



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

MELINA DA SILVA DE SOUZA

**AVALIAÇÃO QUÍMICA DE DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO DO SOLO EM UM
ASSENTAMENTO RURAL SOB CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS**

FORTALEZA

2019

MELINA DA SILVA DE SOUZA

AVALIAÇÃO QUÍMICA DE DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO DO SOLO EM UM
ASSENTAMENTO RURAL SOB CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheira
Agrônoma

Orientador: Prof. Dra. Isabel Cristina da Silva
Araújo

Coorientador: Prof. Dra. Maria Lúcia de Sousa
Moreira

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S239a Souza, Melina da Silva de.
Avaliação química de diferentes usos e ocupação do solo em um assentamento rural sob condições semiáridas / Melina da Silva de Souza. – 2019.
68 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Isabel Cristina da Silva Araújo.
Coorientação: Prof. Dr. Maria Lúcia de Sousa Moreira.
1. Agricultura Familiar. 2. Práticas conservacionistas. 3. Comportamento espectral do solo. I. Título.
CDD 630
-

MELINA DA SILVA DE SOUZA

AVALIAÇÃO QUÍMICA DE DIFERENTES USOS E OCUPAÇÃO DO SOLO EM UM
ASSENTAMENTO RURAL SOB CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

Monografia apresentada ao curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheira
Agrônoma

Aprovada em: 25/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof (a). Dra. Isabel Cristina da Silva Araújo (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof (a). Dra. Maria Lúcia de Sousa Moreira (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof (a). Eurileny Lucas de Almeida
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBAIANO)

Doutoranda Isabela Maria de Lima Cunha
Doutorado no Departamento de Ciências dos Solos (UFC)

A Deus.

A minha mãe Olímpia que é luz na minha vida
e me motiva a ser alguém melhor todos os dias

AGRADECIMENTOS

A Deus que permitiu vivenciar isso tudo com muita saúde.

A Professora Doutora Isabel Cristina da Silva Araújo pela excelente orientação, sempre com bastante paciência, carinho e atenção durante a elaboração do trabalho.

A Professora Doutora Maria Lúcia de Sousa Moreira pela boa coorientação e excelente tutoria ao decorrer desses 5 anos de graduação, obrigada pelos ensinamentos, broncas e elogios, tudo de maneira tão calma e pedagógica.

Especialmente a minha mãe por todo o apoio emocional e financeiro ao decorrer da graduação, a pessoa que sempre confiou em mim. Ao meu irmão que sempre se mostrou solidário quando precisei e ao meu pai.

Aos meus colegas de turma em especial Neto, Rômulo, Ruggeri, Lindemberg, Aline, Mayara e Ana, obrigada pela amizade, com vocês qualquer momento de dificuldade se tornou mais leve.

Ao Programa Residência Agrária e ao PET Agrárias Conexões de Saberes pelos ensinamentos ao longo dos cinco anos, que contribuíram tanto para a minha formação profissional e pessoal, lugar onde aprendi a olhar de outra maneira para as pessoas e ter mais empatia pelo próximo.

Aos companheiros de bolsa pelos momentos inesquecíveis Erica, Leonardo, Aristides, Luiza, Ana Vitória, Cíntia, Leolete, Lívia, Lúcio, Mara, Amanda, Ligia, Mariana, Renata, Cecília e Abel.

Ao movimento estudantil na forma de CA e FEAB, colaborando tanto na minha formação política e humanitária, espaços onde eu fiz diversas amizades que espero sempre reencontrar durante a vida.

Aos moradores do assentamento Vida Nova – Aragão que sempre me receberam tão bem durante toda a graduação, em especial ao Seu Francisco, Célia e Maciélia.

Aqueles que colaboraram durante a amostragem de solos: Neto, Aristides, Érica, Leonardo, Seu Francisco, Seu André, Alpha, Leo e Denis.

Aos meus amigos da gastronomia que sempre estiveram dispostos a ajudar quando eu precisei: Alpha, Leo, Denis e Mika.

Ao Yves Klavdian que sempre esteve comigo ao decorrer da graduação compartilhando os momentos tristes e alegres, que sempre me apoia a ser alguém melhor.

Aos meus amigos de infância Leonardo, Patrícia e Estela que estiveram sempre comigo no percurso.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do solo que ajudaram na realização das análises de solo: Antônio José, Fátima e em especial para a Deyse que teve bastante paciência para ensinar a dinâmica de um laboratório.

Aos participantes da banca examinadora Eurileny Lucas de Almeida e Isabela Maria de Lima Cunha pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Muito obrigada a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a conclusão do curso.

In memoriam ao Adriano, um grande amigo que sempre celebrou todas as minhas conquistas, essa é por você.

Ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE pelo investimento em meus estudos e em especial para o desenvolvimento dessa pesquisa (Trabalho de Conclusão de Curso) através da bolsa PET – Conexões de Saberes.

A Universidade Federal do Ceará por proporcionar todo o aprendizado ao decorrer da graduação.

“Madre terra nossa esperança
Onde a vida dá seus frutos
O teu filho vem cantar
Ser e ter o sonho por inteiro
Ser sem-terra, ser guerreiro
Com a missão de semear
À terra, terra”
– O teatro mágico

RESUMO

A região semiárida caracterizada pelo clima seco, baixas média pluviométrica e mais da metade dos dias com déficit hídrico, tem como principal modo de exploração econômico as atividades agropecuárias, devido a vulnerabilidade ambiental é necessária a adoção de práticas de conservação e monitoramento do solo. Sendo assim o presente trabalho objetiva caracterizar quimicamente e espectralmente os solos sob distintos manejos praticados pela agricultura familiar no assentamento Vida Nova – Aragão em Miraíma na região semiárida cearense. A metodologia utilizada foi através da coleta de solo em quatro áreas da comunidade: quintal produtivo, sequeiro com consórcio, reserva legal e área degradada, posteriormente realizada as análises químicas, espectrais e estatísticas. Os resultados foram divididos em: inter-relação e análise espacial dos elementos estudados, interpretação das análises químicas do solo, comparação dos atributos químicos nos diferentes usos e manejos adotados e o comportamento espectral dos solos analisados. Em conclusão o quintal produtivo demonstrou os maiores valores de nutrientes devido as práticas de manejos utilizadas na área (incorporação de matéria orgânica, irrigação, cobertura do solo e consórcio) e a área degradada apresentou os menores valores de nutrientes e fertilidade provavelmente devido ao manejo inadequado com a utilização de maquinário na área para aração do solo, exportação de nutrientes pelas culturas e não reposição de nutrientes ao solo sendo necessário a adoção de medidas conservacionistas para a recuperação dos atributos do solo. Na resposta espectral quando comparado as quatro áreas o quintal produtivo demonstrou menor reflectância devido ao maior aporte de matéria orgânica e a área degradada apresentou maior reflectância em praticamente quase todo o espectro por causa do menor teor de matéria orgânica.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Práticas conservacionistas. Comportamento espectral do solo.

ABSTRACT

The semi-arid region characterized by dry climate, low average rainfall and more than half of the days with water deficit, has as main mode of economic exploitation the agricultural activities, due to environmental vulnerability it is necessary to adopt soil conservation and monitoring practices. Thus the present work aims to characterize chemically and spectrally the soils under different management practices used by family farming in the Vida Nova - Aragão settlement in Miraíma, Ceará, Brazil. The methodology used was the collection of soil in four areas of the community: productive yard, rainfed with consortium, legal reserve and degraded area, then performed chemical, spectral and statistical analyzes. The results were divided into: interrelationship and spatial analysis of the studied elements, interpretation of soil chemical analysis, comparison of chemical attributes in the different uses and the spectral behavior of the analyzed soils. In conclusion, the productive yard showed the highest nutrient values due to the management practices used in the area (incorporation of organic matter, irrigation, soil cover and intercropping) and the degraded area presented the lowest values of nutrients and fertility probably due to inadequate management with the use of machinery in the area for plowing of soil, exportation of nutrients by crops and non-replacement of nutrients to the soil. Conservation measures were necessary to recover the attributes from soil. In the spectral response when compared to the four areas the productive yard showed lower reflectance due to the higher organic matter input and the degraded area showed higher reflectance in almost the entire spectrum because of the lower organic matter content.

Keywords: Family farming. Conservationist practices. Spectral behavior of the soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica Assentamento Vida Nova – Aragão em Miraíma/Ceará.....	33
Figura 2 – Pontos de coleta do solo.....	34
Figura 3 – Quintal produtivo no assentamento.....	35
Figura 4 – Área de cultivo extensivo de milho e feijão.....	36
Figura 5 – Reserva legal do assentamento.....	36
Figura 6 – Área de cultivo em consórcio de milho e feijão.....	37
Figura 7 – Coleta das amostras de solo no assentamento Vida Nova – Aragão em Miraíma/CE.....	38
Figura 8 – Processo de secagem ao ar das amostras coletadas para posterior análise química.....	38
Figura 9 – (a) Material utilizado para destorroamento da amostra; (b) Amostra peneirada em TFSA	39
Figura 10 – leitura do pH com potenciômetro.....	40
Figura 11 – (a) Solo decantado após uma noite em solução extratora Mehlich; (b) Solução sendo filtrada para posterior leitura.....	41
Figura 12 – Fotômetro de chama.....	42
Figura 13 – (a) Cadinhos na mufla para evaporação de compostos orgânicos; (b) Amostras no dessecador para pesagem posterior mufla.....	43
Figura 14 – Amostras após 12 horas de repouso para determinação da acidez potencial....	43
Figura 15 – Destilador para extração do nitrogênio.....	44
Figura 16 – Resultado da Análise de Componente Principal para as amostras de solo.....	48
Figura 17 – Dendograma dos usos do solo.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Valores de matéria orgânica encontrados nas áreas do assentamento.....	53
Gráfico 2 – Valores de fósforo encontrados nas áreas do assentamento.....	54
Gráfico 3 – Valores de Nitrogênio encontrados nas áreas do assentamento.....	55
Gráfico 4 – Resposta espectral dos diferentes usos do solo no assentamento Vida Nova Aragão.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de correlação entre os elementos do solo.....	46
Tabela 2 – Resultado das análises químicas de cada área.....	50
Tabela 3 – Interpretação dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Área degradada
Al ³⁺	Alumínio
APP	Áreas de Preservação Permanente
CAC	Cinturão das Águas do Ceará
CAR	Cadastro Ambiental Rural
Ca ²⁺	Cálcio
cm ³	centímetros cúbicos
CTC	Capacidade de Troca de cátions
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EVRA	Estágio de Vivência do Residência Agrária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
g	gramas
H	Hidrogênio
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
IA	Índice de Aridez
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
K ⁺	Potássio
KCl	Cloreto de Potássio
Mg ²⁺	Magnésio
mL	mililitros
MO	Matéria orgânica
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
Na%	Saturação por sódio
nm	nanômetro
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Fósforo
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
pH	potencial hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto

PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PRODHAM	Programa de Desenvolvimento Hidroambiental
QP	Quintal produtivo
REM	Radiação eletromagnética
RL	Reserva legal
SB	Soma de bases
SC	Sequeiro e Consórcio
SR	Sensoriamento remoto
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
T	Capacidade de Troca de Cátions total
TFSA	Terra Fina Seca ao Ar
V	Saturação por bases
°C	Graus Celsius
µm	micrômetro

LISTA DE SÍMBOLOS

- % Porcentagem
- Menos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Agricultura familiar e a convivência com o semiárido	21
2.2	Práticas conservacionistas e manejo e conservação dos solos do semiárido	26
2.3	O uso de geotecnologias no monitoramento do solo	28
2.4	Comportamento espectral dos solos	30
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	Área de Estudo	32
3.2	Caracterização das áreas	34
3.2.1	<i>Quintal produtivo</i>	34
3.2.2	<i>Sequeiro e consórcio</i>	35
3.2.3	<i>Reserva legal</i>	36
3.2.4	<i>Área degradada</i>	37
3.3	Coleta de solo	37
3.4	Análises químicas	39
3.4.1	<i>pH em água</i>	39
3.4.2	<i>Condutividade elétrica</i>	40
3.4.3	<i>Fósforo, Sódio e Potássio</i>	40
3.4.4	<i>Matéria orgânica</i>	42
3.4.5	<i>Acidez potencial</i>	43
3.4.6	<i>Nitrogênio</i>	44
3.4.7	<i>Alumínio extraível</i>	45
3.5	Análise estatística	45
3.6	Obtenção de dados espectrais	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	Inter-relação e análise espacial dos elementos avaliados	46
4.2	Interpretação das análises químicas	49
4.3	Comparação dos atributos químicos nos diferentes usos do solo	52
4.4	Comportamento espectral	56
5	CONCLUSÃO E PROPOSIÇÃO	58

REFERÊNCIAS	59
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

A região semiárida apresenta características importantes que devem ser consideradas no seu monitoramento, tais como a irregularidade pluviométrica, valores abaixo da média histórica e alta evapotranspiração potencial ocasionando o déficit hídrico na região. Os agricultores familiares inseridos no semiárido sofrem com o clima seco da região, pouca quantidade de recursos hídricos e solos com alta vulnerabilidade a erosão (ANDRADE; SOUZA; SILVA, 2013).

Dentro da região é comum a utilização de técnicas de manejo inadequadas, a realização de queimadas na limpeza do terreno para o plantio de milho e feijão e a exploração de lenha através do desmatamento da caatinga são exemplos de práticas habituais utilizadas pelos agricultores do semiárido. Conjuntamente com a alta densidade populacional da região todos esses fatores contribuem para o aumento de áreas degradadas e desertificadas na região.

Frente a situação do semiárido brasileiro, as práticas conservacionistas são medidas desenvolvidas para conservar o solo e diminuir a degradação frente as práticas agrícolas (ARF; BOLONHEZI, 2012). Elas são separadas em medidas edáficas, vegetativas e mecânicas. Existem inúmeras práticas para serem adotadas, mas pode-se citar: o reflorestamento por meio de mudas nativas, o enriquecimento do banco de sementes do solo, cobertura morta no solo, adubação e correção do solo, consórcio entre espécies e a implantação de matéria orgânica, que melhoram os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (SILVA, 2019).

Para contribuir no monitoramento das atividades desenvolvidas nos solos as geotecnologias são aliadas, destacando-se o sensoriamento remoto que consiste na obtenção de informações sem entrar em contato com o alvo, esse pode ser realizado através de equipamentos terrestres, orbitais e aéreos (FLORENZANO, 2007). Nos equipamentos a nível terrais temos os espectrorradiômetros que podem ser usados em campo ou no laboratório, são aparelhos utilizados para determinar o comportamento espectral do alvo. No caso da análise de solo as características que mais se destacam na resposta espectral é textura, matéria orgânica e composição mineralógica, sendo possível determinar a presença de óxidos e hidróxidos de ferro, hematita e goethita (GENÚ; DEMATTÊ; FIORIO, 2010).

Frente ao exposto anteriormente, fica o questionamento em relação aos solos da região semiárida, os diferentes manejos e práticas conservacionistas utilizadas interferem nos atributos químicos e espectrais dos solos da região. Diante do que foi visto esse trabalho objetivou caracterizar quimicamente e espectralmente os solos sob distintos manejos

praticados pela agricultura familiar no assentamento Vida Nova – Aragão localizado em Miraíma – Ceará.

Os objetivos específicos foram:

- a) Estudar a correlação positiva ou negativa entre os elementos analisados;
- b) Verificar a fertilidade do solo em diferentes profundidades;
- c) Comparar os diferentes usos do solo quanto aos atributos químicos;
- d) Descrever o comportamento espectral dos solos nos diferentes manejos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esse capítulo objetiva mostrar as características climáticas, edáficas, populacionais, econômicas e as políticas da região semiárida, onde o modo principal de agricultura é a familiar que apresenta peculiaridades devido à localidade e encontram diversas dificuldades para produzir, de maneira sustentáveis. As práticas conservacionistas conjuntamente com as geotecnologias são aliadas para minimizar os impactos da atividade no solo. Por isso está organizado em 4 partes: I) Agricultura familiar e a convivência com o semiárido, II) Práticas conservacionistas e manejo do solo nas regiões semiáridas, III) Uso de geotecnologias no monitoramento do solo e IV) Comportamento espectral do solo.

2.1 Agricultura familiar e a convivência com o semiárido

A região semiárida é formada por 1.262 municípios distribuídos nos estados do Ceará, Piauí, Maranhão, Rio Grande do Norte, Paraíba, Bahia, Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Minas Gerais, onde os lugares com maiores territórios são Bahia, Paraíba, Piauí e Ceará (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE, 2017).

Ainda segundo a SUDENE (2017), o município para ser considerado da região semiárida precisa se adequar a uma das seguintes características: Precipitação pluviométrica média anual menor ou igual 800 milímetros (mm); Índice de Aridez (IA) de Thornthwaite entre 0,5 e 0,21; Percentual diário de déficit hídrico maior ou igual a 60%.

Sendo assim, regiões semiáridas são caracterizadas por um clima seco e baixas pluviometrias durante praticamente todo o ano. Conforme Silva et al. (2010), o semiárido tem altas taxas de insolação e temperatura, baixa pluviometria e chuvas concentradas em poucos meses, normalmente entre três a quatro meses, com veranicos durante o período chuvoso.

A região semiárida nordestina normalmente apresenta déficit hídrico, no mínimo em 70% do ano, no qual a estação chuvosa é registrada durante os meses de fevereiro a maio e o período seco nos meses de agosto a outubro (MARENGO et al., 2011). Devido as condições climáticas, a região passa por anos de secas, que se originam da falta de precipitação durante um extenso período de tempo, ocasionando na maior demanda de água pela população do que está disponível nos recursos hídricos (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017).

A população residente em áreas semiáridas equivale a 11,85% da população brasileira total e 42,75% da população nordestina. A maior quantidade de habitantes estão nos estados da Bahia (29,83%), Ceará (20,91%) e Pernambuco (16,18%). O semiárido é quase

tudo composto por municípios pequenos (93,39%) que abrigam 65,23% da população total semiárida (MEDEIROS et al., 2012). De acordo com Marengo (2010, p. 149), “A região seca mais populosa do mundo”.

A economia da região é baseada em atividades agropecuárias extensivas, com o plantio consorciado de culturas como o feijão, mandioca e milho em sequeiro, ou seja, cultivados apenas durante o período chuvoso sendo prejudicados durante os anos de seca.

Por conta de fatores edafoclimáticos a região passa por problemas de escassez de água. Dentre os fatores temos elementos climáticos como a alta radiação solar, baixa pluviometria e umidade relativa do ar, resultando em elevadas taxas de evaporação dos recursos hídricos. Bem como elementos geológicos, rios efêmeros e a maior parte do território com solos cristalinos, que apresentam água subterrânea com baixa vazão e baixa qualidade de água, na maioria das vezes com altos teores de sais (ANDRADE, 2017).

Apesar das características meteorológicas e geológicas os solos da região semiárida são caracterizados por uma adequada fertilidade, sendo fator limitante os atributos físicos como solos rasos, cascalhentos e afloramento rochoso. Dentro do semiárido brasileiro temos cerca de 15 classes de solo (ARAUJO FILHO, 2013). Inúmeros estudos têm evidenciado como Souza et al (2017) altos teores de Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca de cátions (CTC) e Saturação por Bases (V) em propriedades rurais do semiárido. Brito et al. (2017) constataram a predominância de solos rasos no semiárido nordestino.

O bioma predominante na região é a Caatinga com cerca de 80% da extensão territorial (ARAUJO FILHO, 2013). As características específicas do bioma é a vegetação hiperxerófila, onde as folhas entram em senescência durante o período seco e a planta minimiza suas atividades. Quando retorna as chuvas a planta produz novamente as folhas e algumas espécies possuem a capacidade de armazenar água internamente para a estiagem (LOIOLA; ROQUE; OLIVEIRA, 2012), fenômeno caducifólio.

Como visto anteriormente, a principal causa da limitação do desenvolvimento local é devido a escassez de água, principalmente pela alta evaporação potencial e a distribuição irregular das chuvas causando um balanço hídrico negativo (BEZERRA, 2002). Outro fator limitante de desenvolvimento do semiárido, durante muito tempo, foi a indústria da seca, onde a seca era vista como uma catástrofe ambiental e tentavam combater-la através de medidas paliativas como a distribuição de água em carros pipas e a construção de poços e reservatórios hídricos em propriedades privadas, privilegiando os latifundiários e deixando a mercê os agricultores familiares, contribuindo assim para o aumento da miséria e êxodo rural por parte dos sertanejos (ALVES, 2013).

Com o passar dos anos, foram criadas organizações e movimentos que defendiam o desenvolvimento rural sustentável no semiárido através do uso de tecnologias adaptadas para o clima da região, com a visão de convivência com o semiárido (SILVA, 2003).

Logo, o governo começou a investir nas seguintes políticas públicas de convivência com o semiárido para a agricultura familiar: açudagem com a construção de reservatórios de médio e grande porte, perfuração de poços artesianos em fraturas cristalinas, cisternas rurais para consumo familiar e agrícola, barragens subterrâneas para interceptar as águas do escoamento subsuperficial, transposição de águas para localidades afastadas, dessalinizadores para o tratamento de águas salinas e reúso da água (ZANELLA, 2014).

Dentre as medidas para melhorar a disponibilidade de água no semiárido nordestino temos a transposição do Rio São Francisco que consiste na ligação da bacia hidrográfica do Rio São Francisco com outras bacias da região Nordeste. A obra foi dividida no eixo Leste que abrange o agreste de Pernambuco e Paraíba e o eixo Norte que abrange o sertão de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará (CASTRO, 2009).

Os planos governamentais, para convivência com o semiárido, objetiva melhorar a qualidade de vida das famílias e garantir a disponibilidade de água durante o ano todo para o consumo humano e desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Segundo o censo agropecuária (2017), no semiárido a agricultura familiar é o modo de cultivo predominante, representando 1.446.842 dos estabelecimentos agropecuários, cerca de 78,82% do total (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017).

O agricultor familiar é caracterizado segundo a lei (11.326/2006), devendo atender os seguintes requisitos:

[...] Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 módulos fiscais; Utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do estabelecimento ou empreendimento; Tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do estabelecimento ou empreendimento na forma definida pelo Poder Executivo; E dirija o estabelecimento ou empreendimento com a família (BRASIL, 2006).

À nível brasileiro a agricultura familiar representa 87,95% das propriedades agropecuárias no território brasileiro, 36,11% da produção agropecuária total, 78,75% da mão de obra rural, no qual 20,88% recebem Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) (GUANZIROLI; BUAINAIN; SABBATO, 2012).

Devido a fatores históricos do país, durante muito tempo, a agricultura familiar foi vista como uma forma atrasada de agricultura. Na maioria das vezes era cultivada pelos trabalhadores rurais dos grandes latifúndios apenas para a subsistência da família, com o passar dos anos e o incentivo governamental o modo de cultivo familiar foi se destacando e

modernizando, representando uma parcela considerável dos alimentos produzidos no Brasil (MATTEI, 2014).

Os agricultores familiares apresentam bastante diversidade no Brasil, com grande diferença em relação ao desenvolvimento tecnológico e gerações de renda. Dentro da classe estão inclusos desde aqueles que plantam para subsistência e vivem em extrema pobreza, como os que produzem de acordo com o modelo do agronegócio e possui uma boa renda. Essa diferença está ligada a heranças culturais, acesso a capital e recursos naturais da região (BUAINAIN, 2006). Contendo bastante diversidade em relação à escala de produção, que vai desde os que produzem unicamente para consumo familiar até os que se especializaram e fornecem regularmente produtos para o mercado (VIEIRA, 2008).

Os produtores familiares se enquadram numa categoria social com características peculiares, segundo Castro (2016), eles dialogam com a soberania alimentar, geração de fonte de renda, diminuição da pobreza, conserva o meio ambiente e aumenta o desenvolvimento rural sustentável.

Cada bioma do Brasil tem elementos diferentes no modo de cultivo familiar, a Caatinga é caracterizada pela baixa disponibilidade de terras sendo necessária a adoção de sistemas produtivos que maximizem o rendimento dos agricultores, que na maioria das vezes produzem para o consumo da própria família e vendem caso tenha excedente (MAMEDE, 2012).

A restrição do acesso à terra dos agricultores familiares é devido ao processo histórico de colonização e má distribuição das terras do país. No Brasil 85% das unidades familiares ocupam 30% da área enquanto que 11% de propriedades patronais ocupam 68% da área. O acesso a pequenas áreas para o cultivo familiar pode acarretar em degradação ambiental por conta da superexploração na unidade produtiva, para evitar este impacto negativo se faz necessário a conscientização dos agricultores familiares nas suas atividades e assim, estimular o equilíbrio com os ecossistemas naturais (ALTAFIN, 2007).

O produtor familiar contém uma grande pluralidade de tarefas no agroecossistema, apresentando atividades agropecuárias como a plantação de grãos, criação animal e cultivo de hortas (MALUF, 2004). Assim, tendo uma considerável diversidade de alimentos para a nutrição da família e uma maior abrangência de produtos no momento da comercialização.

Há diversas maneiras de comercialização de produtos na agricultura familiar dependendo das características de cada produtor. Segundo Souza Filho e Batalha (2005), as

metodologias de comercialização utilizadas pelos agricultores familiares são divididas em mercado *spot*, contrato formal, contrato informal e parceria.

De acordo com o mesmo autor, o mercado *spot* consiste na venda de alimentos somente quando há excedentes na produção. Os contratos formais e informais são utilizados por agricultores que possuem capacidade de fornecer alimentos com frequência para o mercado e a parceria é normalmente realizada por produtores que querem aumentar sua participação no mercado e por outros agricultores que desejam iniciar a produção.

Os agricultores encontram diversas dificuldades no momento dessa comercialização que podem ser sanadas segundo Orsolin (2006), através da organização dos produtores rurais em associações ou cooperativas com o objetivo de propiciar a venda dos produtos agrícolas. Economicamente falando a participação do agronegócio familiar no Produto Interno Bruto (PIB) do país oscila entre 9% e 10,1%, dependendo do ano em questão, onde os agricultores apresentam maior participação pecuária do que o agronegócio patronal, se destacando na avicultura, bovinocultura de leite e suinocultura (GUILHOTO et al., 2007).

No Censo Agropecuário de 2006, especificamente no Ceará, a agricultura familiar representou 89,56% dos estabelecimentos agropecuários o equivalente a 331.125 propriedades rurais no estado. Em comparação com o Censo Agropecuária de 2017 ocorreu a diminuição dos estabelecimentos familiares da região que atualmente totalizam 297.862 imóveis representando 75,53% do total de propriedades da região cearense (IBGE, 2006; IBGE 2017). A seca que atingiu o estado durante os últimos anos pode ser um dos fatores para a redução desse número.

Devido a fatores climáticos e sociais da região é necessário medidas governamentais para o incentivo da produção e comercialização de produtos advindos da agricultura familiar.

Dentre as medidas governamentais se destaca: o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), no qual o governo compra alimentos dos agricultores e entrega em escolas públicas para o lanche dos estudantes ou em comunidades carentes para pessoas em estado de insegurança alimentar (CAMARGO; BACCARIN; SILVA, 2013).

Para garantir a segurança alimentar por mais tempo e de forma sustentável é pertinente o manejo e conservação das áreas em produção, buscando atender também a capacidade de suporte da área. Esse manejo é oriundo da adoção de diversas práticas que conseqüentemente levam a sociedade para o desenvolvimento sustentável.

A Organização das Nações Unidas (ONU) no relatório Brundland (1987) definiu desenvolvimento sustentável como sendo aquele que atende as necessidades atuais sem prejudicar as gerações futuras (JORNAL DO BRASIL, 2019). De 1987 para cá o discurso sobre sustentabilidade adquiriu maior visibilidade, abrangendo-se assim, para diversas áreas principalmente da agricultura que se baseia na exploração dos recursos naturais. Sendo então desenvolvidos trabalhos para indicar a sustentabilidade do agroecossistema através das características físicas, químicas e biológicas do solo (CASALINHO et al., 2007; PIETROBELLI et al., 2019).

2.2 Práticas conservacionistas e manejo e conservação dos solos do semiárido

No semiárido nordestino a exploração dos recursos naturais é crescente devido à grande quantidade de habitantes na região, segundo Alburquerque et al. (2002, p. 137):

O desmatamento indiscriminado para a formação de novas lavouras, aliadas à retirada de madeira para benfeitorias, lenha e carvão, e às queimadas sucessivas com manejo inadequado do solo tem contribuído juntamente com as secas prolongadas, para comprometer o frágil equilíbrio do meio ambiente da região.

Com a superexploração da caatinga, através das queimadas e uso inadequado do solo a vegetação nativa não consegue regenerar sozinha, ocasionando na perda de nutrientes, sedimentos e na degradação de áreas que, com o passar dos anos, se tornam desertificadas, ou seja, inviável para as atividades agropecuárias (PEREZ-MARIN et al., 2013).

Devido a fatores edáficos, climáticos, culturais e sociais, 20% do semiárido nordestino é formado por áreas suscetíveis a desertificação, representando cerca de 181.000 quilômetros quadrados da região semiárida nordestina (ACCIOLY, 2010). Diante do manejo inadequado, as práticas conservacionistas são medidas tomadas com o objetivo de diminuir a degradação do solo, tendo como princípio a proteção dos recursos naturais (WADT, 2003).

Para Arf e Bolonhezi (2012), a conservação baseia-se em preservar, recuperar ou melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos dos horizontes e também evitar a compactação e erosão do solo. Sendo, dessa forma, possível a utilização do solo na agricultura de maneira sustentável. As estratégias de conservação são divididas em três grupos: edáficas, vegetativas e mecânicas.

As edáficas estão relacionadas com as características do solo, para preservar e/ou elevar sua fertilidade. Entre as possíveis medidas tomadas estão adubação e correção do solo (LEPSCH, 2016). Também são consideradas práticas edáficas a realização do planejamento das atividades agrícolas e os sistemas de cultivo mínimo ou plantio direto, que revolvem

menos o solo (FERRAREZI, 2009). A adubação mineral associada com a orgânica influencia na densidade e volume total de poros no solo (RIBEIRO et al., 2019). O esterco bovino mais o adubo organomineral aumenta os teores de carbono orgânico total no solo (ROSSET et al., 2019).

Nas práticas vegetativas a erosão é controlada com o uso da vegetação. Entre as ações tem-se florestamento e reflorestamento para a recuperação de áreas degradadas, proteção de corpos hídricos, pastagem com manejo adequado, plantas de cobertura nas entrelinhas da cultura principal, proteção do solo com cobertura morta para evitar o impacto da gota de chuva e cultivo em consórcio (ZONTA et al., 2012).

Mercante et al. (2012) testaram e comprovaram que a adubação verde é uma boa prática de manejo, melhorando a qualidade do solo, e que o milho em consórcio com outras espécies rende mais do que em monocultura. A bagana da carnaúba, como cobertura morta no solo, ajudou na produtividade de milho e feijão durante a época seca (ARAUJO; ARAUJO FILHO; MARANHÃO, 2017).

As práticas mecânicas diminuem o efeito das enxurradas reduzindo o carregamento de partículas de solo e favorecem a infiltração da água. Dentre as práticas mecânicas pode-se citar: cultivo em curvas de nível de acordo com as características topográficas do terreno, construção de terraços que são formados por canais e camalhões, criação de canais de escoamentos, cordões de pedras, construção de cercas e estradas na propriedade e o isolamento e recuperação de voçorocas (CERETTA; AITA, 2010). Eduardo et al. (2013) verificaram que o cultivo do milho apresentou menor perda de solo cultivado em nível em comparação com o morro abaixo.

O manejo do solo deve ser composto por diferentes práticas conservacionistas, Santos, Montenegro, Silva Junior e Silva (2007), associaram práticas mecânicas e vegetativas e verificaram a maior infiltração de água no solo e menor velocidade de enxurrada utilizando o plantio em nível com cobertura morta e plantio em nível com barramento de pedra, quando confrontado com o cultivo morro abaixo na cultura do feijoeiro.

Algumas das vantagens das práticas citadas são o aumento da fertilidade do solo e da produtividade, redução da erosão do solo, diminuição do assoreamento e contaminação dos meios hídricos, aumento da umidade do solo e proporciona a utilização dos recursos naturais sem a sua degradação (SILVA, 2016).

Para incentivar as práticas conservacionistas no Ceará o governo desenvolveu o Programa de Desenvolvimento Hidroambiental – PRODHAM com o objetivo de melhorar o manejo e conservação da água e do solo através de processos formativos para os agricultores

familiares e com a construção de barragens sucessivas e subterrâneas, terraços em nível, cordões de pedras, o reflorestamento e a recuperação de áreas degradadas e matas ciliares (LIMA; ARAUJO, 2012).

Tendo em vista a vulnerabilidade dos solos da região semiárida, a importância das práticas conservacionistas e o recente avanço tecnológico, cada vez mais se torna pertinente o monitoramento dessas áreas dentre elas tem-se adotado a utilização de geotecnologias para a identificação e avaliação de áreas.

2.3 O uso de geotecnologias no monitoramento do solo

Geoprocessamento ou geotecnologias são instrumentos tecnológicos utilizados para coletar, processar, analisar e resultar em informações específicas de determinada localização geográfica (ROSA, 2011). Os dados georreferenciados possuem a localização geográfica do alvo na terra, sendo possível por meio das coordenadas geográficas (ZAIDAN, 2017). O geoprocessamento objetiva oferecer métodos tecnológicos para a análise e comparação temporal e espacial dos elementos em questão (CÂMARA; ORTIZ, 1998). Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto (SR), sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2011). O sensoriamento remoto consiste na obtenção de informações sobre determinado objeto sem entrar em contato físico com o mesmo. Sensoriamento significa a captação de dados através de sensores inseridos em equipamentos no meio aéreo, terrestre ou orbital, remoto remete à distância, ou seja, sem contato físico entre o equipamento e o alvo em estudo (FLORENZANO, 2007).

O SR tem diversas aplicações nas atividades do meio agrário como o monitoramento da vegetação nos biomas brasileiros (OLIVEIRA et al., 2018), realização do Cadastro Ambiental Rural (CAR) das propriedades (SILVA, 2015), caracterização de uso e ocupação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) (CAMPOS et al., 2017), identificação e avaliação de áreas degradadas (AQUINO et al., 2018) e estimativa da perda de solo por ações antrópicas ou naturais (ARAUJO, 2017; PEREIRA, 2015).

Na agricultura familiar o sensoriamento remoto pode ser utilizado para a classificação de uso e ocupação do solo na propriedade, servindo como uma fonte de dados para o planejamento das atividades futuras como, por exemplo, a restauração de áreas desmatadas ou o aumento da produtividade sem causar degradação ambiental, trazendo sustentabilidade ao sistema de produção (PAZ; FRANÇA; LOCH, 2009).

Isto é possível devido à energia refletida pelos objetos e captada pelos sensores, tal interação é chamada radiação eletromagnética (REM), ocorrendo interação entre as propriedades físicas, químicas e biológicas, sendo possível a diferenciação entre eles nos dados e imagens (MORAES, 2002).

A divisão da energia eletromagnética em bandas de acordo com o comprimento ou frequência das ondas é denominada espectro eletromagnético, as faixas mais importantes para o sensoriamento são: as visíveis ao olho humano (0,4 a 0,7 micrômetros (μm)), o infravermelho próximo, médio e distante (0,7 a 15 μm) e ondas micro-ondas (>1 cm) (SAUSEN, 2008). Os sensores são responsáveis por captar a energia da reflectância dos objetos, modifica-la e armazena-la para serem transmitidas e transformadas em informações sobre os objetos em questão, dados que serão transferidos para programas imageadores ou não-imageadores, o primeiro oferece a informação como imagem e o segundo em forma de gráficos ou dígitos (MAIO et al., 2008).

Os sensores também são divididos de acordo com a fonte energética em passivos ou ativos, os passivos são os satélites que possuem como principal fonte de energia a luz solar e os ativos são os radares que produzem a própria energia (FIGUEIREDO, 2005). A resolução das imagens dos sensores depende de quatro características: resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal.

A resolução espacial é a capacidade pelo qual o sensor representa um objeto da superfície da terra, tendo ligação direta com a escala. A espectral diz respeito ao número de bandas, largura do comprimento da banda e posição da banda no espectro, quanto maior o número de bandas e menor a largura melhor será a qualidade da Figura (CROSTA, 1999). Ainda segundo Crosta (1999) a resolução radiométrica consiste na quantidade de pixels que o sensor representa em tons de cinza, quanto maior a quantidade melhor a resolução da Figura. Por fim, a resolução temporal consiste no período que leva para retornar a uma área e coletar novas informações (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O processamento e interpretação das imagens fazem parte do sensoriamento remoto. Os tipos de dados adquiridos no SR podem ser através de imagens bidimensionais quando se faz necessário ver todos os elementos juntos presentes na área mediante a imagem de satélites ou por meio da análise espectral de determinado objeto para a avaliação dos seus componentes (NOVO; PONZONI, 2001). Essa coleta de dado espectral se dar de forma orbital, em campo ou laboratório.

Os espectrorradiômetros são aparelhos utilizados para a coleta de informações sobre o comportamento espectral dos alvos, onde a energia emitida ou refletida é

transformada em pulsos elétricos e/ou gráficos (SISMANOGLU, HOFFMAN e BARBOSA, 2003). Os espectrorradiômetros Trabalham no comprimento de onda entre 10 nanômetros (nm) a 10000000 nm e as análises podem ser realizadas em laboratório ou no campo (FILIPPINI; FLORES; GARRASTAZU, 2008).

2.4 Comportamento espectral dos solos

Nas ciências agrárias a espectrometria é uma geotecnologia muito utilizada para a determinação das características do solo através da absorção e reflectância dos componentes presentes (GENÚ; DEMATTÊ; FIORIO, 2010). O sensoriamento remoto espectral pode ser utilizado para analisar os atributos físico-químicos do solo, como ferro, textura, matéria orgânica e mineralogia, sendo possível com os dados a classificação do solo até o terceiro nível categórico (DEMATTÊ et al., 2004).

Em comparação na análise de solos por espectrorradiômetro de laboratório e imagens de satélites os dois se mostraram eficiente, no entanto o método laboratorial apresentou maior quantidade de detalhes (DEMATTÊ; TOLEDO; SIMÕES, 2004). Uma alternativa mais ecológica para as análises químicas, pois além de ser rápida não utiliza reagentes e não gera resíduos (MORAIS et al., 2018).

A assinatura espectral varia de acordo com os componentes do solo. A matéria orgânica apresenta menor resposta espectral causado pela maior absorbância e menor reflectância devido a sua coloração escura e a capacidade de absorver a energia incidente no alvo (DALMOLIN et al., 2005).

O comprimento de onda relacionado com a matéria orgânica tem grande variabilidade entre os autores. Para Rodríguez (2000) se apresentando na faixa entre 400 nm e 2500 nm, sendo difícil dimensionar as frações de matéria orgânica por essa metodologia. De acordo com Safanelli, Boesing e Bottega (2015) o teor de matéria orgânica esteve correlacionado no comprimento de onda de 700 nm a 720 nm. No entanto para D'Arco et al. (2003) a matéria orgânica se apresentou durante todo o espectro. Demattê e Focht (1999) estudaram a relação entre áreas erodidas e a leitura espectral do teor de matéria orgânica tendo em vista que áreas degradadas possuem pouco aporte de matéria orgânica no solo.

Em relação a mineralogia, os solos arenosos mostraram maior reflectância devido a presença de quartzo na sua composição e o menor teor de matéria orgânica quando comparado com solos argilosos tendo como maior influência a área do infravermelho médio (SOUSA JUNIOR; DEMATTÊ; ROMEIRO, 2011). A remoção da matéria orgânica das

amostras de solos aumentou a reflectância no espectro analisado causando maior reflectância dos solos arenosos devido a remoção da matéria orgânica e exposição do quartzo (DEMATTÊ; EPIPHANIO; FORMAGGIO, 2003).

Os óxidos de ferro podem ser identificados visualmente no solo através da coloração marrom, amarelo ou avermelhada dos horizontes subsuperficiais, estando ligadas a presença dos minerais goetita e hematita (CORREA et al., 2008). Na curva espectral os óxidos de ferro se encontram próximo da faixa de 850 nm (D'ARCO et al., 2003). Os solos do semiárido nordestino apresentaram presença de óxidos de ferro nas bandas de 530 nm e 900 nm, água em 1400 nm e 1900 nm, caulinitas em 2208 nm e 2181 nm, minerais de argila em 2200 nm, no qual se observou menor reflectância nas amostras com maiores teores de argila (SILVA et al., 2016).

Alkimin et al. (2011) verificaram essa mesma correlação entre reflectância e teores de argila em horizontes da mesma classe de solo, entre classes diferentes não é possível comparar. Quando comparado a análise de amostras secas em estufas com amostras em condição de campo, na primeira situação a resposta espectral se mostrou mais definida devido a menor quantidade de água, a umidade reduz a resposta dos óxidos de ferros e aumenta os espectros relacionados a água, a determinação das frações granulométricas não apresentaram diferenças entre os dois métodos (MARTINS et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esse capítulo objetiva apresentar os caminhos metodológicos usados no trabalho desde a descrição da área de estudo até os métodos de análises. Por isso foi dividido em 6 partes: I) Caracterização da comunidade II) Caracterização das áreas utilizadas, III) Amostragem de solos, IV) Análise química, V) Análise estatística e VI) Análise espectral.

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no assentamento Vida Nova – Aragão localizado no município de Miráíma – Ce (Figura 1). Com capacidade máxima para 51 famílias, mas com apenas 31 cadastradas numa extensão de 1266,182 hectares (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA, 2017). No entanto segundo Pereira (2019) o número de famílias no assentamento é de 47 onde 41 são cadastradas pelo INCRA e 6 são agregadas. A denúncia do latifúndio improdutivo iniciou no começo do ano de 1995 pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Miráíma para o INCRA, após confirmação da terra ociosa o INCRA iniciou o cadastro das famílias e ao final de 1995 expediu a ata de posse da terra.

O trabalho no assentamento Vida Nova – Aragão iniciou-se em 2015 através do Estágio de Vivência do Programa Residência Agrária – EVRA cujo objetivo era capacitar estudantes para atuarem em áreas de assentamentos rurais, através da vivência e ações de extensão universitária. Para maior compreensão dessas realidades utilizou-se como instrumento de trabalho de campo, a Metodologia Análise e Diagnóstico dos Sistemas Agrárias – MADSA.

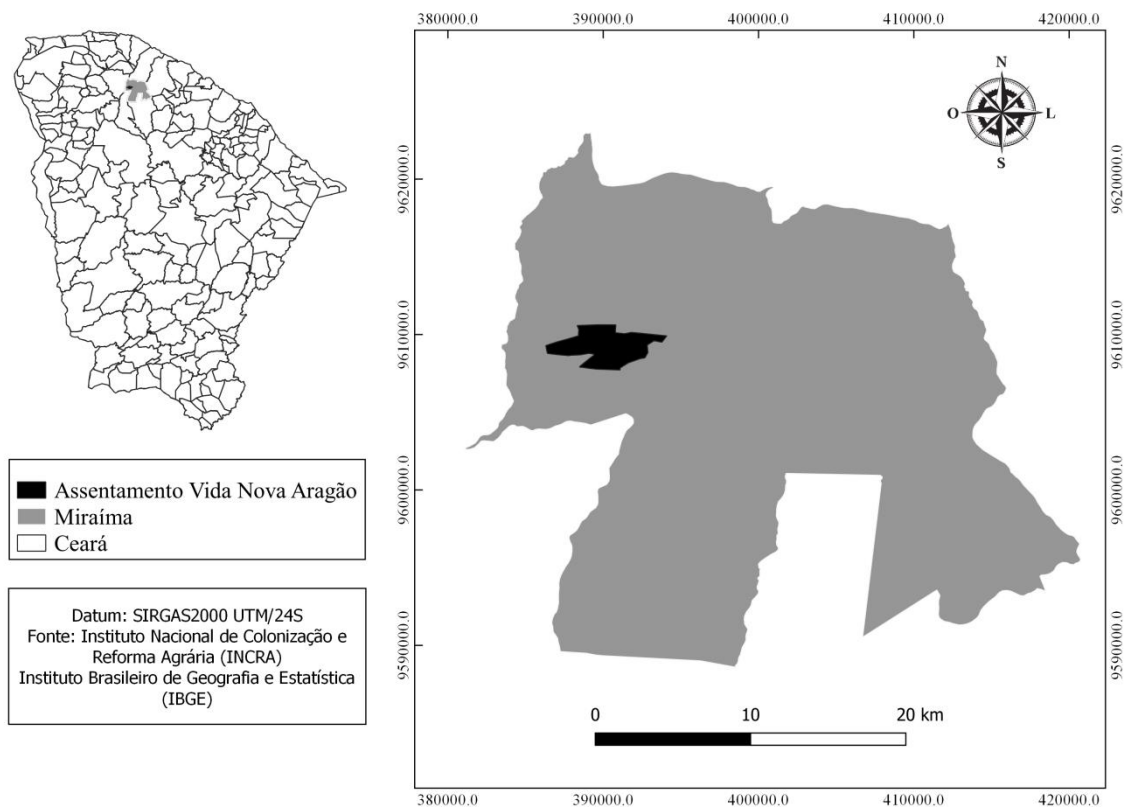
A MADSA tem como objetivo a classificação dos sistemas de produção presentes no assentamento e desenvolvimento do calendário agrícola para analisar em quais meses ocorre excesso ou falta de mão de obra familiar. A metodologia é subdividida em diversas etapas: zoneamento agroecológico, quadro histórico, pré-tipologia, classificação dos sistemas de produção e calendário agrícola. Em diversas etapas da metodologia foi possível observar a pluralidade no manejo e nas áreas de uso das atividades agrícolas desenvolvidas pelos agricultores. A metodologia teve papel precursor na identificação das áreas analisadas no estudo.

Atualmente a principal fonte de renda do local é baseada em atividades agrícolas e não agrícolas, dependendo da época do ano (PEREIRA, 2019). Durante o primeiro semestre

que coincide com o período chuvoso, a principal atividade é o plantio de milho e feijão, no segundo semestre a principal tarefa dos agricultores é o extrativismo da carnaubeira para a venda do pó presente na folha. (SOUZA et al., 2015). A produção animal serve como complementação da renda durante todo o ano (SOUZA et al., 2017). E algumas famílias fornecem alimentos para o Programa de Aquisição de Alimentos – PAA e o Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE, que são políticas públicas que incentivam a produção dos agricultores familiares e garante a soberania alimentar das famílias em estado vulnerável (SOUZA; FORTE NETO, 2019).

Nos sistemas produtivos os agricultores adotam algumas práticas conservacionistas do solo como a incorporação de restos vegetais, adubação com resíduos do próprio assentamento e a não utilização de queimadas para a limpeza da área (BARROS et al., 2017). As fontes hídricas presentes na comunidade é o rio Aracatiaçu e três açudes (FORTE NETO, 2019). As tecnologias de convivência com o semiárido utilizadas são as cisternas de placa, enxurrada, calçadão e barreiro trincheiro para o armazenamento da água da chuva (SILVA et al., 2017). Na localidade o tipo de solo predominante são os planossolos (FUNCEME, 1973).

Figura 1. Localização geográfica Assentamento Vida Nova – Aragão em Mirai ma/Ceará



Fonte: Autora, 2019.

3.2 Caracterização das áreas

Devido à grande diversidade, as áreas dentro do assentamento são divididas de acordo com o uso e a ocupação do solo, as estudadas estão marcadas por pontos na Figura 2, onde: A – Quintal produtivo; B – Sequeiro e consórcio; C – Reserva Legal; D – Área degradada.

Figura 2. Pontos de coleta do solo



Fonte: Google Earth, 2019.

3.2.1 Quintal produtivo (QP)

O quintal produtivo consiste na área utilizada no fundo da casa do agricultor para desenvolver diversas atividades agropecuárias no mesmo espaço (CARNEIRO; CAMURÇA; ESMERALDO; SOUSA, 2013). O QP apresenta grande importância para o homem do campo, sendo fonte de diversidade de alimentos, gerando renda e garantindo a soberania e segurança alimentar dos agricultores (LUCAS, 2019).

No assentamento estudado, o quintal produtivo é uma área individual dos assentados com cerca de 1 hectare, dentre as atividades realizadas nesse espaço tem-se a

produção animal de suínos, ovinos, caprinos e aves, o cultivo de hortaliças como coentro e cebolinha, frutíferas como goiabeira, mamoeiro, bananeira e ateira, plantas medicinais como boldo e mastruz e capim para alimentação dos animais (Figura 3).

O trabalho na área é caracterizado como intensivo devido à alta demanda de insumos e mão de obra para os tratos culturais. Os tratos culturais utilizados no local são sistema de irrigação por aspersão, uso de cobertura morta, adubação com esterco de caprino, ovino, aves ou bovino, controle de plantas daninhas através do arranquio manual ou de maneira mecânica com a enxada e nas árvores são realizadas podas de manutenção.

Figura 3. Quintal produtivo no assentamento



Fonte: Autora, 2019.

3.2.2 Sequeiro e Consórcio (SC)

O segundo uso a ser estudado é de uma área coletiva dentro do assentamento onde cada família dispõe de 1 hectare para plantio (Figura 4). Normalmente os agricultores utilizam, durante a estação chuvosa, para plantio extensivo de milho e feijão (PEREIRA, 2019). E os que possuem sistema de irrigação no restante do ano plantam capim para a alimentação animal.

Os tratos culturais utilizados no local consistem no preparo do solo com a utilização de arado, plantio com a plantadeira ou matraca, cobertura e incorporação de bagana de carnaúba no solo, controle de plantas daninhas de maneira mecânica com a enxada e a colheita de maneira manual.

Figura 4. Área de cultivo em consórcio de milho e feijão



Fonte: Autora, 2019.

3.2.3 Reserva legal (RL)

No assentamento a área de reserva legal (Figura 5) consiste numa parcela de 20% da área total da propriedade, composta por diversas espécies arbóreas e arbustivas nativas, entre elas o sabiá, marmeleiro, catingueira e a carnaubeira. No levantamento fitossociológico realizado na área encontraram 10 famílias e 14 espécies de árvores diferentes, as encontradas em maiores quantidades foi o marmeleiro e a carnaubeira (FERREIRA; RODRIGUES; ESMERALDO, 2018).

Figura 5. Reserva legal do assentamento



Fonte: Autora, 2019.

Dentro da reserva legal a única atividade permitida é a do extrativismo, a região detém de grande quantidade de carnaubeiras e o pó da carnaúba é um produto muito valorizado e utilizado pela indústria sendo assim todo ano os assentados se organizam para a extração das folhas, retirada do pó e venda para os atravessadores. Como resíduo do processamento do pó tem a palha seca denominada de bagana pelos assentados, geralmente utilizada para a cobertura do solo das áreas de agricultura (PEREIRA; MOREIRA, 2015).

3.2.4 Área degradada (AD)

A área degradada foi escolhida de acordo com a indicação dos moradores do assentamento, no qual o critério de seleção foi: área com produtividade reduzida ao decorrer dos anos. Com tamanho de 1 hectare, na área (Figura 6) há cultivo extensivo de milho e feijão em sequeiro, com preparo do solo realizado através de arado. Região muito declivosa, caracterizada pela presença de cascalhos e matacões, solo raso em contato com a rocha.

Figura 6. Área de cultivo com milho e feijão



Fonte: Autora, 2019.

3.3 Coleta de solo

O solo foi coletado durante os dias 7, 8 e 9 de junho de 2019 em quatro áreas diferentes com duas profundidades distintas (0-20 e 20-40), com exceção da área degradada

que, devido ao contato lítico, foi coletada amostra de solo apenas na profundidade de 0-20 cm. Foram coletados 10 amostras compostas de cada área (5 pontos de 0-20 e 5 pontos de 20-40) formadas por três amostras simples. A amostragem foi realizada em formato de zigue-zague com a utilização de um trado holandês (Figura 7).

Figura 7. Coleta das amostras de solo no assentamento Vida Nova – Aragão em Miraíma/CE



Fonte: NOBRE, 2019

Figura 8. Processo de secagem ao ar das amostras coletadas para posterior análise química



Fonte: Autora, 2019.

As amostras foram identificadas e armazenadas em sacos plásticos transparentes. Posteriormente, as amostras foram secas ao ar (Figura 8) durante oito horas para secagem e subsequente análise. Após a secagem as amostras foram destorroadas utilizando um martelo e rolo, (Figura 9a) e peneiradas para a obtenção da Terra Fina Seca ao Ar - TFSA (Figura 9b). Em seguida o solo foi armazenado em saco plástico transparente devidamente identificado.

Figura 9. (a) Material utilizado para destorroamento da amostra; (b) Amostra peneirada em TFSA



Fonte: Autora, 2019.

3.4 Análises químicas

As características analisadas foram potencial Hidrogeniônico (pH) em água, fósforo (P), sódio (Na), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), matéria orgânica (MO), alumínio (Al) e acidez potencial ($Al^{3+} + \text{Hidrogênio (H)}$) utilizando a metodologia da EMBRAPA (1997). O nitrogênio (N) foi obtido conforme Van Raij et al. (2001) e a condutividade elétrica por SOUZA et al. (2013). Com o resultado das análises foi determinado a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por sódio (Na%)

3.4.1 pH em água

Para determinação do pH do solo as amostras foram colocadas em erlenmeyers, na quantidade de 10 centímetros cúbicos (cm^3) estimado com a ajuda de um cachimbo, e então adicionadas 25 mililitros (mL) de água destilada, agitadas e colocadas em descanso durante uma hora. Posteriormente, o pH foi determinado utilizando potenciômetro devidamente calibrado com as soluções padrões (Figura 10).

Figura 10. Leitura do pH com potenciômetro



Fonte: Autora, 2019.

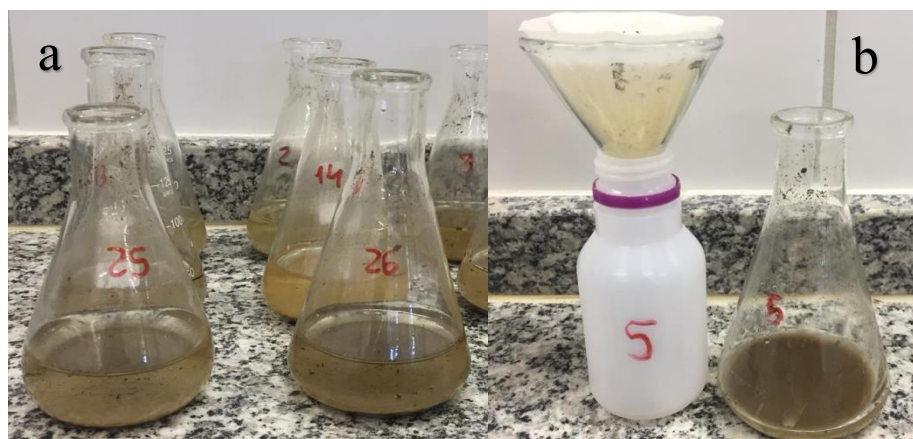
3.4.2 Condutividade elétrica (CE)

Para medir a condutividade elétrica o procedimento de preparo foi igual ao item 3.4.1, então as amostras foram filtradas, para acelerar a retirada da solução do solo foi utilizado uma bomba a vácuo, a CE foi lida pelo condutivímetro na solução do solo.

3.4.3 Fósforo, Sódio e Potássio

Foi pesado 5 gramas (g) de cada amostra de solo e adicionado 50 mL da solução extratora Mehlich-1, agitado durante 5 minutos no agitador circular horizontal e então deixado descansar durante uma noite para decantar o solo (Figura 11a).

Figura 11. (a) Solo decantado após uma noite em solução extratora Mehlich; (b) Solução sendo filtrada para posterior leitura



Fonte: Autora, 2019.

Posteriormente a solução decantada foi filtrada e colocada em recipiente devidamente identificado, conforme Figura 11b. Para análise do fósforo disponível foi retirado 5 mL do extrato e adicionado 10 mL da solução ácida de molibdato de amônio diluída e 30 miligramas (mg) de ácido ascórbico em pó, depois as amostras foram agitadas e deixadas em repouso durante uma hora. Passada uma hora, cada extrato foi lido através do espectrofotômetro. Algumas amostras obtiveram alta concentração de fósforo e então foram diluídas na proporção de 1 mL do extrato de solo para 4 mL de água.

Antes de iniciar as leituras no espectrofotômetro foi necessário a determinação da curva padrão através da leitura da absorvância de nove concentrações conhecidas diferentes. Os resultados de absorvância das concentrações foram anotados e posteriormente adicionados em planilha eletrônica para determinação da equação da reta e obtenção da concentração de fósforo.

Para a determinação de Na^+ e K^+ a mesma solução em extrato Mehlich-1 foi lida no fotômetro de chama (Figura 12).

Figura 12. Fotômetro de chama

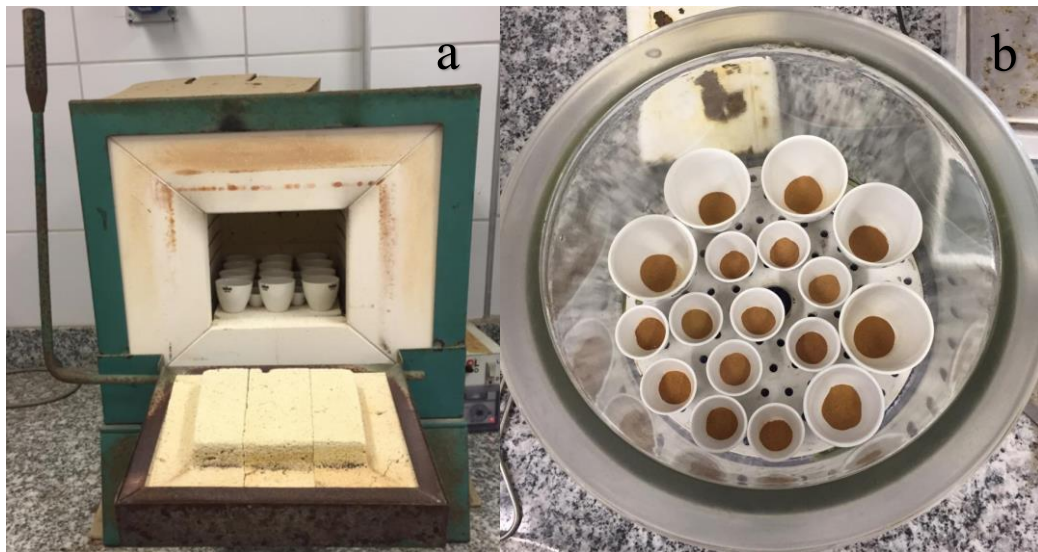


Fonte: Autora, 2019.

3.4.4 Matéria orgânica

A análise da matéria orgânica foi realizada através da mufla, no qual as amostras foram colocadas em cadinhos, pesadas 1 grama em balança com precisão de 0,0001 e secas em estufa durante 24 horas, a 65 °C. Posteriormente todos os cadinhos foram colocados na mufla durante 6 horas a 600 °C (Figura 13a), com o aumento da temperatura gradativamente até atingir 600 °C. Após incineração todas as amostras foram colocadas em dessecadores (Figura 13b) para não ganhar umidade e então pesadas novamente na balança com precisão 0,0001.

Figura 13. (a) Cadinhos na mufla para queima de compostos orgânicos; (b) Amostras no dessecador para pesagem posterior mufla



Fonte: Autora, 2019.

3.4.5 Acidez potencial

A acidez potencial consiste na determinação do Hidrogênio + Alumínio através de titulometria. Para isso foram pesados 5 gramas de solo de TFSA de cada amostra, colocados em Erlenmeyer e adicionados 75 mililitros de acetato de cálcio, agitados durante 10 minutos e então deixados em repouso por 12 horas.

No dia seguinte como observado na Figura 14, o solo havia decantado, e com uma parte sobrenadante, foi separado 25 mL da solução e adicionou-se 3 gotas do indicador de fenolftaleína na solução para posterior titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) até o aparecimento da coloração rosa em cada um dos Erlenmeyers.

Figura 14. Amostras após 12 horas de repouso para determinação da acidez potencial



Fonte: Autora, 2019.

3.4.6 Nitrogênio

Para determinação do Nitrogênio as amostras de solo foram maceradas, pesadas 0,3000 gramas, colocadas em tubos de ensaio e adicionadas solução catalisadora e ácido sulfúrico (H_2SO_4). Posteriormente as amostras ficaram por 6 horas no bloco digestor, onde a temperatura foi aumentada gradativamente chegando até 300 °C. Então, as amostras foram colocadas no destilador (Figura 15), adicionados H_2SO_4 e a solução indicadora de fenolftaleína para extração do nitrogênio e, assim, a titulação com ácido sulfúrico.

Figura 15. Destilador para extração do nitrogênio



Fonte: Autora, 2019.

3.4.7 Alumínio extraível

Para obtenção do Alumínio extraível foi separado, em erlenmeyers, 10 cm³ de cada amostra, adicionados 100 mL de solução extratora de Cloreto de Potássio (KCl), agitados durante 5 minutos e permaneceram em repouso por 12 horas.

No dia seguinte, foram retirados 25 mL do sobrenadante, adicionado três gotas da solução indicadora azul de bromotimol e titulado com solução de hidróxido de sódio até que a coloração amarela se transformasse em verde. As amostras que apresentaram coloração verde, logo após a adição da solução indicadora, não foram tituladas, pois não possuíam alumínio.

3.5 Análise estatística

Os resultados das análises químicas foram submetidos a estatística descritiva por meio de planilha eletrônica, com o cálculo da média e desvio padrão para cada elemento nos quatro tipos de uso do solo, utilizando o *software* estatístico SigmaPlot 14 foi calculado os testes de normalidade Shapiro-Wilk, correlação (Spearman Rank Order e Pearson), análise de componente principal e teste de médias.

Os dados que se encontraram dentro da normalidade foram submetidos a correlação de Pearson e os anormais foram submetidos a correlação de Spearman Rank Order. No teste de médias entre amostras foi utilizado o Student's t-test para dados dentro da normalidade e Mann-Whitney Rank Sum Test para amostras anormais. Estes testes foram realizados com o intuito de comparar os atributos nas camadas de 0-20 e 20-40 em cada uso. O teste de agrupamento foi realizado através do programa SPSS Statistic e assim gerado o dendrograma.

3.6 Obtenção dos dados espectrais

Para obtenção dos dados espectrais, as amostras foram separadas em latinhas de alumínio e colocadas em estufa a 65°C durante 24 horas, depois foram levadas dentro de um dessecador para o laboratório a ser realizado a leitura. O aparelho utilizado foi o Espectrorradiometro FieldSpec Pro 3 com faixa de atuação entre 350 e 2500 nm. Foram obtidas três leituras de cada amostragem de solo. Em seguida, os dados foram exportados para planilha eletrônica e então realizado a média das leituras e os gráficos com todo o espectro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa seção objetiva a apresentação dos resultados encontrados na pesquisa após toda a metodologia utilizada, está dividida em quatro partes: I) A relação entre os elementos estudados, II) Análise da fertilidade do solo, III) Comparação dos atributos químicos nos diferentes usos e IV) Comportamento espectral dos solos analisados.

4.1 Inter-relação e análise espacial dos elementos avaliados

A matriz de correlação (Tabela 1) foi desenvolvida para determinar a inter-relação estatística entre os diferentes nutrientes. Na correlação positiva a medida que um atributo eleva a quantidade o outro também aumenta na correlação negativa quando acontece o aumento do valor de um elemento o outro baixa (LUCAS, 2019).

De acordo com os resultados os seguintes nutrientes apresentaram alta correlação positiva: N e P (0,99), N e K (0,68), K e P (0,75), Ca e Mg (0,60), Ca e MO (0,79), Mg e MO (0,69) e a alta correlação negativa foi representada pelos elementos Al^{3+} e N (-0,60), Al^{3+} e P (-0,64), Al^{3+} e pH (-0,65) e $Al^{3+}+H$ e pH (-0,85).

Tabela 1. Matriz de correlação entre os elementos do solo

	N	P	K ⁺	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Al+H	pH	CE	MO
N	1,00										
P	0,99	1,00									
K ⁺	0,68	0,75	1,00								
Na	-0,20	-0,01	-0,27	1,00							
Ca ²⁺	0,43	0,36	0,16	0,01	1,00						
Mg ²⁺	-0,03	0,02	-0,12	0,55	0,60	1,00					
Al ³⁺	-0,60	-0,64	-0,55	-0,05	-0,28	-0,20	1,00				
Al+H	-0,17	0,35	-0,36	-0,35	0,02	-0,36	0,53	1,00			
pH	0,25	0,40	0,29	0,53	0,20	0,54	-0,65	-0,85	1,00		
CE	0,07	0,09	0,17	0,22	-0,11	0,15	-0,20	-0,31	0,22	1,00	
MO	0,55	0,41	0,25	0,27	0,79	0,69	-0,39	-0,18	0,42	0,12	1,00

Fonte: Autora, 2019

O N, P e K apresentaram alta correlação positiva (Tabela 1) podendo ser explicada através do aumento do fósforo disponível em decorrência dos aumentos dos teores de nitrogênio e potássio em solos com pH básico. Sendo observada a maior absorção de fósforo quando adubado conjuntamente com o Nitrogênio (LOPES, 1998). Souza et al. (2018) verificaram a influência positiva da interação entre fósforo e potássio até os 90 dias de

crescimento da planta na cultura da mandioca. O N, P, K são parte dos nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, pois possuem funções dentro do metabolismo vegetal, portanto se faz necessário a disponibilidade desses elementos no solo na forma e quantidade adequada para a absorção radicular.

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas plantas tendo como principal função a composição celular. Os solos da região tropical apresentam forte fixação de fósforo sendo a maioria dos solos deficientes por causa disso, o P apresenta diversas funções na planta, em sua forma inorgânica atua na atividade de enzimas, na forma orgânica participa da constituição de compostos orgânicos sendo o mais importante a atuação na geração de energia para os processos metabólicos, o ATP. O potássio é encontrado no solo através dos minerais primários e secundários, apresentando como funções a ativação enzimática e osmoregulação (FAQUIN, 2005).

O cálcio e magnésio apresentam alta correlação positiva entre si (Tabela 1). O cálcio e magnésio são elementos que precisam se encontrar em equilíbrio no solo, com uma proporção ideal de Ca/Mg 4:1 ou 3:1, quando a relação se encontra alta o magnésio fica menos disponível para absorção pelas plantas devido a competição pelos sítios de absorção na raiz.

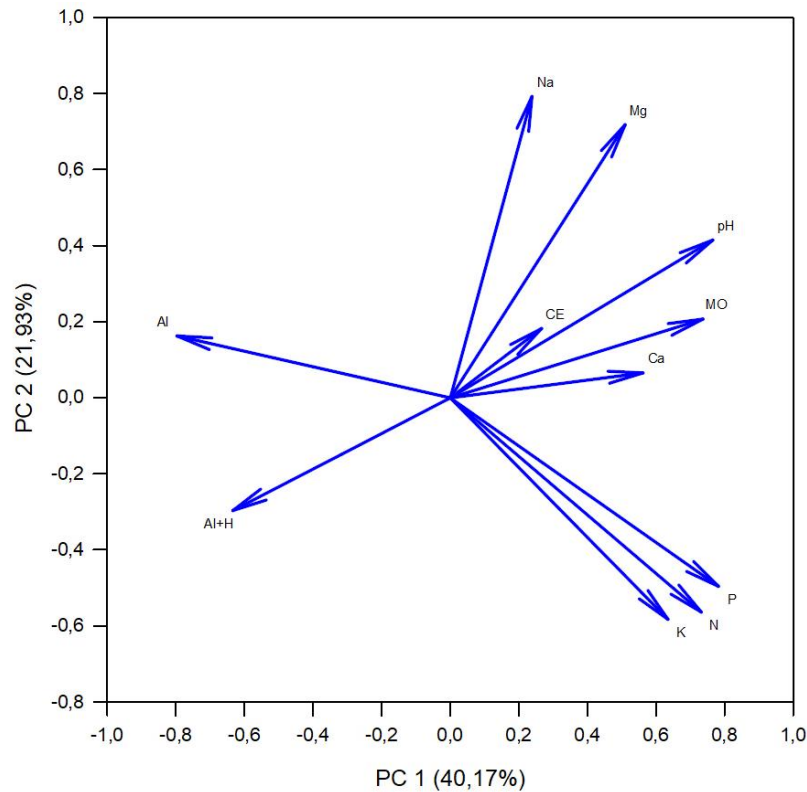
A matéria orgânica apresentou alta correlação positiva com o cálcio e magnésio (Tabela 1). A matéria orgânica é um colóide do solo apresentando cargas negativas que atraem e adsorvem cátions, como o cálcio e magnésio (LOPES, 1998). A matéria orgânica melhora os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, a MO é resultado da decomposição de restos animais e vegetais do solo resultando no húmus, que é composto por grande parte dos nutrientes requeridos para as plantas (MACHADO, 2001). Ciotta et al. (2003) verificaram o aumento da CTC de acordo com a elevação dos teores de matéria orgânica do solo.

O Al^{3+} apresentou alta correlação negativa com nutrientes essenciais a planta como o nitrogênio e o fósforo (Tabela 1). O Al^{3+} por sua vez apresenta toxidez para as plantas, os sintomas de plantas afetadas são redução do tamanho das raízes, diminuição dos pelos radiculares e diminuição da absorção de nutrientes (FAQUIN, 2005).

O Al^{3+} e a acidez potencial apresentaram alta correlação negativa com o pH (Tabela 1) porque com a elevação do pH o Al^{3+} se transforma em $Al(OH)_3$ forma não tóxica do elemento para a planta. Para minimizar a quantidade de alumínio tóxico se recomenda a elevação do pH da área através da calagem, adicionando cátions de Ca^{2+} e Mg^{2+} para adsorção aos colóides do solo e liberação do Al^{3+} que reagindo com a solução do solo forma $Al(OH)_3$ (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

A Análise de Componente Principal (ACP) é utilizada para redimensionar dados, agrupar e trabalhar a relação espacial e temporal entre as variáveis estudadas (SANTI, 2012; ARAÚJO, 2017). Os resultados da ACP (Figura 16) reforça a interação entre os elementos e os resultados da matriz de correlação.

Figura 16. Resultado da Análise de Componente Principal para as amostras de solo



Fonte: Autora, 2019.

Na Figura 16, o eixo principal 1 explicou maior variância com 40,17% e o eixo principal 2 apresentou 21,93% de variação dos dados, ou seja, 62% dos dados são explicados pelas variáveis em destaque. Quanto maior a proximidade dos elementos maior a inter-relação entre os mesmos. Nos resultados o N, P e K se apresentaram próximos corroborando com a matriz de correlação que mostrou grande relação entre os três nutrientes, o Ca, Mg e MO também revelaram a mesma tendência. O pH localizou-se em posição inversa ao Al^{3+} e acidez potencial ($Al^{3+}+H$) devido a correlação negativo entre os dois elementos. Chaves (2019) encontrou interação semelhante entre o pH e o Al^{3+} em área de integração lavoura-pecuária. O alumínio também apresentou o sentido contrário dos elementos nitrogênio, fósforo e potássio.

4.2 Interpretação das análises químicas

Na Tabela 2, temos os resultados das análises químicas de cada uso do solo, onde o pH se mostrou com acidez fraca nas áreas de sequeiro consórcio (SC) 0-20, reserva legal (RL) e área degradada (AD) e alcalino no quintal produtivo (QP) e sequeiro consórcio (SC) 20-40, apesar de classes diferentes os valores se encontraram bem próximos na escala pH e não diferiram estatisticamente nas camadas dos solos.

Quanto maior a acidez encontrada no uso do solo menores foram os valores de soma de bases (SB), Capacidade de Troca de Cátions total (T) e Saturação por bases (V). O pH tem relação direta com a fertilidade do solo, em valores maiores que 6,5 ocorre ausência de alumínio tóxico, altos teores de Ca, Mg e SB, alta atividade microbiana e baixa disponibilidade de micronutrientes (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Os valores de alumínio tóxico para as plantas representado por Al^{3+} e $Al^{3+} + H$ (acidez potencial) apresentaram baixos valores corroborando com a matriz de correlação que mostrou relação negativa entre o pH e Al^{3+} , sendo assim com os altos valores de pH o alumínio tóxico tende a diminuir.

Na fertilidade do solo alguns parâmetros são importantes como a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e saturação por base (V). A Soma de Base é a junção dos valores de nutrientes com carga positiva (Na^+ , K^+ , Ca^+ , Mg^+) e a Capacidade de Troca de Cátions total a pH 7,0 (T) representa a quantidade máxima de cargas negativas no solo. A saturação por bases representa a quantidade de cargas negativas preenchidas por elementos com carga positiva (bases), solos com $V < 50\%$ são chamados de distróficos tendo predominância de H^+ e Al^{3+} sendo necessário a adoção de métodos corretivos, e solos com $V > 50\%$ são denominados eutróficos com bons índices de fertilidade (LOPES, 1998 PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

Tabela 2. Resultado das análises químicas de cada área

USO	PROF.		pH	CE (dS/m)	K ⁺ (cmolc/Kg)	Na ⁺ (cmolc/Kg)	Ca ²⁺ (cmolc/Kg)	Mg ²⁺ (cmolc/Kg)	Al ³⁺ (cmolc/dm ³)	Al ³⁺ + H (cmolc/dm ³)	SB (cmolc/Kg)	T (cmolc/dm ³)	V (%)	Na (%)
		Média	7,44a	0,41a	0,45a	0,59a	6,02a	5,12a	0,01a	1,35a	12,17	13,52	89,53	4,50
	0-20	DP	0,35	0,11	0,29	0,46	1,16	1,78	0,02	0,88	2,07	1,29	7,19	4,01
		Média	7,48a	0,31a	0,35a	0,75a	4,46b	4,82a	0,03a	1,19a	10,38	11,57	89,03	5,90
QP	20-40	DP	0,34	0,06	0,23	0,73	0,74	2,36	0,03	0,70	3,00	2,68	5,91	5,32
		Média	6,65a	0,59a	0,27a	0,63a	4,82a	4,90a	0,04a	2,15a	10,62	12,76	81,12	4,36
	0-20	DP	0,36	0,46	0,07	0,64	1,58	2,08	0,02	1,10	4,20	3,23	11,10	3,14
		Média	7,17a	0,37a	0,13b	0,89a	5,75a	6,67a	0,04a	1,75a	13,44	15,19	87,51	5,53
SC	20-40	DP	0,45	0,22	0,02	0,55	1,69	2,56	0,02	0,75	4,68	4,48	6,27	2,01
		Média	6,38a	0,14a	0,17a	0,13a	5,27a	3,46a	0,06a	3,53a	9,03	12,56	71,62	1,05
	0-20	DP	0,52	0,02	0,06	0,04	1,53	1,33	0,02	1,45	2,92	3,15	11,25	0,20
		Média	6,18a	0,13a	0,17a	0,16a	5,76a	3,73a	0,06a	4,09a	9,82	13,91	69,65	1,18
RL	20-40	DP	0,33	0,01	0,03	0,02	1,86	1,19	0,02	1,08	3,05	3,36	9,43	0,25
		Média	6,25	0,15	0,25	0,18	3,71	2,04	0,07	3,00	6,18	9,18	66,49	1,98
AD	0-20	DP	0,27	0,02	0,05	0,09	1,08	1,34	0,04	0,93	2,46	3,22	7,10	0,49

Fonte: Autora, 2019; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre as profundidades

QP = quintal produtivo; SC = sequeiro em consórcio; RL = reserva legal; AD = área degradada; DP = Desvio Padrão; Prof = profundidade; pH em água 1:2,5; CE = condutividade elétrica; K⁺ = potássio; Na⁺ = sódio; Ca²⁺ = cálcio; Mg²⁺ = magnésio; Al = Alumínio; Al³⁺ + H = alumínio + hidrogênio (acidez potencial); SB = soma de bases; CTC = capacidade de Troca de Cátions; V = saturação por bases; Na = Saturação por sódio.

Nos atributos de fertilidade do solo como SB, CTC e V, os usos referentes ao QP e SC apresentaram grande similaridade nos resultados e a área que apresentou menores valores foi a AD. Quase todos os usos estavam dentro do padrão de fertilidade de planossolos dado por Cunha et al. (2010), a única diferença foi que a SB se mostrou inferior nos seguintes usos e profundidades: QP 20-40 provavelmente devido a maior quantidade de matéria orgânica na superfície, RL 20-40 atribuído a maior adsorção de nutrientes nas camadas subsuperficiais e a AD 0-20 por causa da degradação e pouco aporte de matéria orgânica.

As áreas apresentaram baixos teores de sais representados pela CE e baixos teores de saturação por sódio (Tabela 2), portanto não se enquadraram em nenhum caráter solódico e/ou salino segundo o manual de classificação de solos da EMBRAPA (2013).

Em relação aos teores de Cálcio, Magnésio e Potássio podemos observar na Tabela 3 que o QP se destacou apresentando todos os elementos com altos teores. O SC e RL apresentaram resultados iguais entre si e a AD expôs valores medianos para a quantidade de Ca e K no solo, parâmetros utilizados por Silva (2018).

Tabela 3. Interpretação dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+

USO	Profundidade	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+
QP	0-20	Alto	Alto	Alto
	20-40	Alto	Alto	Alto
SC	0-20	Alto	Alto	Médio
	20-40	Alto	Alto	Médio
RL	0-20	Alto	Alto	Médio
	20-40	Alto	Alto	Médio
AD	0-20	Médio	Alto	Médio

QP = quintal produtivo; SC = sequeiro em consórcio; RL = reserva legal; AD = área degradada; Ca^{2+} = Cálcio; Mg^{2+} = Magnésio; K^+ = Potássio

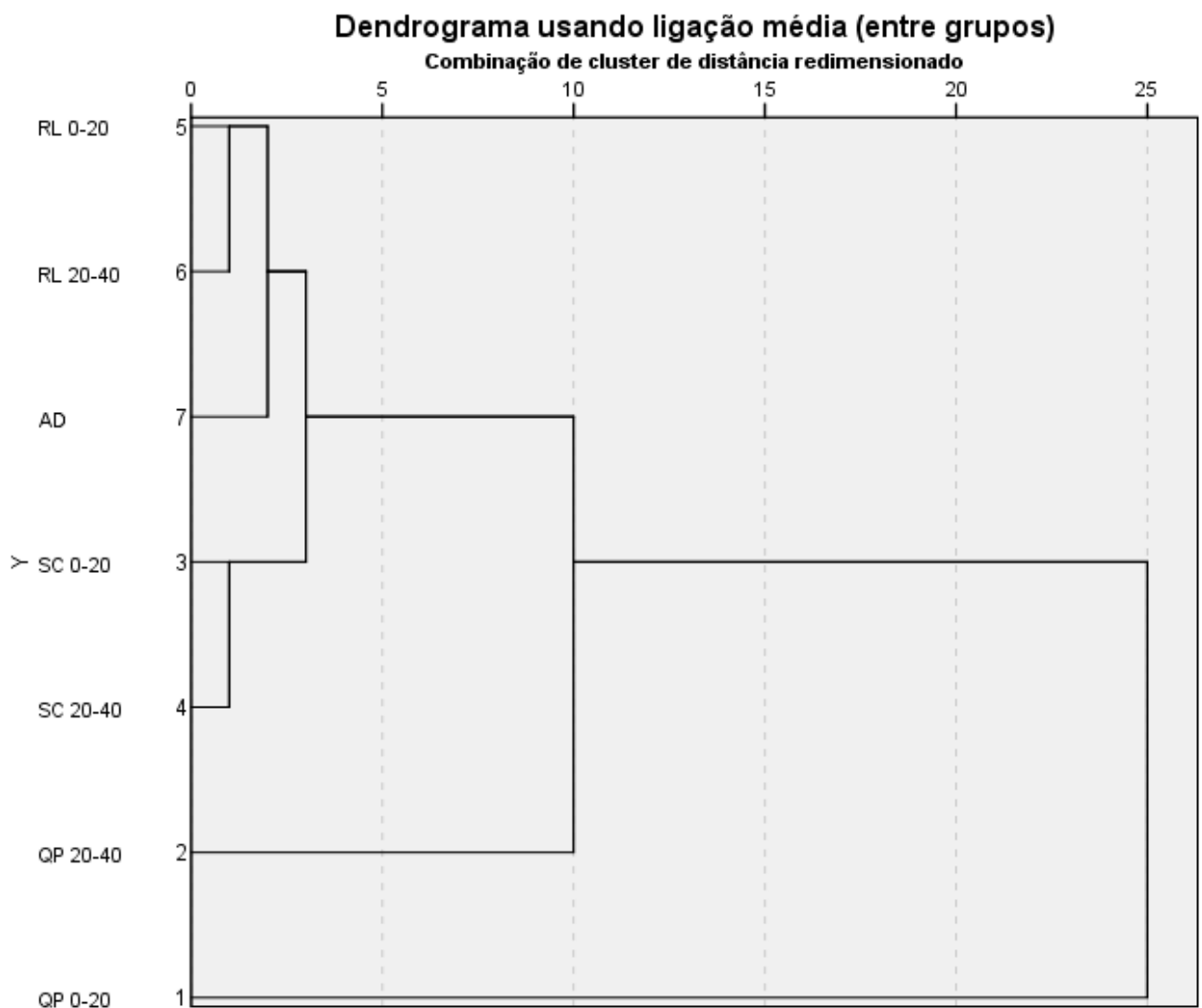
Fonte: EMBRAPA (2010) e Silva (2018) adaptado pela autora.

No semiárida é comum altos teores de potássio e baixa quantidade de sódio, elementos relacionados a solos pouco intemperizados normalmente com ocorrência em regiões secas (SOBRAL et al., 2015).

4.3 Comparação dos atributos químicos nos diferentes usos do solo

O agrupamento hierárquico avaliou o nível de similariedade entre as áreas estudadas (Figura 17), no qual foram utilizados dados de todas as variáveis químicas. Como resultado observado tem-se o QP na camada de 0-20 se destacando em relação aos outros usos do solo, mostrando a maior distância euclidiana quando comparado com os demais, atribuído a melhor fertilidade adquirida através das técnicas de manejo utilizadas na área.

Figura 17. Dendrograma dos usos do solo



QP: quintal produtivo; SC: sequeiro e consórcio; RL: reserva legal; AD: área degradada

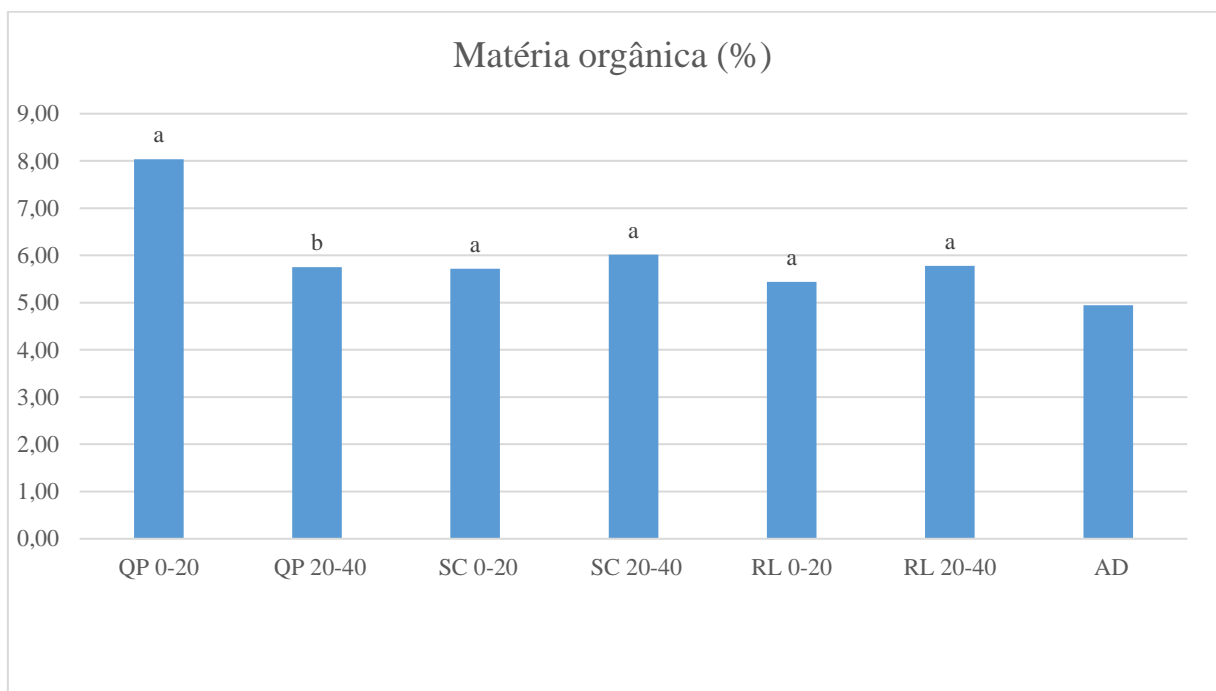
Fonte: Autora, 2019

Os pH das áreas se mostraram semelhantes tendo uma variação entre 6,18-7,48, sendo comum na literatura a oscilação desse atributo em planossolos. Farias et al. (2017)

encontraram valores entre 4,94-7,66 em área de uso extensivo de pecuária, onde as camadas superficiais apresentaram maior acidez. Já o pH do uso SC foi o mesmo encontrado por Souza et al. (2014) no mesmo tipo de uso do solo.

Em relação a matéria orgânica (Gráfico 1) o QP se destacou na quantidade isto é atribuído a prática da adubação com esterco de criação na área, em seguida os maiores valores vieram do SC. Os usos de QP e SC costumam utilizar cobertura morta para a proteção do solo, no QP se utiliza palha seca de coqueiro nos canteiros e no SC palha da carnaúba (bagana), esse manejo contribui para a diminuição da evaporação de água no solo, ajusta a temperatura no solo que se torna ideal para a ação dos microrganismos decompositores de resíduos orgânicos. Araújo, Araújo Filho e Maranhão (2017) conseguiram incrementar a produção em sistema sequeiro utilizando a bagana como cobertura morta no solo.

Gráfico 1. Valores de matéria orgânica encontrados nas áreas do assentamento



QP: quintal produtivo; SC: sequeiro e consórcio; RL: reserva legal; AD: área degradada; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre as profundidades.

Fonte: Autora, 2019

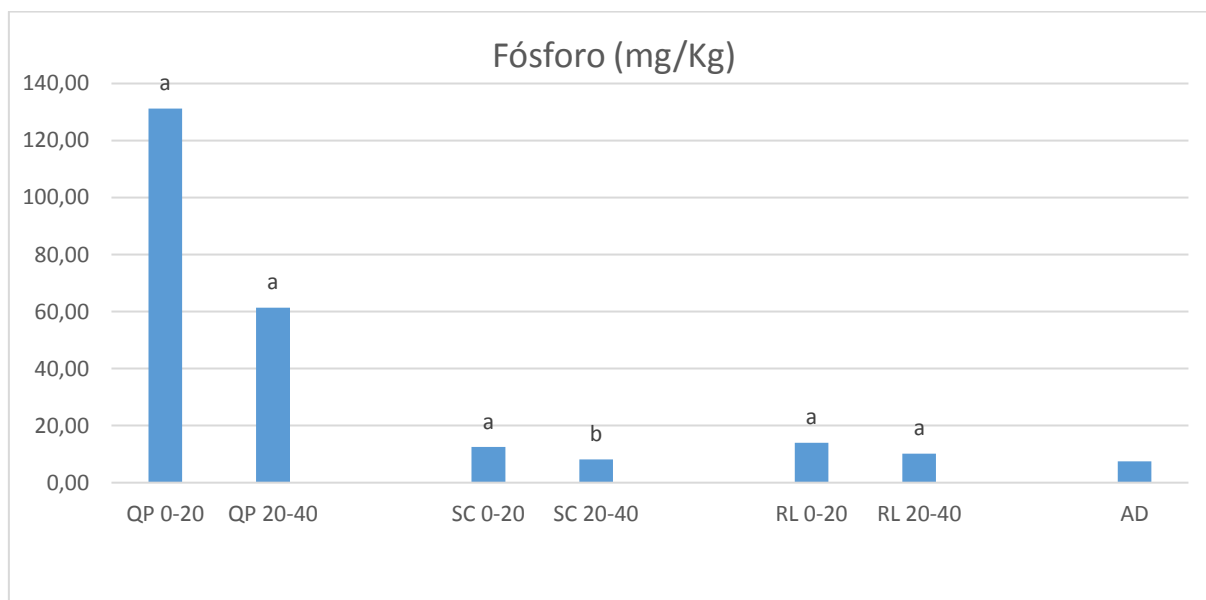
A diferença estatística entre as camadas do QP no aporte de matéria orgânica (Gráfico 1) deve ser por causa do não revolvimento do solo, ocasionando o acúmulo de MO na camada superficial do solo. Mesmo que não tenha diferido estatisticamente, o SC apresentou maiores teores de MO no horizonte subsuperficial do que no superficial, devido o

revolvimento das camadas do solo com a utilização de implementos agrícolas ocasionando na incorporação da bagana de carnaúba que, a longo prazo, se torna uma fonte de nutrientes. Freire (2018) verificou a presença dos respectivos elementos em ordem decrescente N>Ca>Mg>K no substrato com bagana de carnaúba.

No solo há diversas formas de fósforo, os solos tropicais normalmente dispõem de baixos teores de P disponível para as plantas, devido a adsorção do elemento com Fe, Al, Ca e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, o processo se acentua em solos argilosos (VILLAR, 2007).

O QP demonstrou altos valores de P, podendo ser atribuído ao conteúdo de MO que interfere positivamente nos teores de fósforo disponível. Quanto maior o valor de MO maior a quantidade de P disponível para as plantas no solo, o que justifica o QP apresentar altos valores de fósforo e matéria orgânica (Gráfico 2). Em relação a baixa disponibilidade de fósforo nas outras áreas pode ser atribuído a outras variáveis não analisadas no estudo, Moreira et al. (2006) verificaram a interferência dos teores de ferro e a fração argila na adsorção do P no solo.

Gráfico 2. Valores de fósforo encontrados nas áreas do assentamento



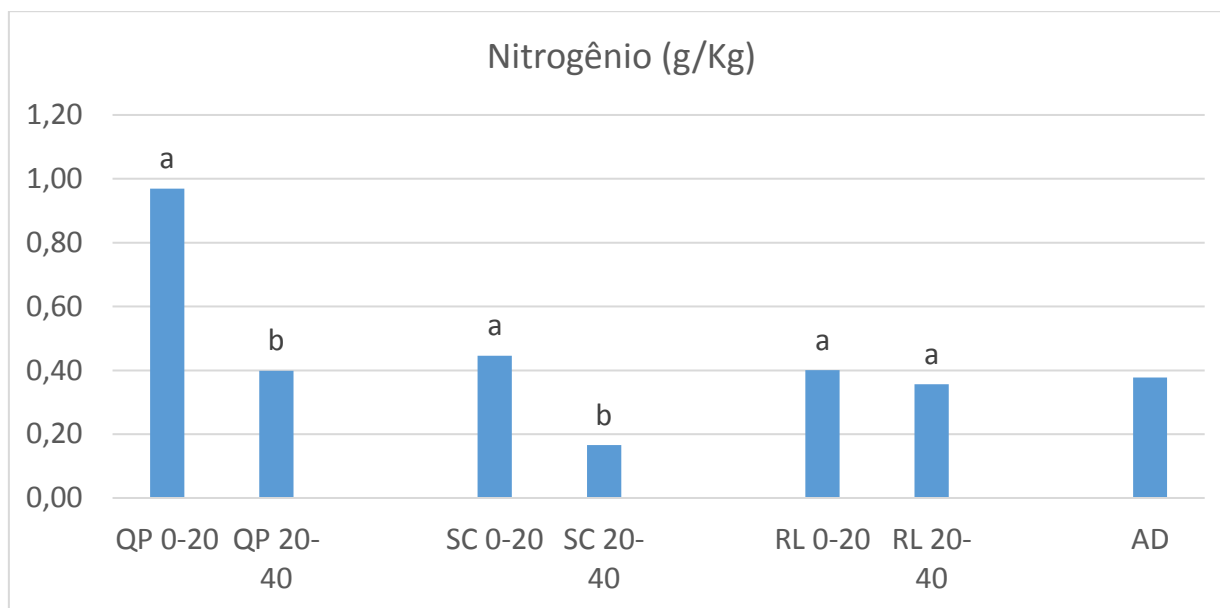
QP: quintal produtivo; SC: sequeiro e consórcio; RL: reserva legal; AD: área degradada; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre as profundidades.

Fonte: Autora, 2019

O QP demonstrou maior aporte de nitrogênio total (Gráfico 3) provavelmente devido a utilização direta de esterco na área. Silva (2019) encontrou maiores valores de

nitrogênio aos 60 dias após o início da compostagem quando comparado ao teor do nutriente no material original. A disponibilidade de nitrogênio vai depender do tipo de esterco e material vegetal utilizado para a compostagem, o nutriente apresenta alta mobilidade acarretando na lixiviação e/ou volatilização com facilidade.

Gráfico 3. Valores de Nitrogênio encontrados nas áreas do assentamento



QP: quintal produtivo; SC: sequeiro e consórcio; RL: reserva legal; AD: área degradada; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre as profundidades.

Fonte: Autora, 2019

A menor quantidade de nutrientes, como N e P, das áreas de plantio de milho e feijão (SC e AD) podem ser atribuídas a exportação dos nutrientes por meio do grãos, que são retirados para o consumo familiar. Os caules, folhas e colmos que ficam na área são utilizados para a alimentação animal e, como não há reposição dos elementos, a área tende a se tornar menos produtiva com o passar dos anos.

Embora a SC e AD tenham o mesmo tipo de preparo do solo com arado e o cultivo seja de milho e feijão em ambas as áreas, a AD apresentou menores teores de nutrientes e fertilidade (Tabela 2). Provavelmente devido a não incorporação de material vegetal (bagana) no solo e por apresentar aparente declividade que, conjuntamente com a não cobertura do solo, colabora com a erosão e carreamento de nutrientes durante o período chuvoso.

Os valores da RL se mostraram na maioria das vezes, inferiores aos usos do QP e SC, devido a inserção de fatores externos nas outras áreas como o esterco e a bagana. Mesmo

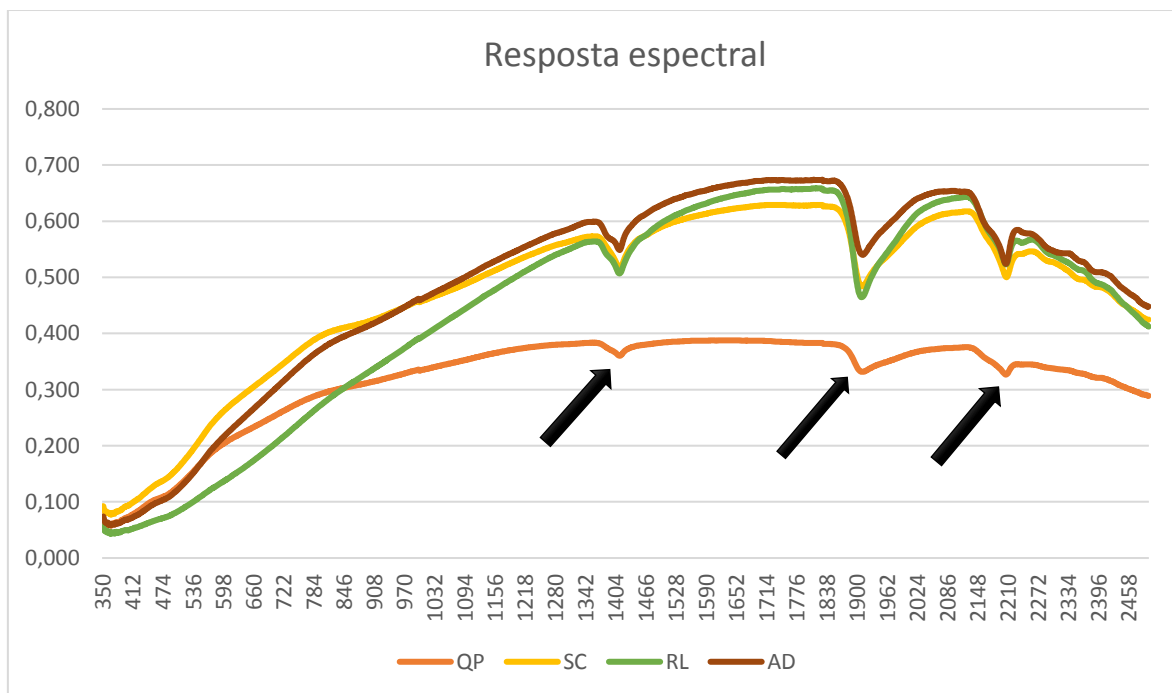
assim a RL se mostrou com maior fertilidade do que a AD, que devido ao nível de degradação, apresentou menor aporte de nutrientes.

4.4 Comportamento espectral

Os solos apresentaram respostas espectrais distintas, provavelmente devido as diferentes práticas de manejo. O QP foi o uso que mais se diferenciou no Gráfico 4, possivelmente devido a maior quantidade de matéria orgânica, que dispõe de grande capacidade de absorvância e pouca reflectância, resultando em um comportamento distinto dos demais que interfere em praticamente todo o espectro. Corroborando com os estudos de Demattê e Focht (1999), que encontraram influência do teor de matéria orgânica em praticamente todo o espectro (400 a 2500 nm), quanto maior a quantidade de MO menor foi a intensidade de reflectância e relacionaram a altas quantidades de MO a solos com erosão nula.

A AD apresentou a maior resposta espectral na maior parte do espectro supostamente devido o menor aporte de matéria orgânica e maior intensidade de reflectância corroborando com os resultados de Oliveira et al. (2011) que encontraram maior reflectância em solos com menores teores de matéria orgânica.

Gráfico 4. Resposta espectral dos diferentes usos do solo no assentamento Vida Nova Aragão



QP: quintal produtivo; SC: sequeiro e consórcio; RL: reserva legal; AD: área degradada

Fonte: Autora, 2019

Dentro do comportamento espectral algumas bandas se destacaram como pode-se observar sinalizadas por uma seta no gráfico 3, as bandas de 1400 e 1900 nm atribuídas a presença de água e hidroxilas (OH⁻) no solo e a banda de 2200 nm relacionada a presença do mineral caulinita, também encontrado por D'Arco et al. (2003), Oliveira et al. (2011) e Alvarenga et al. (2003). A caulinita é identificada na faixa de 2200 nm, tende a apresentar maior absorção em solos com maiores teores de argila (OLIVEIRA et al., 2011).

Quando comparado as quatro áreas o SC, RL e AD apresentaram maiores expressões nas bandas de 1400, 1900 e 2200 nanômetros devido ao maior poder de reflectância do solo, similar as conclusões encontrados por Alvarenga et al. (2003) que encontraram resultados mais atenuantes nas faixas de 1400, 1900 e 2200 nm em solos com maiores intensidades de reflectância devido o menor aporte de matéria orgânica.

5 CONCLUSÃO E PROPOSIÇÃO

O quintal produtivo foi a área que mais se diferiu no estudo apresentando os maiores resultados em relação aos nutrientes do solo devido as práticas de manejo adotadas (adubação, irrigação, cobertura morta e consórcio). A área degradada foi o uso com os menores resultados de fertilidade do solo provavelmente devido ao nível de degradação resultante do preparo convencional da área com arado desagregando as partículas de solo e a exportação de nutrientes pelas culturas sem reposição ao solo.

No comportamento espectral o quintal produtivo apresentou a menor resposta espectral devido aos altos teores de matéria orgânica e a área degradada obteve a maior reflectância em quase todo o espectro devido o menor aporte de material orgânico no solo.

Diante dos resultados é necessário a adoção de medidas conservacionistas no assentamento, principalmente na área degradada, práticas como deposição de serrapilheira, cobertura morta para proteção do solo, incorporação de matéria orgânica para elevar os níveis de nutrientes no solo e pousio para a recuperação da área.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, L. J. O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil**. Embrapa Solos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2010.
- ALKIMIN, A. F.; VELOSO, G. V.; LANI, J. L.; GASPAR, J.; DEMATTÊ, J. A. M. Avaliação da reflectância espectral de solos representativos da bacia do rio Benevente com o emprego da análise de componente principal. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. Curitiba. **Anais...** 2011.
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 136-141, 2002.
- ALTAFIN, I. **Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar**. Brasília: CDS/UnB, p. 1-23, 2007.
- ALVARENGA, B. S.; D'ARCO, E.; ADAMI, M.; FORMAGGIO, A. R. O ensino de conceitos e práticas de espectroradiometria laboratorial: estudo de caso com solos do Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** v. 11, p. 739-747, 2003.
- ALVES, A. Convivência com o Semiárido Brasileiro. In: **Estratégias de Convivência com o Semiárido Brasileiro**, p. 35, 2013.
- ANDRADE, E. M. A floresta tropical seca, caatinga: As certezas e incertezas das águas [Caatinga, the tropical dry forest: the certainties and uncertainties of water]. **Tordesillas Rev. de Investigación Multidisciplinar**, v. 12, p. 11-20, 2017.
- ANDRADE, A. J. P.; SOUZA, C. R.; SILVA, N. M. A vulnerabilidade e a resiliência da agricultura familiar em regiões semiáridas: o caso do Seridó Potiguar. **CAMPO-TERRITÓRIO: Rev. de geografia agrária**, v. 8, n. 15, 2013.
- AQUINO, D. N.; ROCHA NETO, O. C.; MOREIRA, M. A.; TEIXEIRA, A. S.; ANDRADE, E. M. Utilização de sensoriamento remoto para identificação de áreas em risco de degradação na região semiárida. **Rev. Ciência Agronômica**, v. 49, n. 3, p. 420-429, 2018.
- ARAÚJO, A. K.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MARANHÃO, S. R. Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob condições de sequeiro. **Essentia-Rev. de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 18, n. 1, 2017.
- ARAÚJO FILHO, J. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. IICA, Brasília (Brasil) Projeto Dom Helder Camara, Recife (Brasil) Projeto SEMEAR, Brasília (Brasil) Associação Brasileira de Agroecologia, Rio Grande do Sul (Brasil), 2013.
- ARAÚJO, I. C. S. **Perda de solo e aporte de nutrientes e metais em reservatório do semiárido brasileiro**. 2017. 154f. Tese de doutorado (Ciências do Solo) – Universidade Federal do Ceará. 2017.

ARF, O.; BOLONHEZI, A. C. **Apostila de Agricultura Geral**. Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia. Curso de Agronomia. Unesp/Ilha Solteira, 2012;

BARROS; L. R.; PAULINO, L. C.; PEREIRA, A. V. A.; VIEIRA, M. G.; SILVA, M. C. O.; MOREIRA, M. L. S. CONSTRUÇÃO DE SABERES AGROECOLÓGICOS: ASSENTAMENTO VIDA NOVA EM MIRAÍMA-CE. In: Encontros Universitários da UFC, 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2017.

BEZERRA, N. F. Água no semiárido nordestino experiências e desafios. In: Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido, p. 35-52, 2002. **Anais...** Fortaleza, 2002.

BRASIL, Lei 11.326, de 24 de Julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**, dia 25/07/2006.

BRITO, R. F.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. S.; HOLANDA, J. S.; LIRA, R. B.; GOMES, J. W. S. Morfologia e fertilidade do solo em áreas de produção do semiárido. **Rev. de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 525-532, 2017.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. v. 71, p. 450, 2006.

CÂMARA, G.; ORTIZ, M. J. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 1998, Lavras. p. 59-82. **Anais...** 1998.

CAMARGO, R. A. L.; BACCARIN, J. G.; SILVA, D. B. P. O papel do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) no fortalecimento da agricultura familiar e promoção da segurança alimentar. **Rev. Temas de Administração Pública**, v. 8, n. 2, 2013.

CAMPOS, S.; SILVEIRA, G. R. P.; GARCIA, Y. M.; CAMPOS, M.; CAMPOS, M. TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO DE APPS NUMA MICROBACIA, EM FUNÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL. **Rev. Energia na Agricultura. Botucatu**, v. 32, p. 184-188, 2017.

CARNEIRO, M. G. R.; CAMURÇA, A. M.; ESMERALDO, G. G. S. L.; SOUZA, N. R. Quintais produtivos: contribuição à segurança alimentar e ao desenvolvimento sustentável local na perspectiva da agricultura familiar (O caso do assentamento Alegre, município de Quixeramobim/CE). **Rev. Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 135-147, 2013.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, Â. S. (2007). Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Rev. Brasileira de agrociência**, v. 13, n. 2, p. 195-203, 2007.

CASTRO, C. N. **Transposição do Rio São Francisco**. 2009.

CASTRO, L. F. P. Agricultura familiar na América Latina: a difusão do conceito e a construção de sujeitos políticos. **Rev. Brasileira de Sociologia do Direito**, v. 3, n. 2, 2016.

CERETTA, C. A.; AITA, C. **Manejo e conservação do solo**. 2010.

CHAVES, F. F. A. **Atributos físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo sob diferentes espécies de gramíneas**. 2019. 44f. Dissertação de mestrado (Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Paraíba.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**. Santa Maria, 2003.

CORREA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; FONTES, M. P. F.; TORRENT, J.; CURI, N. Caracterização de óxidos de ferro de solos do ambiente tabuleiros costeiros. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 121-131, 2008.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. UNICAMP/Instituto de Geociências, 1999.

CUNHA, T. J. F. et al. **Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2010.

DALMOLIN, S. D. D.; GONÇALVES, C. N.; KLAMT, E.; DICK, D. P. Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral. **Rev. Ciência rural**. Santa Maria. vol. 35, n. 2 (mar./abr. 2005), p. 481-489, 2005.

D'ARCO, E.; ALVARENGA, B. S.; MOURA, P.; TEIXEIRA, C. G. Estudos de reflectância de amostras de 5 tipos de solos brasileiros, em condições de laboratório. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2003, Belo Horizonte, p. 2327-2334. **Anais...** 2003.

DEMMATÊ, J. A. M.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R. Influência da matéria orgânica e de formas de ferro na reflectância de solos tropicais. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 451-464, 2003.

DEMATTÊ, J. A. M.; FOCHT, D. Detecção de solos erodidos pela avaliação de dados espectrais. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 2, p. 401-413, 1999.

DEMATTÊ, J. A. M.; GENÚ, A. M.; FIORIO, P. R.; ORTIZ, J. L.; MAZZA, J. A.; LEONARDO, H. C. L. Comparação entre mapas de solos obtidos por sensoriamento remoto espectral e pelo método convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 12, p. 1219-1229, 2004.

DEMATTÊ, J. A. M.; TOLETO, A. M. A.; SIMÕES, M. S. Metodologia para reconhecimento de três solos por sensores: laboratorial e orbital. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 877-889, 2004.

EDUARDO, E. N.; CARVALHO, D. F.; MACHADO, R. L.; SOARES, P. F. C.; ALMEIDA, W. S. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em argissolo

vermelho-amarelo, sob condições de chuva natural. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 796-803, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FARIAS, D. T.; PORTELA, J. C.; SILVA, F. W. A.; SOUSA, A. K. F.; OLIVEIRA FILHO, T. J. Avaliação de atributos químicos e uso de solos da região semiárida. In: II Congresso Internacional das Ciências Agrárias. 2017, Recife. **Anais...** 2017.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. UFLA – Lavras/MG. 2005.

FERRAREZI, R. S. **Uso, ocupação e conservação do solo**. Campinas: Conplant, 2009.

FERREIRA, A. S.; RODRIGUES, L. S.; ESMERALDO, G. G. S. L. A RESERVA LEGAL COMO POTENCIAL DE USO SUSTENTÁVEL ECONÔMICO In: Encontros Universitários da UFC, 2018, Fortaleza. **Anais...** 2018.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos básicos de sensoriamento remoto**. São Paulo, 2005.

FILIPPINI ALBA, J. M.; FLORES, C. A.; GARRASTAZU, M. C. Espectrorradiometria como instrumento de caracterização de solos de terras baixas. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 7., 2008, Santa Maria. Espectrorradiometria como instrumento de caracterização de solos de terras baixas. Santa maria: UFSM, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. Oficina de textos, 2007.

FORTE NETO, F. T. **Análise do Projeto São José na redução da pobreza das famílias do Assentamento Vida Nova/Aragão – CE**. 2019. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal do Ceará.

FREIRE, V. H. F. **Caracterização da palha de carnaúba como substrato de cultivo**. 2018.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS– FUNCEME. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. 1973. Disponível em: <http://atlas.cogerh.com.br/cogerh/imgAtlas?pathImagem=/imagensMeioAmbiente/solos_1972.jpg>. Acesso em: 28 de out. de 2019.

GENÚ, A. M.; DEMATTÊ, J. A. M.; FIORIO, P. R. Análise espectral de solos da Região de Mogi-Guaçu (SP). **Rev. Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1235-1244, 2010.

GUILHOTO, J.; ICHIHARA, S. M.; SILVEIRA, F. G.; DINIZ, B. P. C.; AZZONI, C. R.; MOREIRA, G. R. C. A Importância Da Agricultura Familiar No Brasil e Em Seus Estados (Family Agriculture's GDP in Brazil and in It's States). In: V Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 2007. **Anais...** 2007.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; SABBATO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil:(1996 e 2006). **Rev. de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 2, p. 351-370, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Censo agropecuário 2006**. IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Censo agropecuário 2017**. IBGE, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DA REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Assentamentos. Disponível em: < <http://www.incra.gov.br/assentamento>>. Acesso em 08 de outubro de 2019.

JORNAL DO BRASIL. **Sustentabilidade: tentativa de definição**. 2019, disponível em: <https://www.jb.com.br/index.php?id=/acervo/materia.php&cd_matia=591680&dinamico=1&preview=1>. Acesso em 28 de outubro de 2019.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LIMA, V. S.; ARAÚJO, F. N. A introdução de práticas conservacionistas para o combate a desertificação—Estudo de caso de uma microbacia do semiárido cearense. In: VII CONNEPI- Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012, Tocantins. **Anais...** 2012.

LOIOLA, M. I. B.; ROQUE, A. A.; OLIVEIRA, A. C. P. Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. **Revista Ecologia: Artigos de Divulgação**, v. 4, p. 14-19, 2012.

LOPES, A. S. Manual internacional de fertilidade do solo. **Piracicaba: Potafos**, 1998.

LUCAS, L. E. F. **Contribuição a segurança alimentar e caracterização físico-química do solo em quintais produtivos**. 2019. 83f. Dissertação de mestrado (Manejo do Solo e da Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

MACHADO, P. L. O. A. **Manejo da matéria orgânica de solos tropicais**. Rio de Janeiro. 2001

MAIO, A. D.; RUDORFF, B. F. T.; MORAES, E. C.; PEREIRA, G.; MOREIRA, M. A.; SAUSEN, T. M.; FLORENZANO, T. G. **Sensoriamento Remoto**. 2008.

MALUF, R. S. Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais. **Rev. ensaios FEE**, v. 25, n. 1, 2004.

MAMEDE, F. **A agricultura familiar alimentando o Brasil**, 2012.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, v. 1, 2011.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Rev. Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MARTINS, J. A.; FIORIO, P. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; MIRANDA, J. H.; LELIS NETO, J. A. Sensoriamento remoto na determinação de atributos de um Nitossolo sob aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, 2014.

MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, n. 5, p. 83-92, 2014.

MEDEIROS, S. D. S.; PINTO, T. F.; HERNAN SALCEDO, I.; CAVALCANTE, A. D. M. B.; PEREZ MARÍN, A. M.; TINÔCO, L. B. D. M. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. 2012.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. 2012.

MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; RICHETTI, A.; MARANHO, E.; PEZARICO, C. R. **Rendimento de grãos de milho cultivado em consórcio com adubos verdes sob condições de baixa aplicação de insumos**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012.

MORAES, E. C. **FUNDAMENTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. 2002.

MORAIS, P. A. O.; SOUZA, D. M.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. T. M. Classificação de solos por meio da espectroscopia de infravermelho médio (MIR). In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, Santo Antônio de Goiás, 2018. **Anais...**2018.

MOREIRA, F. L. M.; MOTA, F. O. B.; CLEMENTE, C. A.; AZEVEDO, B. M.; BOMFIM, G. V. Adsorção de fósforo em solos do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 1, p. 7-12, 2006.

NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 2001;

OLIVEIRA, C. F.; ROCHA, W. J. S. F.; JESUS, T. B.; BORGES, E. F.; & CUNHA, T. J. B. Comportamento espectral do solo da Caatinga em diferentes tipos de manejos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Curitiba, 2011. **Anais...**2011.

OLIVEIRA, Y. M. M.; MATTOS, P. P.; GOUVEIA, V. M.; MORAES, L. F. D.; BENTES, M. P. M. Gestão florestal sustentável. In: **Vida Terrestre: Contribuições da Embrapa**. Brasília, 2018.

ORSOLIN, J. Gestão da comercialização na agroindústria rural familiar. **Revista de Administração**, v. 5, n. 8, p. 15-37, 2006.

PAZ, M. R.; FRANÇA, F. A.; LOCH, C. A importância da adoção de técnicas de geoprocessamento no planejamento agroecológico de propriedades rurais familiares. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

PEREIRA, A. V. A. **Pluriatividade na agricultura familiar: o caso do Assentamento Vida Nova/Aragão – Miraíma/Ceará**. 2019. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, 2019.

PEREIRA, A. V. A.; MOREIRA, M. L. S. A importância da extração do carnaubal no assentamento Vida Nova – Aragão em Miráima-CE. In: **Encontros Universitários da UFC**. Fortaleza, 2015. **Anais...** 2015.

PEREIRA, C. S. S. **Indicadores para gestão ambiental na conservação de solo e água**. 2015. 95f. Tese de doutorado (Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2015.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?. **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2013.

PIETROBELLI, S. R.; PIRES, A.; GEBAUER, J. T.; XAVIER, L. P.; MARCHIORO, S. T. Uso de metodologia participativa na obtenção de indicadores da qualidade do solo no acampamento Dom Tomás Balduino em Quedas do Iguaçu-PR. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. M. **Guia de interpretações de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: INCAPER. 2013.

RIBEIRO, D. O.; CASTOLDI, G.; SILVA, H. D., CAVALCANTE, T. J.; ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; LIMA, L. I. O.; CARBALLAL, M. R. Atributos físicos de um latossolo após o uso de doses de cama de frango acrescidas à adubação mineral. **Rev, Colloquium Agrariae**, 2019.

RODRÍGUEZ, A. C. M. **Mapeamento multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT**. 2000. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, 2011.

ROSSET, J. S.; ALBERTO, J. S.; MARRA, L. M.; CASTILHO, S. C. P.; OZÓRIO, J. M. B.; LIMA, P. R.; BORSOI, A.; SOUZA, L. C. CARBONO TOTAL E MINERALIZÁVEL DO SOLO ADUBADO COM DIFERENTES FONTES DE FERTILIZANTES E RESÍDUOS ORGÂNICOS. **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 12, n. 2, 2019.

SAFANELLI, J. L.; BOESING, B. F. B.; BOTTEGA, E. L. Estabelecimento de zonas de manejo a partir da resposta espectral do solo relacionada ao teor de matéria orgânica. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, João Pessoa, 2015. **Anais...** 2015.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; MARTIN, T. N.; PIRES, J. L.; FLORA, L. P. D.; BASSO, C. J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. In: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, 2012.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; JUNIOR SILVA, V. P.; SILVA, J. J. N. EFEITO DO MANEJO DO SOLO NA CONTENÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

NO SEMI-ÁRIDO. In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, Belo Horizonte, 2007. **Anais...** 2007.

SAUSEN, T. M. **Desastres naturais e geotecnologias-sensoriamento remoto, caderno didático nº 2.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, 2008.

SILVA, A. R. Manejo e conservação do solo. In: **Cultura da mandioca: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria.** Brasília: Embrapa, 2016.

SILVA, E. A.; ACCIOLY, L. D. O.; JUNIOR CAVALCANTI, E. D. A.; SILVA, A. B.; PEREIRA, A. D. S. Caracterização espectral de amostras de solo da região semiárida de Pernambuco e suas relações com os teores de argila. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, Aracaju, 2016. **Anais...** 2016.

SILVA, F. S. R. **Estratégias para redução de perda de solo em área experimental no semiárido.** 2019. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Agroecologia) – Universidade Federal de Campina Grande. 2019.

SILVA, G. O. **O papel do sensoriamento remoto no Cadastro Ambiental Rural: estudo de caso nos assentamentos do Mato Grosso.** 2015. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão de Agronegócios) – Universidade de Brasília. 2015

SILVA, L. J. C. **DISPONIBILIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES DURANTE O PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.** 2019. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Instituto Federal Goiano. 2019.

SILVA, M. C. O; BARROS, L. R. R.; VIEIRA, M. G.; PAULINO, L. C.; FORTE NETO, F. T.; MOREIRA, M. L. S. ESTRATÉGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: OS PROGRAMAS DE CISTERNAS NO ASSENTAMENTO VIDA NOVA-ARAGÃO, EM MIRAÍMA (CE). In: **Encontros Universitários da UFC**, v. 2, n. 1, 2017. **Anais...**2017.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. D. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. **Sociedade e estado**, v. 18, n. 1-2, p. 361-385, 2003.

SILVA, S. B. **Análise de solos para ciências agrárias.** UFRA: BELÉM. 2018.

SISMANOGLU, B. N.; HOFFMANN, C. A.; BARBOSA, I. M. O uso do espectrorradiômetro refspect ii-a como ferramenta útil, motivadora e auxiliar no ensino das ciências exatas e implementadora da interdisciplinaridade. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, 2003. **Anais...**2003.

SOLOS, Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

SOUSA JUNIOR, J. G.; DEMATTÊ, J. A. M.; ARAÚJO, S. R. Modelos espectrais terrestres e orbitais na determinação de teores de atributos dos solos: potencial e custos. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 610-621, 2011.

SOUZA, E. R.; MELO, H. F.; ALMEIDA, B. G.; MELO, D. V. M. Comparação de métodos de extração da solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2013.

SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. **Gestão integrada da agricultura familiar**. 2005. SOUZA, H. A. et al. Níveis críticos para atributos do solo pela distribuição normal reduzida em culturas anuais de subsistência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 2014.

SOUZA, I. M.; MELO, M. D.; PRIMO, A. A.; LIMA, A. R.; TONUCCI, R. G.; SOUZA, H. A. Atributos químicos do solo em função de manejos praticados por agricultores familiares no Semiárido. In: SEMINÁRIO PIAUIENSE DE AGROECOLOGIA, Cocal, 2017. **Anais...2017**.

SOUZA, L.; PEREIRA, B. F. F.; OLIVEIRA, I. J.; TUCCI, C. A. F.; NASCIMENTO, J. P. Adubação fosfatada e potássica: efeito na altura da planta e no diâmetro do caule de mandioca. **Revista Terceira Margem Amazônia** 2018.

SOUZA, M. S.; FORTE NETO, F. T. O trabalho das mulheres do assentamento Vida Nova – Aragão no fornecimento de alimentos para o PAA e PNAE. In: 57º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Ilhéus, 2019. **Anais...2019**.

SOUZA, M. S.; PEREIRA, A. V. A.; SOUSA, D. A.; MOREIRA, M. L. S. Diário de campo: a importância do PET Agrárias Conexões de Saberes e a primeira visita ao assentamento Vida Nova – Aragão em Miraíma-CE. In: Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, 2015. **Anais...2015**.

SOUZA, M. S.; SILVESTRE, F. E. R.; PEREIRA, A. V. A.; FORTE NETO, F. T.; MOREIRA, M. L. S. A PRODUÇÃO ANIMAL NO ASSENTAMENTO VIDA NOVA/ARAGÃO EM MIRAÍMA-CE. In: Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, 2015. **Anais...2015**.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Delimitação do Semiárido**. 2017.

VAN RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. IAC, 2001.

VIEIRA, D. F. A. **Influência do programa de aquisição de alimentos na comercialização dos produtos da agricultura familiar: o caso do município de Paracatu em Minas Gerais**. 162f. 2008. Dissertação de mestrado (Agronegócios) – Universidade de Brasília. 2008.

VILLAR, M. L. P. **Manual de Interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação**. Cuiabá-MT. 2007.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia**. PPGeo-UFJF, v. 7, n. 2, 2017.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 126-142, 2014.

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; COSTA, A. G. F.; SILVA, O. R. R. F.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, C. A. D.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I.; JUNIOR CORDEIRO, A. F.; CARTAXO, W. V.; RAMOS, E. N.; OLIVEIRA, M. C.; CUNHA, D. S.; MOTA, M. O. S.; SOARES, N. A.; BARBOSA, H. F. **Práticas de conservação de solo e água**. Embrapa Algodão-Circular Técnica. 2012.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco, Embrapa Acre. 2003.