agroecossistemas e os tornou sintéticos (Gracia *et al.*, 2011). Quando apenas a produção é considerada, os conjuntos sociais e os ambientais dos sistemas agroecológicos podem ser afetados negativamente (Seufert *et al.*, 2012), sendo que os recursos produzidos são apenas uma fração dos serviços dos sistemas de produção agroecológica (FAO, 2007).

Práticas ancestrais têm sido abandonadas e informações tecnológicas dos agricultores foram consideradas obsoletas, por conta do incentivo aos novos pacotes tecnológicos para a produção. Assim sendo, os fundamentos dos agricultores adquiridos e repassados através dos anos sofrem desvalorização e são desconsiderados (Drew & Henne, 2006).

Esses conhecimentos culturais foram frutos de observações diárias, da experimentação e descobertas feitas pelo tempo, aprimoradas e repassadas pelos agricultores de todo o globo (Alves & Peroni, 2010), dando embasamento para a agricultura durante séculos de atividades, podendo ser consideradas, assim, hábeis e sustentáveis. Desse modo, sistemas agroecológicos com manejos eficientes não são, rigorosamente, produtos da ciência convencional (Brookfield & Padoch, 1994), mas também podem ser resultantes do conhecimento popular (Alves & Peroni, 2010).

A agroecologia pondera a sabedoria tradicional e as perspectivas diárias dos agricultores como elementares para o manejo efetivo dos sistemas agroecológicos. Desse modo, visões distintas acerca de um fenômeno ou objeto comum, como o manejo sustentável dos sistemas agroecológicos, ampliam a consciência coletiva do todo e colaboram para a maximização de particularidades e compreensões sobre a temática (Zurayk *et al.*, 2001).

A agroecologia viabiliza alicerces científicos para uma agricultura com maior taxa de sustentabilidade. Esse embasamento científico objetiva auxiliar os sistemas agroecológicos em busca de retorno econômico e, ao mesmo tempo, sanidade ambiental e equilíbrio social

(Altieri, 2004). A gênese do preceito para autorregulação dos sistemas agroecológicos, intrínsecos dos sistemas naturais, é a biodiversidade. Partindo de sua remissão, profundas relações entre o solo, plantas e os animais são estabelecidas (ALTIERI *et al.*, 1987). O incremento da sustentabilidade de um sistema agroecológico é dependente, assim, do aperfeiçoamento dos recursos, como o fluxo de nutrientes e sua disponibilidade, a proteção superficial do solo e sua conservação e o acréscimo na utilização de recursos genéticos de origem vegetal e animal (ALTIERI, 2002).

Todas as práticas que objetivam a maximização da diversidade do sistema favorecem para a obtenção da sustentabilidade. A sucessão, o consórcio e a rotação de culturas, a utilização de adubos verdes e os sistemas de caráter integrado são formas de desenvolver ampla diversidade e, assim, promover maiores taxas de sustentabilidade.

A constituição da matéria orgânica se dá através de resíduos de origem animal ou vegetal, como restos de cultura, folhas, cascas e galhos de plantas, raízes, esterco, palhadas e organismos habitantes do solo, como formigas, besouros, cupins, fungos, bactérias e outros microrganismos. Esses elementos podem estar em decomposição, como os resíduos vegetais incorporados ao solo ou em superfície, ou vivos, como os organismos que vivem no sistema edáfico. A composição desses elementos constituintes da matéria orgânica é representada essencialmente pelo carbono orgânico, mas contém inúmeros elementos importantes, como o Nitrogênio, por exemplo. A coloração escura nos solos é resultado da presença de matéria orgânica e garante que o mesmo se mantenha vivo, acolhendo organismos que proporcionem a manutenção de vida do solo (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2007).

A matéria orgânica é analisada como um componente muito importante para avaliar a qualidade do solo (DORAN, 1997), assim como de todos os sistemas da terra (BARTJES; SOMBROEK, 1997). Essa concordância é resultado, essencialmente, devido a dois pontos: a sensibilidade quanto às alterações promovidas no solo e os atributos do solo conectados às funções básicas profundamente ligadas a esses teores sensíveis e à virtude da matéria orgânica. As reações da matéria orgânica nos solos são inúmeras, como: reações mineralógicas do solo (por exemplo, conexões com partículas de argila) com moléculas orgânicas (adsorção); trocas iônicas (relacionadas à capacidade de troca de cátions - CTC); e redução da concentração de metais pesados na solução do solo e complexação de Al^{+3} (CANELLAS, 1999).

Essas reações promovem à matéria orgânica protagonismo diante dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Entre as características e propriedades físicas afetadas pela matéria orgânica, destaca-se a agregação, desempenhando papel fundamental na atuação de

outros atributos físicos que são favorecidos por seu desempenho, como a densidade do solo, a aeração, a porosidade e a capacidade de reter ou infiltrar água. Dos atributos químicos favorecidos pela ação da matéria orgânica no solo, destacam-se o aumento da capacidade de troca catiônica, a disponibilização de nutrientes e a complexação de partículas tóxicas e micronutrientes. A atuação da matéria orgânica como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos contribui efetivamente para o desenvolvimento dos atributos biológicos do solo (BAYER; MIELNICZUCK, 1999).

Os efeitos benéficos mais importantes da matéria orgânica sobre a fertilidade do solo são oriundos dos processos de decomposição e mineralização. A decomposição é caracterizada como a alteração da matéria orgânica em frações menores, executada pelos microrganismos decompositores que habitam o solo e utilizam esse material orgânico como fonte de alimento e energia para sobrevivência, necessitando de partículas menores para executar suas atividades. O resultado desse processo de decomposição microbiana é a mineralização. No decorrer do processo de decomposição, alguns elementos químicos são convertidos da forma orgânica para a forma mineral e podem ser absorvidos pelas raízes das plantas. A decomposição ocorre inicialmente nas moléculas menores, devido à facilidade de quebra, deixando como resíduo a parte mais difícil de decompor, proporcionando o seu acúmulo no solo. A decomposição do material orgânico adicionado ao solo é relativamente rápida, especialmente em regiões tropicais, com temperaturas altas e índices pluviométricos satisfatórios. A preparação intensiva do solo, através do revolvimento, também interfere na decomposição do material orgânico, acelerando o processo, pois expõe as superfícies do material aos agentes decompositores. Todavia, a facilidade com que se perde matéria orgânica é maior do que a de ganhar, por isso, é necessário garantir a manutenção desse material, adicionando conteúdo orgânico ao sistema edáfico com frequência, para que garanta produtividade durante todo o tempo (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2007).

A adubação verde é caracterizada pelo uso de espécies de plantas específicas em sistemas de rotação, consórcio ou sucessão de culturas com caráter econômico (CALEGARI *et al.*, 1993), e sua aplicabilidade já era feita por romanos, chineses e gregos, antes da Era Cristã (AMABILE; CARVALHO, 2006).

Os resíduos da adubação verde podem permanecer no solo em superfície ou incorporados ao mesmo, sendo a escolha da forma de manejo dependente dos propósitos que almejam-se alcançar com a utilização da prática (ALCÂNTARA *et al.*, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

As coletas das amostras foram realizadas no ano de 2021, em cinco comunidades dos produtores da Associação de Produtores e Agricultores da Feira Agroecológica de Mossoró/RN – APROFAM, que utilizam águas salinas na produção agrícola. O levantamento das principais áreas de produção foi feito com a própria associação, destacando as seguintes comunidades: Alagoinha (identificada como comunidades 1 e 4); Assentamento Jurema (identificada como comunidade 2); e Riacho Grande (identificada como comunidades 3 e 5).

Tabela 1 - Localização e coordenadas das comunidades monitoradas.

Comunidade	Latitude	Longitude
1	5°02'48.3" S	37°25'25.5" O
2	5°01'32" S	37°19'24" O
3	5°08'13.7" S	37°27'46.3" O
4	5°01'35" S	37°24'45" O
5	5°06'48.1" S	37°31'11.7" O

Fonte: Autor (2022).

As coletas de amostras de solo foram feitas em dois períodos do ano, no final do período seco, em janeiro e no final do período chuvoso, em junho, verificando as alterações nos solos.

Segundo a classificação climática proposta por Köppen, as características do clima de Mossoró correspondem ao grupo BSw^h, ou seja, clima seco e muito quente, com período chuvoso concentrando-se no verão e atrasando-se para o outono, com temperatura média em torno de 27,5° C, umidade relativa do ar de 68,9% e irregularidades na precipitação pluviométrica, com média anual de 670 mm (CARMO FILHO, *et al.*, 1991). O período chuvoso concentra-se entre os meses de fevereiro e maio, sendo os meses de março e abril com maiores índices pluviométricos e os demais meses caracterizam como secos.

As amostras de solos foram coletadas em perfil transversal na área de produção, além de coletar uma amostragem do solo de mata nativa, distante da influência do manejo, considerando esta como testemunha, sendo uma para cada comunidade, utilizando como ferramenta o trado do tipo holandês. Em cada ponto, foram coletadas amostras de solos nas

camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, considerando a influência da profundidade efetiva dos sistemas radiculares das plantas cultivadas, e associando a presença de solos rasos na região.

Caracterizado como agricultura orgânica, as práticas de manejo adotadas pelos agricultores são de caráter sustentável, utilizando os recursos disponíveis nas comunidades, como consórcio, rotação entre culturas, utilização de esterco bovino, esterco caprino e de aves, além de utilizarem farinha de ossos, cascas de ovos, borra de café, sobras de alimentos vegetais e práticas integrativas entre plantas frutíferas e criação animal.

Figura 1 - Área de coleta das amostras da comunidade 3, Mossoró/RN.



Fonte: Adaptado pelo autor de Oliveira (2021).

As amostras foram acondicionadas em potes plásticos, devidamente identificadas com o nome da comunidade, a profundidade e o período da coleta, e encaminhadas para o Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP), da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA).

3.2 Análises

As amostras foram conduzidas para LASAP da UFERSA, onde foram secas e destorroadas, obtendo a terra fina seca ao ar (TFSA), utilizando peneiras com abertura de dois milímetros de malha, retirando as frações $> 2,00$ mm.

No início do ano de 2022, buscando compreender a influência da textura do solo, as amostras coletadas foram analisadas de acordo com os procedimentos de Donagema *et al.* (2011) para os atributos físicos, como podem ser observados nas figuras 2 e 3. Deste modo, as amostras foram examinadas em laboratório para determinação da granulometria, objetivando a obtenção dos valores de areia, silte e argila, além de tornar possível a classificação da classe textural.

Figura 2 – Preparo para análise física do solo no LASAP - UFERSA.



Fonte: Autor (2022).

Figura 3 – Análise física do solo no LASAP - UFERSA.



Fonte: Autor (2022).

Para as análises de caráter químico, objetivando identificar os teores de fósforo nas amostras coletadas, utilizou-se o procedimento padrão, de acordo com o adotado pela EMBRAPA (1979).

Figura 4 – Espectrofotômetro digital utilizado para identificar os teores de fósforo do solo, presente no LASAP - UFERSA.



Fonte: Autor (2022).

Figura 5 – Preparo das amostras para identificação dos teores de fósforo do solo no LASAP - UFERSA.



Fonte: Autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos foi possível verificar para cada comunidade avaliada distintos teores de fósforo nas amostras de solos, quando comparadas às testemunhas de cada camada e ao período do ano em que foram realizadas as coletas.

Para a comunidade 1, observou-se que a amostra coletada sem influência do manejo no período anterior às chuvas apresentou maior nível de fósforo quando comparada às demais, tanto no período seco quanto após as chuvas, com teor de 13,27 mg/dm³ (Gráfico 1).

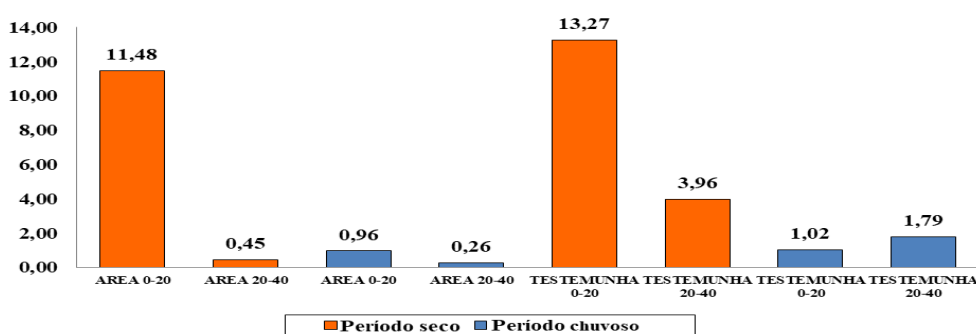


Gráfico 1 – Teores de fósforo, em mg/dm³, nos períodos de seca e de chuva na comunidade 1.

Fonte: Autor (2022)

O solo dessa comunidade tem características arenosas, com frações de argila, em maioria, inferiores aos teores de areia (Tabela 2).

Tabela 2 – Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 1.

Amostra	Areia	Silte kg/kg	Argila	Classe textural ¹
Área 0-20	0,67	0,06	0,25	Franco Argilo Arenosa
Área 20-40	0,61	0,05	0,33	Franco Argilo Arenosa
Testemunha 0-20	0,61	0,06	0,32	Franco Argilo Arenosa
Testemunha 20-40	0,46	0,03	0,49	Argila Arenosa

¹ Classificação textural de solos (Lemos & Santos, 1996)

Fonte: Autor (2022)

No período seco, a amostra coletada na camada superficial do solo (0 – 20 cm) apresentou o segundo maior nível, com teor de fósforo de 11,48 mg/dm³, sendo menor apenas quando comparada à sua testemunha. A amostra coletada da camada mais inferior (20 – 40

cm), sem influência do manejo, apresentou teor de fósforo de 3,96 mg/dm³, sendo maior do que a amostra coletada com as mesmas condições, no entanto, na área manejada, com teor de fósforo de 0,45 mg/dm³

Para o período chuvoso, a amostra coletada na camada superficial (0 – 20 cm) sem influência do manejo adotado, apresentou teor de fósforo de 1,02 mg/dm³, sendo pouco maior do que os valores encontrados na amostra sob influência do manejo, com teor de fósforo de 0,96 mg/dm³.

Para as camadas inferiores (20 – 40 cm), a amostra coletada sem influência do manejo apresentou teor de fósforo superior, de 1,79 mg/dm³, quando comparada à amostra sob influência do manejo, com teor de fósforo de 0,26 mg/dm³.

Para a comunidade 2, observou-se que a amostra coletada na camada subsuperficial (20 – 40 cm), no período após as chuvas, foi superior quando comparada às demais, apresentando teor de fósforo de 127,30 mg/dm³ (Gráfico 2).

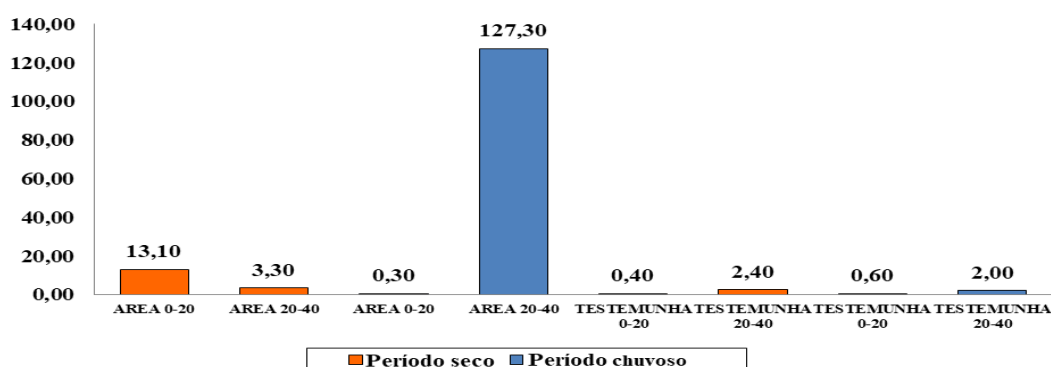


Gráfico 2 – Teores de fósforo, em mg/dm³, nos períodos de seca e de chuva na comunidade 2.

Fonte: Autor (2022)

O solo dessa comunidade é predominantemente arenoso, com teores de argila inferiores ao de areia em todas as amostras coletadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 2.

Amostra	Areia	Silte kg/kg	Argila	Classe textural ¹
Área 0-20	0,86	0,05	0,08	Areia Franca
Área 20-40	0,8	0,04	0,14	Franco Arenosa
Testemunha 0-20	0,8	0,12	0,07	Areia Franca

Testemunha 20-40	0,91	0,04	0,04	Areia
------------------	------	------	------	-------

¹ Classificação textural de solos (Lemos & Santos, 1996)

Fonte: Autor (2022)

Para o período seco, a amostra coletada sem influência do manejo e na camada superficial do solo (0 – 20 cm) apresentou teor de fósforo de 0,40 mg/dm³, sendo inferior à amostra coletada superficialmente na área sob influência do manejo, com teor de fósforo de 13,10 mg/dm³. A amostra coletada na camada inferior do solo (20 – 40 cm), com influência do manejo adotado pelo produtor, apresentou teor de fósforo de 3,30 mg/dm³, sendo superior ao teor de fósforo verificado na amostra coletada sem influência, com teor de fósforo de 2,40 mg/dm³.

No período chuvoso, a amostra coletada na camada superficial e com influência do manejo apresentou teor de fósforo de 0,30 mg/dm³, inferior ao teor verificado na camada semelhante, mas sem influência de manejo, no valor de 0,60 mg/dm³.

O teor de fósforo verificado na amostra coletada na camada inferior do solo (20 – 40 cm), sem influência do manejo, foi de 2,00 mg/dm³, indubitavelmente inferior ao teor de fósforo verificado na amostra coletada na mesma camada, mas com interferência do manejo adotado, de 127,30 mg/dm³.

Para a comunidade 3, verificou-se que a amostra coletada na camada superficial do solo (0 – 20 cm), com interferência do manejo utilizado pelo produtor, apresentou superioridade quando comparada às demais, com teor de fósforo de 47,80 mg/dm³ (Gráfico 3).

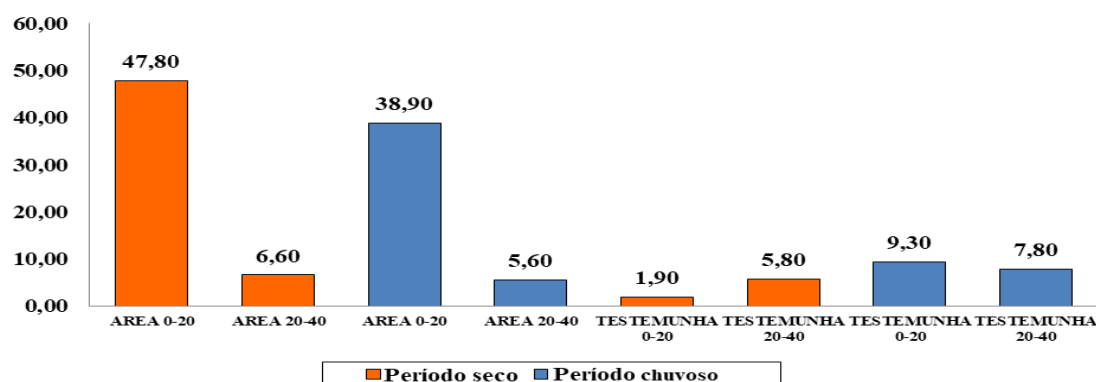


Gráfico 3 – Teores de fósforo, em mg/dm³, nos períodos de seca e de chuva na comunidade 3.

Fonte: Autor (2022)

O solo dessa comunidade apresenta características do tipo argilo arenoso, sendo que as frações de argila correspondem praticamente um terço nas amostras analisadas (Tabela 4).

Tabela 4 – Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 3.

Amostra	Areia	Silte kg/kg	Argila	Classe textural ¹
Área 0-20	0,59	0,10	0,29	Franco Argilo Arenosa
Área 20-40	0,47	0,13	0,39	Argila Arenosa
Testemunha 0-20	0,6	0,06	0,32	Franco Argilo Arenosa
Testemunha 20-40	0,55	0,07	0,37	Franco Argilo Arenosa

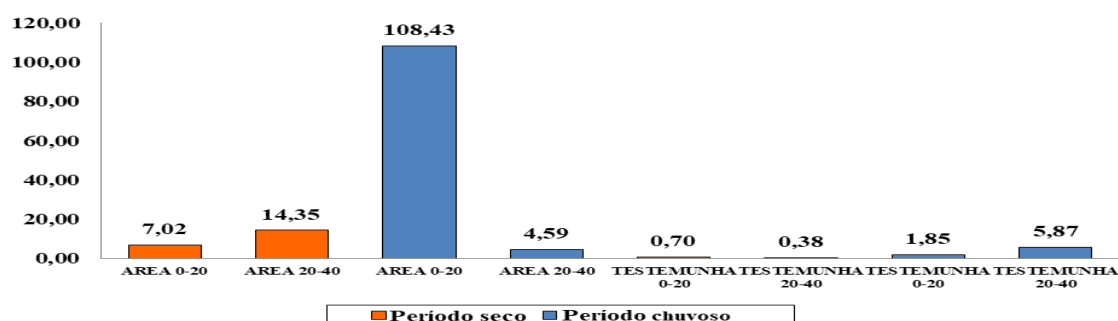
¹ Classificação textural de solos (Lemos & Santos, 1996)

Fonte: Autor (2022)

No período seco, a amostra coletada superficialmente (0 – 20 cm), sem interferência, apresentou teor de fósforo de 1,90 mg/dm³, inferior à sua amostra espelho, coletada sob influência, com teor de 47,80 mg/dm³. A amostra coletada na camada inferior do solo (20 – 40 cm), sem interferência, apresentou teor de fósforo de 5,80 mg/dm³, também inferior à amostra coletada nas mesmas condições, no entanto, em área com interferência do manejo, apresentando teor de fósforo de 6,60 mg/dm³.

No período de coleta após as chuvas, a amostra retirada da camada superficial do solo (0 – 20 cm) sem interferência do manejo apresentou teor de fósforo de 9,30 mg/dm³, inferior à amostra coletada nas mesmas condições em solo sob influência do manejo adotado pelo produtor, com teor de fósforo de 38,90 mg/dm³. Na camada inferior do solo (20 – 40 cm), a amostra retirada sem interferência apresentou teor de fósforo de 7,80 mg/dm³, superior ao teor verificado na amostra sob influência de manejo, com teor de fósforo de 5,60 mg/dm³.

Para a comunidade 4, observou-se que a amostra retirada na camada superficial do solo (0 – 20 cm), na área sob influência do manejo, apresentou teor de fósforo de 108,43 mg/dm³, no período após as chuvas, sendo superior às demais amostras analisadas (Gráfico 4).

**Gráfico 4** – Teores de fósforo, em mg/dm³, nos períodos de seca e de chuva na comunidade 4.

Fonte: Autor (2022)

O solo da comunidade apresenta caráter arenoso, com frações de argila inferiores quando comparadas às de areia (Tabela 5).

Tabela 5 – Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 4.

Amostra	Areia	Silte kg/kg	Argila	Classe textural ¹
Área 0-20	0,76	0,14	0,08	Areia Franca
Área 20-40	0,45	0,37	0,16	Franca
Testemunha 0-20	0,84	0,04	0,11	Areia Franca
Testemunha 20-40	0,8	0,07	0,12	Franco Arenosa

¹ Classificação textural de solos (Lemos & Santos, 1996)

Fonte: Autor (2022)

No período seco, a amostra retirada superficialmente do solo (0 – 20 cm), sem interferência do manejo, apresentou teor de fósforo de 0,70 mg/dm³, inferior ao teor de fósforo verificado na amostra coletada em superfície, mas na área sob influência do manejo, com valor de 7,02 mg/dm³. O teor de fósforo verificado na amostra coletada na camada inferior do solo (20 – 40 cm), sem interferência do manejo, foi de 0,38 mg/dm³, menor quando comparado ao teor de fósforo na amostra coletada em área sob influência, com valor de 14,35 mg/dm³.

Para o período após as chuvas, as amostras coletadas na camada superficial do solo (0 – 20 cm), sem interferência e com interferência do manejo utilizado pelo produtor, apresentaram teores de fósforo de 1,85 mg/dm³ e 108,43 mg/dm³, respectivamente.

As amostras coletadas na camada inferior do solo (20 – 40 cm), nas áreas com influência e sem influência do manejo, apresentaram teores de fósforo de 4,59 mg/dm³ e 5,87 mg/dm³, respectivamente.

Para a comunidade 5, observou-se que o solo tem predominância das frações de argila em comparação com as demais, sendo caracterizado como solo argiloso (Tabela 6).

Tabela 6 – Classe textural e teores de areia, silte e argila das amostras de solo da comunidade 5.

Amostra	Areia	Silte kg/kg	Argila	Classe textural ¹
Área 0-20	0,2	0,32	0,46	Argila
Área 20-40	0,16	0,33	0,49	Argila

Testemunha 0-20	0,15	0,48	0,35	Franco Argilo Siltosa
Testemunha 20-40	0,2	0,47	0,31	Franco Argilosa

¹ Classificação textural de solos (Lemos & Santos, 1996)

Fonte: Autor (2022)

A amostra coletada na camada superficial do solo (0 – 20 cm), no período anterior às chuvas, apresentou maior teor de fósforo quando comparada às demais, com o valor de 160,08 mg/dm³ (Gráfico 5).

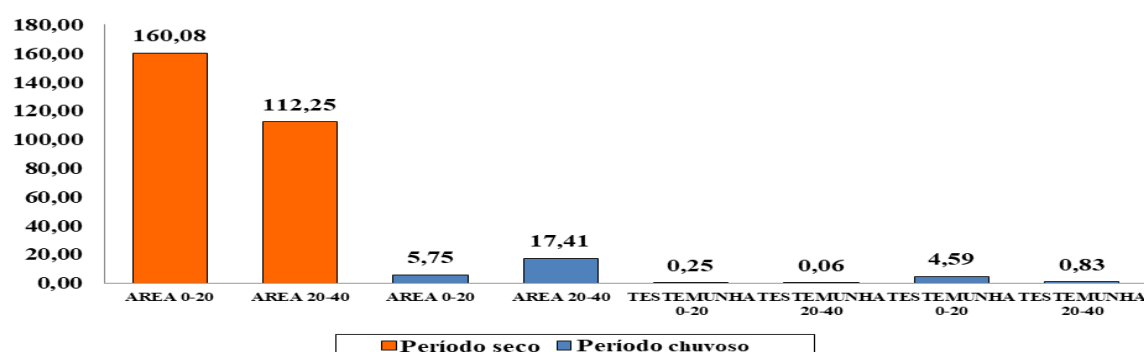


Gráfico 5 – Teores de fósforo, em mg/dm³, nos períodos de seca e de chuva na comunidade 5.

Fonte: Autor (2022)

As amostras coletadas em áreas sem interferência do manejo adotado pelo produtor, nos dois períodos analisados, e nas camadas superficiais e inferiores do solo, foram menores em todos os casos, quando comparadas com as amostras coletadas nas mesmas condições nas áreas sob influência.

No período seco, os teores de fósforo para as amostras coletadas em superfície (0 – 20 cm) e em subsuperfície do solo (20 – 40 cm), nas áreas sem interferência de manejo, foram de 0,25 mg/dm³ e 0,06 mg/dm³, respectivamente. Nas amostras coletadas nas áreas sob influência do manejo, para as camadas superficiais e inferiores do solo, os teores de fósforo foram de 160,08 mg/dm³ e 112,25 mg/dm³, respectivamente. No período após as chuvas, a amostra coletada em superfície (0 – 20 cm) e sem influência do manejo apresentou teor de fósforo de 4,59 mg/dm³, inferior à amostra coletada nas mesmas condições, mas com interferência do manejo, que apresentou teor de fósforo de 5,75 mg/dm³. Para as camadas inferiores do solo coletado (20 – 40 cm), as amostras apresentaram teores de fósforo de 0,83 mg/dm³ para a área sem influência do manejo, e 17,41 mg/dm³, para a sob influência.

De acordo com as análises realizadas, identificaram-se distintas classes de solos para as comunidades avaliadas, observando alterações relevantes de seus atributos e qualidades durante os períodos de seca e chuva, com maior evidência nos períodos secos, corroborando

com o trabalho desenvolvido por Oliveira (2016), que analisou as características dos solos de comunidades rurais sob influência de águas salinas, observando classificações diferentes para o mesmo solo com influência direta da água de rejeito do processo de dessalinização.

Levando em consideração somente a influência da textura dos solos, por conta da razão da diferença de superfície específica entre as frações texturais, estima-se obter a seguinte ordem de adsorção de fósforos: argila > silte > areia fina > areia grossa. Na comparação entre as comunidades, os valores de fósforos apresentaram distinções devido ao manejo adotado por cada produtor, além das características de cada solo amostrado, pois quanto maior o teor de argila no solo, maior a quantidade de fósforo retida na fase sólida, diminuindo sua disponibilidade na solução do solo.

De forma geral, os valores de fósforo apresentados nos solos mais argilosos foram superiores aos das outras amostras. Isso era esperado, de forma lógica, pois a adsorção de fosfatos do solo depende da textura e da mineralogia da fração argila, além da quantidade de matéria orgânica, tendo em vista a incorporação de material vegetal e esterco bovino, caprino e de aves adotado pelos agricultores como forma de manejo agroecológico. (Novais & Smyth, 1999).

A adsorção de fosfatos no solo é menor na presença de grandes concentrações de matéria orgânica, pois ácidos orgânicos com peso molecular baixo, como oxalato, malato e citrato, podem atuar nos sítios de adsorção do fosfato, bloqueando-os (Lopez-Hernandez *et al.*, 1986; Violante *et al.*, 1991; Silva *et al.*, 1997; Bhatti *et al.*, 1998). Através da remoção do material orgânico, as cargas positivas que adsorvem o fósforo ficam expostas, contribuindo para sua concentração no solo.

No que se refere à mineralogia da fração argila, a caulinita apresenta menor adsorção de fosfatos do que os óxidos de ferro e alumínio (Novais & Smyth, 1999). Na literatura, não há concordância sobre qual dos óxidos apresentam capacidade de adsorção de fósforo maior. Gualberto *et al.* (1987) encontraram maior adsorção de fósforo em solos com predominância de hematita. Todavia, em outro estudo, Fontes & Weed (1996) identificaram que solos com predomínio de goethita apresentam maior adsorção de fósforo quando comparados a solos com outros óxidos cristalinos. Sendo assim, em solos mais argilosos e mais oxídicos, a sua superfície de adsorção de fósforo é maior (Novais & Smyth, 1999).

Seria de esperar que as amostras com maiores teores de areia e silte contivessem baixa adsorção de fósforo, tomando como consideração apenas a sua constituição de minerais primários, como quartzo, muscovita, feldspato, biotita, piroxênios e anfibólios, como certificam Allen & Hajek (1989). Todavia, o manejo adotado pelo produtor, através do uso de

práticas agroecológicas, o período de coleta e as características físico-químicas dos solos podem favorecer o surgimento de microagregados do tamanho de silte, resultantes da cimentação dos óxidos de ferro e alumínio mal cristalizados, aglutinando argilas, como verificado nas comunidades 2 e 4, onde solos arenosos apresentaram teores de fósforo maiores do que as demais amostras analisadas. Tal fenômeno intensifica-se em solos com características mais oxídicas (Van Wambeke, 1962; Benemma *et al.*, 1970; Moura Filho & Buol, 1976; Resende, 1985; Kunze & Dixon, 1986; Pede & Langohr, 1986; van Wambeke, 1993; Galvão & Schulze, 1996), podendo superestimar, em análises texturais, a proporção dessas frações em desfavor da argila (Mitchell *et al.*, 1964; Santana, 1973; Netto, 1996), promovendo uma relação maior desses microagregados com a retenção hídrica e adsorção de fósforo (Van Wambeke, 1993; Netto, 1996).

5 CONCLUSÃO

A dinâmica de adsorção de fósforo dos solos das comunidades que utilizam águas salinas é influenciada de forma positiva pelo teor de argila, com solos de textura mais argilosa apresentando maior capacidade de adsorção.

O manejo adotado pelos produtores influencia na qualidade e nas características dos solos das comunidades, além do caráter das atividades e das práticas de cultivos utilizadas. As classes de solo apresentaram mudanças relevantes nas características físicas e químicas entre os solos cultivados e testemunhas, pois os níveis de fósforo das áreas produtoras foram maiores, evidenciando a influência do manejo e das práticas agrícolas adotados pelos produtores.

A deficiência de estudos relacionados à adsorção de fósforo em solos de comunidades rurais com sistema agroecológico do município de Mossoró fundamenta a necessidade de mais pesquisas, a fim de promover a identificação das relações existentes entre alguns atributos físicos, químicos e mineralógicos com a capacidade de adsorver fósforo, possibilitando apresentar para os produtores e produtoras alternativas e recomendações para melhorias dos manejos adotados pelas comunidades.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1970.
- AHMED, M.; QAMAR, I. A. 2004. *Rehabilitation and Productive use of Salt affected Lands through Afforestation*. Science Vision. v.9, n.1, p.178-191.
- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. **Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 277-288, fev. 2000.
- ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. **Manejo do solo**. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A.; RESENDE, F. V. (Ed.). Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 79-98. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- ALLEN, B.L. & HAJEK, B.F. *Mineral occurrence in soil environments*. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. Minerals in soil environments. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.200-209.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 110 p.
- ALTIERI, M. A.; ANDERSON, M. K.; MERRICK, L. C. *Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources*. Conservation Biology, Oxford, v. 1, n. 1, p. 49-58, May 1987.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**. Porto Alegre: Guaíba Agropecuária, 2002. 592 p.
- ALVES, A. G. C.; SOUTO, F. J. B. & PERONI, N. **Etnoecologia em perspectiva: natureza, cultura e conservação**. Recife: Nupeea, 2010. 275p.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. **Histórico da adubação verde**. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Ed.). Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.
- ARAÚJO, G.H.S., ALMEIDA, J.R. e GUERRA, A.J.T. (2009). **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 4ª edição.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. 1991. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande, PB: UFPB, 218p.

BAHIA FILHO, A.F.C. **Índices de disponibilidade de fósforo em latossolo de planalto central com diferentes características texturais e mineralógicas.** 1982. 179f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

BARROW, N.J. *A mechanistic model for describing the sorption and desorption of phosphate by soil.* Journal Soil Science, v34, p.733-750, 1983.

BARTJES, N. H.; SOMBROEK, W. G. *Possibilities for carbono sequestration tropical and subtropical soils.* Global Change Biology, Oxford, v. 3, n. 2, p. 161-173, Apr. 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUCK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica.** In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 9-23.

BENEMMA, J.; JONGERIUS, A. & LEMOS, R.B. *Micromorphology of some oxic and argillic horizons in south Brazil in relation to weathering sequences.* Geoderma, 4:333-355, 1970.

BHATTI, J.S.; COMEFORD, N.B. & JOHTSON, C.T. *Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a Spodic Horizon.* Soil Sci. Soc. Am. J., 62:1089-1095, 1998.

BROOKFIELD, H. & PADOCH, C. *Appreciating agrodiversity, a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices.* Environment, 36: 6-11, 1994.

BURGOS, N.; CAVALCANTI, A. C. **Levantamento detalhado dos solos da área de sequeiro do CPATSA, Petrolina - PE.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS; Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1990. 104 p.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Aspectos gerais da adubação verde.** In: COSTA, M. B. B. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 1-55.

CANELLAS, L. P. **Avaliação de características físico-químicas de ácidos húmicos.** 1999. 164 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

CANTARUTTI R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. **Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes.** In: Novais RF, Alvarez V VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB & Neves JCL (Eds.) Fertilidade do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-850.

CARDOZO, S.V.; PEREIRA, M.G.; RAVELLI, A.; LOSS, A. **Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro.** Semina: Ciências Agrárias, v.29, p.517-530, 2008.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J., MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1989 a dezembro de 1990)**, Mossoró: ESAM, FGD, 110p, Coleção Mossoroense, Série C, 630, 1991.

CHANG, S.C.; JACKSON, M.L. *Fractionation of soil phosphorus*. Soil Science, v.84, p.133-144, 1957

CONTE, E. *et al.* **Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida pela aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, n.4, p.925-930, 2002.

CONTE, E. *et al.* **Frações de fósforo acumulada em latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.5, p.893-900, 2003.

COOPER, M. 2008. **Degradação e Recuperação de Solos**. Piracicaba, 31p.

COSTA, J. P. V.; Bastos, A. L.; Reis, L. S.; Martins, G. O.; Santos, A. F. **Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade**. Revista Caatinga, v.22, n.3, p.229-235, 2009.

CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H. *A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems*. Geoderma, v.64, p.197-214, 1995.

CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, A. H. B. B. da & ARAÚJO FILHO, J. C. de. **A pesquisa em ciência do solo no Semiárido brasileiro**. In: ALBUQUERQUE, A. C. S. & SILVA, A. G. da., eds. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, cap. 5, p. 453-491.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p. 2011.

DORAN, J. W. *Soil quality and sustainability*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. Informação, globalização, uso do solo: anais. [Viçosa, MG]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

DREW, J. A. & HENNE, A. P. *Conservation biology and traditional ecological knowledge: integrating academic disciplines for better conservation practice*. Ecol. and Soc., 11: 34, 2006.

DUARTE, Suelíria Lima. **A sustentabilidade Agrícola dos solos no assentamento de Lagoa Vermelha, município de Upanema – RN**. Mossoró/RN: ESAM, 2002. 37 p. (Monografia de Graduação).

DUDAL, R.; PURNELL, M. F. 1986. *Land Resources: salt affected soils*. Reclamation and Revegetation Research, v.5, p.1-10.

DUQUE, J. G. **Solo e Água no Polígono das Secas**. 5. ed., Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1980. 273 p. (Coleção Mossoroense).

ELLIS, S. E MELLOR, A. (1995). **Soil and environment**. Londres, Editora Routledge.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 271p.

FAO, Food and Agriculture Organization. **The state of food and agriculture** - 2007: Paying farmers for environmental services. 222p. (FAO, Rome, 2007) Disponível em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200e/a1200e00.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

FONTES, M.P.F. & WEED, S.B. **Phosphate adsorption by clays from Brazilian Oxisols: Relationships with specific surface area and mineralogy**. Geoderma, 72:37-51, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2011. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture**. Roma: FAO. 50p.

FREIRE, F. J. **Sistema para cálculo do balanço nutricional e recomendação de corretivos e fertilizantes para cana-de-áçúcar**. Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 144p.

FULLEN, M.A. E CATT, J.A. (2004). **Soil management – problems and solutions**. Oxford, Oxford University Press.

GALVÃO, T.C.B. & SCHULZE, D.G. **Mineralogical properties of a collapsible lateritic soil from Minas Gerais, Brazil**. Soil Sci. Soc. Am. J., 6:1969-1978, 1996.

GERRARD, J. (1992). **Soil geomorphology – an integration of pedology and geomorphology**. Londres, Chapman and Hall.

GHAFOOR, A.; QADIR, M.; MURTAZA, G. 2004. **Salt Affected Soils: Principle of Management** (1st Ed.) Institute of Soil and Environmental Sciences, Uni. Agric. Faisalabad.

GHEYI, H. R. 2000. **Problemas de salinidade na agricultura irrigada**. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

GRACÍA, F.; PLAZAS, N.; CORTÉS, D. & RODRÍGUEZ, Y. **Procesos agroecológicos, en Ventaquemada-Boyacá**. Cul. Cient., 9: 68-75, 2011.

GUALBERTO, V.; RESENDE, M. & CURI, N. **Química e mineralogia de Latossolos com altos teores de ferro, da Amazônia e do Planalto Central**. R. Bras. Ci. Solo, 11:245-252, 1987.

GUPTA, R. K.; ABROL, I. P. 1990. ***Sal-affected soils: their reclamations an management for crop production***. Advances in Soil Science, v.11, p.223-288.

HE, Y.; *et al.* ***A modelling approach to evaluate the long-term effect of soil texture on spring wheat productivity under a rainfed condition***. Scientific reports, v. 4, p. 1-12, 2014.

HEDLEY, M.J. *et al.* ***Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations***. Soil Science Society of American Journal, v 46, p.970-976, 1982.

HEDLEY, M.J.; HUSSIN, A.; BOLAN, M.S. ***New approaches to phosphorus fertilization***. In: SYMPOSIUM OF PHOSPHORUS REQUIREMENTS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE IN ASIA AND OCEANIA, 1, 1990, Los Banos. Proceedings. Manila: IRRI, 1990. p.125-142.

HINSINGER, P. ***Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review***. Plant and Soil, v. 237, p. 173-195, 2001.

HOLANDA, F. S. R.; MARCIANO, C. R.; PEDROTTI, A.; AGUIAR, J. F. de; SANTOS, V. P. 2001. ***Recuperação de áreas com problemas de salinização***. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 210, p. 57-61.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ***Manual técnico de geomorfologia***. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2. ed., Rio de Janeiro, 2009. 182 p.

JACOMINE, P. K. T. ***Solos sob Caatinga: caracterização e uso agrícola***. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F. & FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: SBCS, 1996. p. 95-133.

JACOMINE, P.K.T. ***Levantamento exploratório: reconhecimento dos solos do estado do Ceara***. Boletim Técnico 2, 1973, 301p. (Série pedológica 16).

JAIN, P. K.; PALIWAL, K.; DIXON, R. K.; GJERSTAD, D. H. 1989. ***Improving productivity of multipurpose tree on substandard soil in India***. J. For., v.87, n.4, p.38-42.

JENNY, H. ***Factors of Soil Formation***. New York. McGraw-Hill Book Co., 1941. 160p.

JUO, A.S.R.; FOX, R.L. ***Phosphate sorption characteristics of some bech-mark soils of west Africa***. Soil Science, Baltimore, v.124, p.370-376, 1977.

KAMPRATH, E. J. ***Phosphorus fixation and availability in highly weathered soil***. In: FERRI, M. G. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4., 1977, Belo Horizonte. Anais... São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977. p.333-347.

KER, J. C. ***Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil***. Viçosa, 1995. 181p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

KER, J.C.; MOTTA, P.E.F.; OLIVEIRA, V.A. **Levantamentos pedológicos e a evolução do conhecimento dos solos no Brasil**. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R.F; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.), **Pedologia: Solos dos Biomas Brasileiros**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-46, 2017.

KUNZE, G.W. & DIXON, J.B. **Pretreatment for mineralogical analysis**. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. 2 ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.91-99. (Agronomy Series, 5)

LEAL, J.R.; VELLOSO, A.C.X. **Dessorção do fosfato adsorvido em latossolos sob vegetação de cerrado. II. Reversibilidade da isoterma de adsorção de fosfato em relação ao pH da solução em equilíbrio**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.8, p.89-92, 1973.

LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LOPEZ-HERNANDEZ, D.; SIEGERT, G. & RODRIGUEZ, J.V. **Competitive adsorption of phosphate with malate and oxalate by tropical soils**. Soil Sci. Soc. Am. J, 50:1460-1462, 1986.

LOSS, A. **Frações orgânicas e agregação do solo em diferentes sistemas de produção orgânico**. 2008. 73p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MAJOR, I.; SALES, J. C. 2012. **Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <<http://www.fdr.com.br/mudancasclimaticas/index.php>> acessado em 16 de outubro de 2022.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 2002. 889p.

MARTINAZZO, R. et al. **Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto afetado pela adição de fosfato solúvel**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, n.3, p.563-568, 2007.

MATALLO JÚNIOR, H. **A desertificação no Brasil**. In: Agricultura, sustentabilidade e o Semi-Árido. Fortaleza: UFC, 2000. p. 89-113.

MENDES, B. V. **Alternativas tecnológicas para a agropecuária do Semi-Árido**. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 1986, 171 p.

MESQUITA F. M. V.; TORRENT J. **Phosphate sorption as related to mineralogy of a hydrosequence of soils from the Cerrado region (Brazil)**. Geoderma, 1993. 58:107-123.

MITCHELL, B.O.; FARMER, V.C. & McHARDY, W.J. *Amorphous inorganic materials in soils*. Adv. Agron., 16:327-383, 1964.

MONTEIRO, C. A. de F. **Domínios e províncias nos quadros de natureza brasileira, na visão de Ab'Sáber**. In: MODENESIGAUTTIERI, M. C.; BARTORELLI, A.; MANTESSO-NETO, V.; CARNEIRO, C. D. R. & LISBOA, M. B. DE A., eds. A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber. 1.ed. São Paulo. Beca- Ball Edições Ltda., 2010. p. 329 -333.

MOURA FILHO, W. & BUOL, S.W. *Studies of Latosol Roxo (Eutruxox) in Brazil: Micromorphology effect on ion release*. Experientiae, 21:161-177, 1976.

NETTO, A.R. **Influência da mineralogia nas propriedades físico-químicas de solos brasileiros**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 144p. (Tese de Mestrado)

NIMER, E. **Clima**. In: **Geografia do Brasil. Região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 1977. Pp 47-84.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. **Aspectos físico-químicos envolvidos na fixação do fósforo no solo**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5., 1991. São Paulo. Anais... São Paulo: 1991. p. 133-177.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.

OLIVEIRA, A. M. **Impactos físico-químicos da disposição de rejeito de dessalinizadores das águas de poços em solos do oeste potiguar**. 2016. 113 f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes Gerais de Solos do Brasil: Guia Auxiliar para seu Reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 201p.

PALMIERI, F. E LARACH, J.O.I. (2010). **Pedologia e geomorfologia**. In: GUERRA. A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 8ª edição, p. 59-122.

PEDE, K. & LANGOHR, R. *Microscopic study of pseudoparticles in dispersed soil samples*. In: BULLOCK, P. & MURPHY, C.D., eds. Soil micromorphology: Technique and applications. Berkhamsted, AB Academic Publishers, 1986. p.265-271.

PEREIRA, I.M.; ANDRANDE, L. A. de.; COSTA, J. R. M & DIAS, J. M. **Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano**. Acta bot. bras., v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001.

QADIR, M.; OSTER, J. D. 2004. *Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aime at environmentally sustainable agriculture*. Sci Total Environ., v.323, n.1-3, p.1-19.

RESENDE, M. **Aplicação de conhecimentos pedológicos à conservação de solos**. Inf. Agropec., 128:3-18, 1985.

RHEINHEIMER, D.S. *et al.* **Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, n.3, p.589-597, 2000a.

RHEINHEIMER, D.S. *et al.* **Fósforo orgânico do solo.** In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.139-157.

RHEINHEIMER, D.S. *et al.* **Organic and inorganic phosphorus as characterized by phosphorus-31 nuclear magnetic resonance in subtropical soils under management systems.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.33, n.13&14, p.1853-1871, 2002.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. **Accumulation of soil organic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.

RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use saline waters for crop production.** Roma: FAO, 1992. 133 p. (Irrigation and Drainage Paper, 48).

RIBEIRO, M. R. 2010. **Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais.** In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTSal. p.11-19.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. **Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável.** In: CURTI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208.

SANTANA, D.P. **Estudo de solos do Triângulo Mineiro e de Viçosa: I. Mineralogia, II. Adsorção de fosfatos.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1973. 56p. (Tese de Mestrado)

SANTOS, H.G., JACOMINE, P.K.T., ANJOS, L.H.C., OLIVEIRA, V.A., LUMBRERAS, J.F., COELHO, M.R., ALMEIDA, J.A., CUNHA, T.J.F., OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. Ed., rev. E ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 356 p.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N. & FOLEY, J. A. **Comparing the yields of organic and conventional agriculture.** Nature, 485:229-233, 2012.

SILVA, E. M. B.; FREIRE, F. J.; SANTOS, M.V. F.; SILVA, T. J. A.; FREIRE, M. B. G. S. **Níveis críticos de fósforo para Brachiaria brizantha e suas relações com características físicas e químicas em solos de Pernambuco.** Revista Brasileira da Ciência do Solo, 2004. 28:281-288.

SILVA, F.C.; RAIJ, B.V. **Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, p.267-288, 1999.

- SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. 2011. **Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades.** Agropecuária Científica no Semiárido, v.7, n.4, p.26-31.
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANUX, P.; LIMA, J.M. & CARVALHO, A.M. **Rotação adubo verde-milho e adsorção de fósforo em um Latossolo Vermelho-Escuro.** Pesq. Agropec. Bras., 32:649-654, 1997.
- SOUSA, C. H. C. 2007. **Análise da tolerância a salinidade em plantas de sorgo, feijão de corda e algodão.** Fortaleza. 73f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SZABOLCS, I. 1979. **Review of research on salt affected soils.** Paris: UNESCO. 137p.
- THEODORO, V.C.A.; ALVARENGA, M.I.N.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S. **Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro.**
- VAN WAMBEKE, A.R. **Criteria for classifying soils by age.** J. Soil Sci., 1:124-132, 1962.
- VAN WAMBEKE, A.R. Latosols. In: van WAMBEKE, A.R., ed. **Soils of the tropics. Properties and appraisal.** New York, McGraw Hill, 1993. p.140-160.
- VIOLANTE, A.; COLOMBO, C. & BUODONNO, A. **Competitive adsorption of phosphate and oxalate by aluminium oxides.** Soil Sci. Soc. Am. J., 55:65-70, 1991.
- VOLKSWEISS, S.; RAIJ, B. van. **Retenção e disponibilidade de fósforo em solos.** In: FERRI, M. G., (Coord.) SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4., 1977, Belo Horizonte. Anais... São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977. p. 317-332.
- WALKER, T.W.; SYERS, J.K. **The fate of phosphorus during pedogenesis.** Geoderma, v.15, p.01-19, 1976.
- WANDERLEY, R. A. 2009. **Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes.** 52 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- WANG, Q.; OTSUBO, K. & ICHINOSE, T. **Digital map sets for evaluation of land productivity.** Disponível em: <<http://www.iscgm.org/html4/pdf/forum2000/DrQinxueWang.pdf>>. Acesso em: 10 de julho 2022.
- WIETHÖLTER S. **Bases teóricas e experimentais de fatores relacionados com a disponibilidade de potássio do solo às plantas usando o trigo como referência.** R Bras Ci Solo. 2007; 31:1011-21.

WILDING, L.P. *Factors of Soil Formation: Contributions to Pedology*. In: AMUNDSON, R.; HARDEN, J. & SINGER, M., eds. *Factors of Soil Formation: A Fiftieth Anniversary Retrospective*. Soil Sci. Soc. Am. Madison, 1994. p 15-32 (Special Publication, 33).

ZURAYK, R.; EL-AWAR, F.; HAMADEH, S.; TALHOUK, S.; SAYEGH, C.; CHEHAB, A. G. & SHAB, K. AL *Using indigenous knowledge in land use investigations: a participatory study in a semi-arid mountainous region of Lebanon*. Agric. Ecosyst. and Envir. 86: 247–262, 2001.

7 APÊNDICE

Tabela A 1 – Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 1, nos períodos de seca e chuvoso.

COMUNIDADE 1	PERÍODO SECO		FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (kg/kg)		
AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL	FÓSFORO mg/dm ³	AREIA	SILTE	ARGILA
ÁREA 0-20	FRANCO ARGILO ARENOSA	11,48	0,67	0,06	0,25
ÁREA 20-40	FRANCO ARGILO ARENOSA	0,45	0,61	0,05	0,33
TESTEMUNHA 0-20	FRANCO ARGILO ARENOSA	13,27	0,61	0,06	0,32
TESTEMUNHA 20-40	ARGILA ARENOSA	3,96	0,46	0,03	0,49
PERÍODO CHUVOSO					
AREA 0-20	FRANCA FRANCO ARGILO	0,96	0,36	0,48	0,14
AREA 20-40	ARENOSA FRANCO ARGILO	0,26	0,68	0,05	0,26
TESTEMUNHA 0-20	ARENOSA	1,02	0,67	0,05	0,27
TESTEMUNHA 20-40	ARGILA ARENOSA	1,79	0,53	0,05	0,40

Tabela A 2 – Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 2, nos períodos de seca e chuvoso.

COMUNIDADE 2	PERÍODO SECO		FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (kg/kg)		
AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL	FÓSFORO mg/dm³	AREIA	SILTE	ARGILA
ÁREA 0-20	AREIA FRANCA	13,10	0,86	0,05	0,08
ÁREA 20-40	FRANCO ARENOSA	3,30	0,80	0,04	0,14
TESTEMUNHA 0-20	AREIA FRANCA	0,40	0,80	0,12	0,07
TESTEMUNHA 20-40	AREIA	2,40	0,91	0,04	0,04
PERÍODO CHUVOSO					
AREA 0-20	AREIA	0,30	0,91	0,03	0,04
AREA 20-40	AREIA	127,30	0,89	0,03	0,06
TESTEMUNHA 0-20	FRANCO ARENOSA	0,60	0,74	0,19	0,06
TESTEMUNHA 20-40	AREIA FRANCA	2,00	0,78	0,10	0,10

Tabela A 3 – Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 3, nos períodos de seca e chuvoso.

COMUNIDADE 3	PERÍODO SECO		FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (kg/kg)		
AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL	FÓSFORO mg/dm³	AREIA	SILTE	ARGILA
	FRANCO ARGILO				
ÁREA 0-20	ARENOSA	47,80	0,59	0,10	0,29
ÁREA 20-40	ARGILA ARENOSA	6,60	0,47	0,13	0,39
	FRANCO ARGILO				
TESTEMUNHA 0-20	ARENOSA	1,90	0,60	0,06	0,32
	FRANCO ARGILO				
TESTEMUNHA 20-40	ARENOSA	5,80	0,55	0,07	0,37
PERÍODO CHUVOSO					
AREA 0-20	ARGILA ARENOSA	38,90	0,53	0,08	0,37
AREA 20-40	ARGILA ARENOSA	5,60	0,49	0,09	0,41
TESTEMUNHA 0-20	ARGILA ARENOSA	9,30	0,57	0,07	0,34
TESTEMUNHA 20-40	ARGILA ARENOSA	7,80	0,50	0,10	0,38

Tabela A 4 – Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 4, nos períodos de seca e chuvoso.

COMUNIDADE 4	PERÍODO SECO		FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (kg/kg)		
AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL	FÓSFORO mg/dm³	AREIA	SILTE	ARGILA
ÁREA 0-20	AREIA FRANCA	7,02	0,76	0,14	0,08
ÁREA 20-40	FRANCA	14,35	0,45	0,37	0,16
TESTEMUNHA 0-20	AREIA FRANCA	0,70	0,84	0,04	0,11
TESTEMUNHA 20-40	FRANCO ARENOSA	0,38	0,80	0,07	0,12
PERÍODO CHUVOSO					
ÁREA 0-20	AREIA FRANCA	108,43	0,82	0,06	0,10
ÁREA 20-40	ARGILA ARENOSA	4,59	0,58	0,04	0,37
	FRANCO ARGILO				
TESTEMUNHA 0-20	ARENOSA	1,85	0,71	0,06	0,21
TESTEMUNHA 20-40	FRANCO SILTOSA	5,87	0,31	0,51	0,16

Tabela A 5 – Teor de fósforo, classe textural e frações granulométricas da comunidade 5, nos períodos de seca e chuvoso.

COMUNIDADE 5	PERÍODO SECO		FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (kg/kg)		
AMOSTRA	CLASSE TEXTURAL	FÓSFORO mg/dm³	AREIA	SILTE	ARGILA
ÁREA 0-20	ARGILA	160,08	0,20	0,32	0,46
ÁREA 20-40	ARGILA	112,25	0,16	0,33	0,49
TESTEMUNHA 0-20	FRANCO ARGILO SILTOSA	0,25	0,15	0,48	0,35
TESTEMUNHA 20-40	FRANCO ARGILOSA	0,06	0,20	0,47	0,31
PERÍODO CHUVOSO					
AREA 0-20	ARGILA	5,75	0,25	0,27	0,46
AREA 20-40	ARGILA	17,41	0,12	0,34	0,53
TESTEMUNHA 0-20	FRANCO ARGILO SILTOSA	4,59	0,14	0,48	0,36
TESTEMUNHA 20-40	FRANCO ARGILO SILTOSA	0,83	0,19	0,45	0,35