



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

CAMPUS SEDE-DOIS IRMÃOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE SOLO DE SISTEMA AGROECOLÓGICO
NO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO NONATO/PI

Dayane das Neves Maurício

Julho de 2020, Recife – PE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
CAMPUS SEDE-DOIS IRMÃOS
RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

DAYANE DAS NEVES MAURÍCIO

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE SOLO DE SISTEMA AGROECOLÓGICO
NO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO NONATO/PI

Relatório de estágio apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção de graduação no curso de Agronomia, sob orientação do Prof. Ademir de Oliveira Ferreira

Julho de 2020, Recife – PE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
CAMPUS SEDE-DOIS IRMÃOS
RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

DAYANE DAS NEVES MAURÍCIO

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE SOLO DE SISTEMA AGROECOLÓGICO
NO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO NONATO/PI

Curso: Agronomia

Discente: Dayane das Neves Maurício

Matrícula: 108.257.684-03

Tipo de Estágio: Estágio Supervisionado Obrigatório

Área de Conhecimento: Agroecologia

Local do Estágio: Diaconia Actaliança

Setor: Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos

Supervisor: Dr. Fábio dos Santos Santiago (Coordenador do Projeto)

Professor Orientador: Dr. Ademir de Oliveira Ferreira

Período de realização: 01/04/2020 a 18/06/2020

Carga horária: 210 horas

Julho de 2020, Recife – PE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
CAMPUS SEDE-DOIS IRMÃOS
RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:

NOTA: _____

Discente

DAYANE DAS NEVES MAURÍCIO

Graduando em Agronomia – UFRPE

Orientador

DR. ADEMIR DE OLIVEIRA FERREIRA

Professor – UFRPE

Julho de 2020, Recife – PE

Sumário

INTRODUÇÃO.....	8
1. OBJETIVOS.....	9
1.1 - Geral.....	9
1.2 - Específicos	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1 - A Diaconia	10
2.2 - História do Projeto Algodão.....	10
2.4 - Monitoramento Ambiental	12
2.5 - Caracterização da comunidade estudada.....	13
2.6 - Áreas escolhidas.....	14
2.6.1 - Área Testemunha	14
2.6.2 - Área Referência.....	15
2.7 - Amostragem de solo	16
2.8 - Indicadores escolhidos.....	17
2.9 - Análise dos Resultados.....	17
3. Resultados e Discussão	18
3.1 - Área Testemunha	18
3.1.1 - Indicadores químicos	18
3.1.2 - Indicadores físicos	19
3.2 - Área Referência.....	21
3.2.1 - Indicadores químicos	21
3.2.2 - Indicadores físicos	22
4. CONCLUSÕES	24
5. REFERENCIAS.....	25

Agradecimentos

A Deus e a Natureza Encantada pela força

À minha família pelo apoio

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela formação no curso de Agronomia

À equipe da Diaconia pela oportunidade de crescimento profissional

À orientação do Professor Dr. Ademir de Oliveira Ferreira, do Dr. Fábio Santiago, de Ricardo Blackburn, do Dr. Luiz Cláudio e de Ita Porto.

Aos esforços do técnico Gean Bastos e das técnicas Juliana Melo, Tayse Muniz e Joanne Ferreira

Ao trabalho e colaboração das agricultoras Maria de Fátima Ferreira e Cristino Elizeu de Souza

RESUMO

Nacionalmente, a região mais afetada pelas mudanças climáticas é o Semiárido Nordeste. Local onde se situam o bioma do Cerrado e da Caatinga, que são muito ricos em biodiversidade. Isso significa que diversas espécies estão sob graves ameaças, além da criação de animais e da agricultura de subsistência, o que intensifica o quadro de pobreza dessa região.

Com a crescente expansão das fronteiras agrícolas, que transforma as matas nativas em pasto e monocultura, o carbono (C) contido na matéria orgânica do solo é constantemente liberado na forma de gás, intensificando os efeitos do aquecimento global.

No que se refere aos sistemas agrícolas, o tipo de manejo adotado tem papel fundamental na entrada e saída do C entre o solo e a atmosfera: 1) Ao se derrubar a floresta diminui a captura do carbono e consequente transferência ao solo; 2) Ao se revolver o solo é liberado as reservas de C que foram estocadas durante milênios.

Portanto, lançar mão de práticas de manejo agrícola que contribuam fortemente para inversão desse quadro é de responsabilidade maior, pois isso atende a melhoria não só dos mais vulneráveis, como de todas as gerações presentes e futuras.

Diante disso, a Agroecologia surge como a proposta de fomentar técnicas que respeitem a dinâmica natural para cada ecossistema em questão, ao mesmo tempo em que promove ganhos econômicos e alimentares aos agricultores. De tal forma que o conceito de sustentabilidade seja posto em prática gerando qualidade de conservação do solo.

Uma das ferramentas usadas por pesquisadores para se avaliar a qualidade do solo é acompanhar a mudança que os indicadores químicos e físicos sofrem ao serem submetidos a determinados tipos de manejos.

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é uma região com precipitação pluviométrica caracterizando ambiente de semiaridez, a hidrografia é frágil, não conseguindo sustentar rios sendo insuficiente para sustentar rios abundantes por longo período de tempo (IBGE, 2018).

Esse clima também é constituído pelo bioma da Caatinga, que ocupa cerca de 11% da área total do País (844.453 km²), sendo o principal ecossistema da região nordeste (BRASIL, 2018). Apesar de se tratar do bioma semiárido mais biodiverso do mundo, com uma grande riqueza de ambientes e espécies animais que só ocorrem nele, a Caatinga está localizada nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASDs), sendo considerado o bioma mais vulnerável a mudanças climáticas (GONÇALVES, et al., 2016).

A situação fica ainda mais grave quando ocorre a substituição das florestas nativas por sistemas agrícolas, que modificam as propriedades químicas e físicas desses ambientes, e em alguns casos retiram mais nutrientes do que podem acrescentar ao solo, como é o caso do carbono. Isso ocorre em resposta ao aumento na taxa de decomposição, devido a maior aeração e exposição física da Matéria Orgânica do solo (MOS) aos microorganismos decompositores e agentes do intemperismo (CARNEIRO et al., 2009). Esse inadequado uso da terra faz com que o carbono, que se encontra retido nos poros do solo, seja liberado pelo material vegetal através do rompimento do estado estável do carbono na biomassa e do aumento na velocidade de mineralização da matéria orgânica (AREVALO, 2002).

A MOS é considerada o componente que melhor contempla os requisitos para determinação da qualidade produtiva de um solo (CARTER, 2001). Ela é responsável por melhorar a aeração, permitindo melhor crescimento das plantas, além de favorecer a capacidade de retenção de água nos solos, que vai contribuir para o cultivo em épocas secas (BERTONI & NETO, 2017).

O conceito atualmente mais utilizado sobre QS foi reformulado por Doran (1997), que diz:

Qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens.

Como indicadores de qualidade física tem-se: a textura densidade do solo, infiltração, capacidade de armazenamento e retenção de água; química: pH, condutividade elétrica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio; biológica: carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e carbono na biomassa vegetal em relação ao carbono orgânico total (Doran & Parkin, 1994). O estoque de carbono também é um excelente indicador, pois

representada o balanço dinâmico entre a adição de material vegetal e a perda pela decomposição ou mineralização (MACHADO, 2005).

Como proposta de melhoria, a Agroecologia como ciência aborda não só o agroecossistema sob a ótica agrônômica, como os atributos de qualidade do solo, ou sob a ótica ecológica e econômica, seu resgate perpassa também os princípios sociológicos e culturais das diversas formas de organização da natureza e dos princípios norteadores do seu funcionamento. Isso instiga os pesquisadores a compreender as dinâmicas estabelecidas pelas comunidades ao longo do tempo e propor melhorias no sinergismo entre o ecossistema e a produtividade (ALTIERE, 1987). Através das praticas de preparo do solo com tração animal, enleiramento de garrancho, curvas de nível, adubação orgânica, cultivo em faixas, rotação das faixas de cultura, aplicação de biofertilizante, cobertura do solo com o próprio resto das culturas e pousio da área ela busca melhorar a capacidade produtiva dos sistemas.

1. OBJETIVOS

1.1 - Geral

Observar o comportamento dos solos manejados por diferentes sistemas de produção agrícola no ano de 2019.

1.2 - Específicos

Através da metodologia de Monitoramento Ambiental, classificar os solos de uma Área Agroecológica e uma Área Testemunha através dos indicadores químicos e físicos em comparação com limites encontrados na literatura.

Por meio do histórico das áreas e dos resultados encontrados, visualizar nesses indicadores uma correlação com as práticas exercidas no solo pelas duas áreas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - A Diaconia

A Diaconia é uma Organização Não Governamental – ONG, de inspiração cristã e sem fins lucrativos. Atua em comunidades urbanas e rurais do Nordeste, região mais afetada pelas desigualdades sociais no Brasil, com quase 10 milhões de pessoas vivendo em situação de extrema pobreza. Tem compromisso de transformar vidas, através do empoderamento de homens, mulheres, jovens e famílias agricultoras; e da mobilização de grupos sociais, igrejas e comunidades para efetivação dos direitos humanos.

2.2 - História do Projeto Algodão

Até meados de 1980, o roçado de sequeiro no Nordeste era composto por milho, feijão, forragem e algodão. Mesmo o algodão tendo sido considerado “ouro branco” pela riqueza que gerava nessa região, esse quadro foi alterado em razão da seca prolongada, da degradação dos solos agricultáveis, da propagação do inseto bicudo do algodoeiro nas áreas de plantio, da escassez de políticas públicas eficazes e da redução no preço de mercado das plumas, sendo praticamente extinto dessa região.

Em um trabalho durante a primeira fase do Projeto Dom Helder Câmara (Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA em colaboração com o Fundo Internacional para Desenvolvimento da Agricultura – FIDA), entre 2008 e 2014, foram iniciadas pesquisas, ações, experiências e diagnósticos no Semiárido nordestino, visando prestar Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) às famílias agricultoras na produção de algodão orgânico.

Logo em seguida, foi instituído o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos, sob a direção da ONG Diaconia em parceria com o Instituto C&A, a Cáritas Diocesana, a Embrapa Algodão e a Universidade Federal de Sergipe – UFS e atualmente está assessorando mais de 2.000 famílias, distribuídas em sete Territórios do Nordeste Brasileiro.

Esse Projeto visa desenvolver tecnologias voltadas à otimização do trabalho agrícola para produção do algodão (*Gossypium hirsutum* L) cultivado em consórcio com o feijão (*Vigna unguiculata*), o milho (*Zea mays*) e o gergelim (*Sesamum indicum*) (Figura 1). Com isso, é possível gerar renda, pois o algodão abastece a indústria têxtil, e as outras culturas continuam fortalecendo a Segurança Alimentar das famílias envolvidas.



Figura 1 – Área do consórcio do algodão com feijão, milho e gergelim

2.3- As práticas de manejo

Durante a construção do conhecimento entre as entidades atuantes juntamente com a comunidade local, foram estabelecidas algumas práticas de manejo como pré-requisito para certificação orgânica dos Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade – OPAC's. Sendo elas:

- Preparo do solo com tração animal: Esse manejo tem a finalidade de deixar o solo pronto para o plantio, causando o mínimo impacto sobre a sua estrutura, pois quando se utiliza maquinário pesado ocorre a destruição dos agregados do solo (PRIMAVESI, 2009).
- Enleiramento de garrancho: a partir dessa prática tem-se maior acúmulo de resíduos na camada superficial e redução da declividade, resultando numa menor perda do solo e da água pela erosão. Promove, também, maior infiltração da água no solo, por reduzir sua velocidade de escoamento (OLIVEIRA, 2015).
- Curvas de nível: prática mecânica de conservação do solo necessária para áreas com declividade leve ou acentuada, onde é possível reduzir os danos pelo carreamento do solo em enxurradas, permitindo que a água escorra lentamente na superfície, dando mais tempo da sua infiltração no perfil do solo, aumentando o reservatório subterrâneo (BERTONI & NETO, 2017).
- Adubação orgânica: é uma prática de conservação de caráter edáfico, cuja finalidade é fornecer elementos nutritivos estimulantes ao crescimento das plantas por melhorar a fertilidade do solo (BERTONI & NETO, 2017)
- Cultivo em faixas: é uma prática conservacionista de caráter vegetativo. Essa técnica controla a erosão hídrica e eólica, permite melhor infiltração da água no

perfil, favorece o melhor aproveitamento da mão de obra nas atividades de manejo, além de favorecer melhor rotação das culturas no ano seguinte (BERTONI & NETO, 2017).

- Rotação das faixas de cultura: prática de conservação de caráter edáfico, onde se busca proporcionar um ambiente mais diverso para auxiliar o nível de controle de plantas espontâneas e de insetos; não esgotar os nutrientes; ajudar na manutenção da matéria orgânica. As diferentes estruturas radiculares, por sua vez, melhoram a capacidade de aeração e infiltração de água (BERTONI & NETO, 2017).
- Aplicação de biofertilizante e calda de nem: São adubos orgânicos líquidos, rico em nutrientes, que tem a função de melhorar a qualidade e saúde do solo e das plantas, além de deixá-las mais resistentes ao ataque dos insetos e das doenças, melhorando assim, sua produtividade (Stuchi, 2015).
- Cobertura do solo com o próprio resto das culturas: é uma prática conservacionista de caráter vegetativo, que tem o princípio de que um solo coberto por uma camada protetora com palha e/ou resíduos vegetais, principalmente de capina e de colheita, é menos susceptível aos efeitos da erosão pelo impacto direto das gotas da chuva e escoamento da camada superficial do solo, além de melhorar as condições físicas e de fertilidade, por aumentar os níveis de MOS. Essa cobertura auxilia na estabilização dos agregados após a decomposição e ainda devolve ao solo os nutrientes que foram e serão consumidos pelas plantas; ajuda a manter a água no solo; reduz a temperatura contribuindo para diminuição das perdas dessa água por evapotranspiração (BERTONI & NETO, 2017).
- Pousio da área: durante o chamado vazio sanitário, busca-se favorecer o ciclo natural do ecossistema de plantas e animais, deixando que as plantas espontâneas cresçam e formem uma cobertura protetora contra os agentes do intemperismo, além de possibilitar maior conteúdo de matéria orgânica (BERTONI & NETO, 2017). Principalmente durante o período de estiagem no Semiárido.

2.4– Monitoramento Ambiental

O Monitoramento consiste em mensurar de forma sistemática algum tipo de processo, sendo necessário, para isso, coletas de dados em intervalos fixos ou não. Ele visa acompanhar e avaliar os impactos e ganhos promovidos no solo pelos diferentes manejos em agroecossistemas. Para tanto, são escolhidas Áreas Referência, que sofrem intervenção do projeto, e Áreas Testemunha, que não sofrem esses tipos de tratamentos (MDA, 2009).

Apesar de ambas as áreas serem comumente utilizadas por famílias agricultoras com a mesma finalidade e com características ambientais semelhantes, as Áreas Testemunha

Segundo mapa exploratório de reconhecimento de solos do estado do Piauí, elaborado pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA, esse Assentamento está situado sob mancha de Latossolo Amarelo, subclasse LA 33. Ele tem horizonte A moderado e se encontra em ambiente com vegetação de caatinga hipoxerófila (EMBRAPA, 1983).

Esses solos são normalmente profundos, porosos, bem drenados e sem pedregosidade. As condições físicas são consideradas como potencialidades desses solos, visto que permitem o crescimento radicular e tem bom equilíbrio entre a drenagem e retenção de água. Por outro lado as condições férteis são consideradas limitações, por sua baixa fertilidade natural (CAVALCANTI, 2008).

2.6 - Áreas escolhidas

A escolha das áreas seguiu critérios de representatividade dos cenários de: Área Referência, sofrer intervenção do projeto, e Área Testemunha, não sofrer intervenção do projeto.

Apesar de ambas as áreas serem comumente utilizadas por famílias agricultoras com a mesma finalidade (produção das culturas agrícolas da região) e com características ambientais semelhantes, a Área Referência apresenta práticas inovadoras de sustentabilidade, enquanto que a Área Testemunha constitui-se em práticas de manejo ambiental e produtivo atualmente em curso pelo território, mas que não necessariamente tenha caráter conservacionista e/ou de recuperação dos recursos naturais (MDA, 2009).

2.6.1 - Área Testemunha

O agricultor Cristino Elizeu de Souza tem 62 anos e desde 1999 deu início ao manejo do roçado de um hectare na figura suplementar 1 em Anexo. Inicialmente, as práticas utilizadas por ele foram a derrubada da vegetação nativa, seguindo da queimada e destoca, aração de morro a baixo para plantio em consórcio de milho, feijão, melancia e abóbora. Nos meses de crescimento vegetal eram feitas capinas com enxada até a colheita das culturas. No mês de abril eram colhidos o milho, o feijão e a abóbora, com destruição dos restos vegetais que sobram após a alimentação dos animais, e pousio da área até outubro. Desde 2012, ele adotou a aração na horizontal da declividade, em curva de nível, e manteve as demais atividades do ano. Essa cronologia pode ser visualizada na Figura 3.

O único tipo de adubação é o esterco dos animais fica sob o solo após se alimentarem do resto das culturas. A colheita das culturas é feita entre os meses de abril e maio e o pousio é iniciado no período de seca, que vai até outubro. O agricultor alega que nunca

fez uso de produtos químicos sintéticos ou de qualquer produto orgânico para adubação ou controle de microrganismos e insetos.

Meses	Manejo Tradicional	Manejo Tradicional com adaptações
Jan.	1ª Capina com enxada	1ª Capina com enxada
Fev.	2ª Capina com enxada	2ª Capina com enxada
Mar.	3ª Capina com enxada; Colheita da melancia	3ª Capina com enxada; Colheita da melancia
Abr.	Colheita do milho, feijão e melancia; Alimentação dos animais com o resto das culturas e destruição das sobras	Colheita do milho, feijão e melancia; Alimentação dos animais com o resto das culturas e destruição das sobras
Mai.	Colheita da abóbora, destruição dos restos vegetais	Colheita da abóbora, destruição dos restos vegetais
Jun.	Pousio	Pousio
Jul.		
Ago.		
Set.		
Out.	Preparo da terra feito de, morro a baixo (arado de tração animal)	Preparo da terra em curva de nível (arado de tração animal)
Nov.		
Dez.	Plantio do consórcio de milho feijão, melancia e abóbora	Plantio do consórcio de milho feijão, melancia e abóbora

1999 - Derrubada da vegetação nativa; Queima dos restos vegetais e Destoca

2012

2019

Figura 3 – Cronologia das práticas de manejo adotadas pela Área Testemunha

2.6.2 - Área Referência

A agricultora Maria de Fátima Ferreira tem 48 anos e começou a manejar o roçado de dois hectares em 2009 na figura suplementar 2 em Anexo. O início do preparo do solo foi feito com a derrubada da vegetação nativa seguido de queimada, destoca e adubação com esterco para plantio de milho, feijão e abóbora, nos meses seguintes era feita capina com enxada até a colheita dessas culturas em abril, com a destruição dos restos vegetais, quando se iniciava o período de pousio da terra. Após sua inserção no Projeto, em 2011, ela adotou manejo agroecológico de: preparo do solo com arado de tração animal; curvas de nível; enleiramento de garrancho; adubação orgânica; cultivo em faixas; consórcio de algodão, com milho, feijão e gergelim, além de abóbora e melancia; rotação das faixas de cultura; desbaste; capina com enxada; cobertura do solo e incorporação dos restos vegetais; colheita manual e pousio na época de seca, que vai de abril a outubro nessa região. Essa cronologia pode ser visualizada na Figura 4.

A agricultora também relata que nunca fez uso de produto químico sintético para adubação foliar e de solo, ou mesmo contra plantas e insetos. Em contrapartida, ela mesma prepara e aplica o biofertilizante para adubação foliar do algodão e defensivos naturais a base de angico, nem e fumo, reduzindo os custos de produção.

Meses	Manejo Tradicional	Manejo Agroecológico
Jan.	1ª Capina com enxada	1ª Aplicação de biofertilizante; Desbaste; 1ª Capina com enxada; Replanteio
Fev.	2ª Capina com enxada	2ª Aplicação de biofertilizante; Desbaste; 2ª Capina com enxada; Incorporação dos restos vegetais; Replanteio
Mar.	3ª Capina com enxada	3ª Aplicação de biofertilizante; 3ª Capina com enxada; Incorporação dos restos vegetais
Abr.	Colheita do milho feijão e melancia; Destruição dos restos vegetais	Colheita do milho, feijão, melancia e gergelim e cobertura do solo com os restos vegetais
Mai.	Colheita da abóbora; Destruição dos restos vegetais	Colheita do algodão e abóbora; Destruição dos restos vegetais do algodão
Jun.	Pousio	Pousio
Jul.		
Ago.		
Sep.		
Out.	Preparo da terra (arado de tração animal)	Preparo da terra (arado de tração animal)
Nov.		
Dez.	Adubação com esterco; Plantio do consórcio de milho, feijão e abóbora	Curva de nível; Enleiramento de garrancho; Adubação orgânica; Rotação das culturas; Plantio em faixas do consórcio de algodão, milho, feijão, gergelim, abóbora e melancia

2009 - Derrubada da vegetação nativa; Queima dos restos vegetais e Destoca.

2011

2019

ÁREA AGROECOLÓGICA

Vegetação nativa

↓

Figura 4 – Cronologia das práticas adotadas pela Área de Referência

2.7- Amostragem de solo

A coleta das amostras seguiu as recomendações do Guia Prático para Orientação de Monitoramento de Ganhos Ambientais no Projeto Sertão (MDA, 2009) alinhado com a metodologia adotada por Chen *et al.* (2013):

- 1) Foi georreferenciado o perímetro do roçado e selecionou um quadrante de dentro da malha amostral da área estudada;
- 2) Foi piqueteado e georreferenciado três pontos de coleta sobre uma linha em transecto, no terço médio da área e equidistantes entre si;
- 3) Em cada ponto, se coletou de amostras simples deformadas, com uso de sacos de polietileno sem furos, na profundidade de 0 a 20 cm, para determinar MO e indicadores químicos;
- 4) Nos mesmos pontos e profundidade, se coletou de amostras simples indeformadas, com trado tipo Uhland e anel volumétrico de 100 cm³ (Figura 5), para determinação dos indicadores físicos;



Figura 5 – Trado tipo Uhland e anéis volumétricos de 100 cm³ para coleta indeformada de amostra de solo

- 5) Cada amostra foi devidamente etiquetada para sua identificação durante a análise laboratorial e posterior interpretação dos resultados.

O período estabelecido para coleta foi na metade da estação chuvosa dessa região, ou seja, em fevereiro. As amostras simples foram consideradas como repetições ao longo do tempo para avaliar os indicadores mais sensíveis às práticas de manejo em sistemas agrícolas. Dessa forma, tem-se três repetições de dados por indicador a cada ano, tanto na Área Agroecológica, quando na Área Testemunha.

2.8 - Indicadores escolhidos

As amostras foram analisadas nos laboratórios de física do solo e de fertilidade do solo no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, que seguiram recomendações descritas no Manual de práticas laboratoriais: um guia para pesquisa (FIGUEREDO, et al. 2013). Já a análise de Matéria Orgânica foi feita em laboratório particular no Recife utilizando método do fotolorímetro empregando dicromato descrito por Walkley & Black (1934) e adaptado por Teixeira et al. (2017).

Os atributos químicos escolhidos foram: Fósforo (P) disponível obtido pelo extrator Melhich-1, pH (potencial hidrogeniônico), Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Saturação por Bases (V), Saturação por Alumínio (m), Matéria Orgânica (MO) e Estoque de Carbono (Est C).

Os atributos físicos escolhidos foram: Densidade do Solo (Ds), Porosidade Total (PT), Granulometria, Argila Natural (AN), Classe Textural (CT), Umidade volumétrica na capacidade de campo (Uvcc) e Água Disponível (AD).

2.9 - Análise dos Resultados

Por meio da estatística descritiva, média e desvio padrão amostral, os resultados dos indicadores foram comparados com os limites encontrados na literatura (Tabela 1) para observar o comportamento dos solos dessas áreas no ano de 2019.

Tabela 1 - Limites baixos e altos dos indicadores químicos e físicos do solo encontrados na literatura.

Atributos	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	Referências
Ph	5	5,3	7	8,4	9	Fernandes, 2008
P (mg.dm-3)	< 1,2	1,2	4,1	7,0	> 7,0	Cavalcanti, 2008
SB (cmolc.dm-3)	0	2,5	5,5	>5,5	-	Chaves, 1998
CTC (cmolc.dm-3)	0	6,5	-	-	18	Ribeiro, Contijo e Alvarez V., 1999
V %	0	50	70	80	>80	Chaves, 1998
MOS %	0	1,6	-	-	3,2	Glover et al., 2000
Ds (g/cm ³)	-	-	1,55	-	-	Camargo & Alleoni (1997)
PT (%)	-	-	50	-	-	Azevedo & Dalmolin (2006)
Uvcc/PT	0	0,55	-	-	-	Souza, 2005
AD/PT	0	0,125	-	-	-	Souza, 2005

pH: potencial hidrogeniônico; P: fósforo; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; MOS: matéria orgânica do solo; Ds: densidade do solo; PT: porosidade total; Uvcc/PT: relação entre umidade volumétrica na capacidade de campo e porosidade total; AD/PT: relação entre água disponível e porosidade total;

3. Resultados e Discussão

3.1 - Área Testemunha

3.1.1 - Indicadores químicos

A seguir serão apresentados os resultados de pH, fósforo (P), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V), matéria orgânica (MO) e estoque de carbono (Est C) que estão sendo comparados com os limites da tabela 1.

O valor da média do pH (5,9) para a profundidade de 0-20 cm de solo (Tabela 2) encontrado nesse solo foi classificado como Baixo quando comparados com os limites propostos por Fernandes (2008). Segundo Malavolta (1981), é na faixa de pH entre 6,0 e 7,0 onde se encontram as melhores condições químicas para boa disponibilidade de nutrientes no solo. Então, pode-se inferir que esse solo está praticamente dentro dos parâmetros favoráveis para o desenvolvimento das culturas.

O valor encontrado na média de Fósforo (P) disponível foi 5,5 mg.dm⁻³, na camada de 0-20 cm (Tabela 2). Ao ser comparado com o limite estabelecido por Cavalcanti (2008) recebeu classificação de Médio.

O valor da média de soma de bases (SB), 4,3 cmolc.dm⁻³ em 0 a 20 cm de espessura de solo (Tabela 2), foi classificado como Baixo quando comparado com os limites proposto por Chaves (1998).

A CTC apresentou valor de média de 5,5 cmolc.dm⁻³ na profundidade de 0-20 cm (Tabela 2), sendo avaliada como Baixo, segundo comparação com os limites propostos por Ribeiro, Contijo e Alvarez V. (1999).

O valor da média de saturação por bases (V) se apresentou em 78,6% (Tabela 2) em 0-20 cm, sendo classificada como Médio, quando comparada com os valores estabelecidos por Chaves (1998), mostrando ser um solo eutrófico, ou seja, 78,6% das bases trocáveis estão disponíveis para absorção das plantas.

Os valores observados na média da MO indicam teores Baixo de 1,8% (Tabela 2) na profundidade de 0-20 cm, mesmo estando ligeiramente acima do limite baixo proposto por Glover et al. (2000). Essa MO é responsável por melhorar a aeração ajudando no crescimento das plantas, além de favorecer a capacidade de retenção de água nos solos, o que vai contribuir para o cultivo em épocas secas (Bertoni & Neto, 2017).

O valor da média de Est C na profundidade de 0-20 cm foi de 26,5 t.ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 – Estatísticas descritiva dos indicadores químicos na profundidade 0-20 cm da Área Testemunha

	Ponto	P	pH	SB	CTC Potencial	V	MO	Est C
		mg/dm ³	H ₂ O	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	%	t/há	
Profundidade 0-20 cm	Pt. 1	3,00	5,30	2,88	6,05	46,68	1,81	27,74
	Pt. 2	5,00	5,50	3,97	4,07	97,24	1,55	23,37
	Pt. 3	8,5	6,95	5,99	6,48	91,81	1,94	28,24
Estatística Descritiva	Média	5,5	5,9	4,3	5,5	78,6	1,8	26,5
	Desvio Padrão	2,78	0,90	1,58	1,28	27,76	0,20	2,68

P=fósforo; pH=Potencial hidrogeniônico da água; SB=soma de bases; CTC potencial=capacidade de troca catiônica potencial; V=saturação por bases; MO=matéria orgânica; Est c=estoque de carbono

3.1.2 - Indicadores físicos

A seguir serão apresentados os resultados de densidade do solo (Ds), porosidade total (PT) relação entre a unidade volumétrica na capacidade de campo com a porosidade

total (Uvcc/PT) e relação entre a água disponível com a porosidade total (AD/PT) que estão sendo comparados com os limites da tabela 1.

Segundo análise granulométrica esse solo, a classe textural como franco-argilo-arenosa, para a profundidade estudada (Tabela 3).

A média da Densidade desse solo (Ds) se apresentou com valores abaixo do nível crítico (1,3 g.cm-3) para a profundidade de 0-20 cm (Tabela 3) quando comparados com os limites propostos por Camargo e Alleoni (1997). Observando esses valores, podemos dizer que esse solo não sofre com problemas de compactação e permite bom desenvolvimento radicular e facilita a entrada de água no seu perfil.

A média da PT desse solo foi de 49,9% na camada de 0-20 cm (Tabela 3), sendo classificada como Médio. Considerando que o limite mínimo é de 50% (Azevedo & Dalmolin, 2006) esse solo pode ser considerado como dentro dos limites de boa capacidade de reter água, aerar o solo e permitir o crescimento das raízes.

A relação de Uvcc/PT se apresentou com valor de 1,0 na profundidade 0-20 cm (Tabela 3), sendo classificada Alto quando comparada com o limite proposto por Souza (2005).

A relação AD/PT mostrou valores de 0,5 na camada estudada (Tabela 3), mostraram-se acima do limite proposto por Souza (2005). Por isso, foi classificada como Alto. Ou seja, 50% da água encontrada nos poros se encontra disponível para absorção com as plantas, onde o limite mínimo é de 12,5%.

Tabela 3 – Estatísticas descritiva dos indicadores físicos na profundidade 0-20 cm da Área Testemunha

	Ponto	Ds	PT	AG	AF	S	A	AN	CT	Uvcc	AD	Uvcc/PT	AD/PT
		g/cm3	%	Granulometria (%)				%		0.33 Atm	%		
Profundidade 0-20 cm	Pt. 1	1,33	48,54	27,00	35,50	10,50	27,00	10,00	FGA	44,38	21,22	0,91	0,44
	Pt. 2	1,3	49,71	25,0	34,0	14,0	27,0	9,0	FGA	52,13	24,05	1,05	0,48
	Pt. 3	1,26	51,45	28,50	32,00	15,50	24,00	8,00	FGA	58,56	28,88	1,14	0,56
Estatística Descritiva	Média	1,3	49,9	26,8	33,8	13,3	26,0	9,0	FGA	51,7	24,7	1,0	0,5
	Desvio Padrão	0,04	1,46	1,76	1,76	2,57	1,73	1,00	-	7,10	3,88	0,11	0,06

Ds=Densidade do solo; PT=porosidade total; AG=areia grossa; AF=areia fina; S=silte; A=argila; AN=argila natural; CT=classe textural; Uvcc=umidade volumétrica na capacidade de campo; AD=água disponível; Uvcc/PT=relação neteumidade volumétrica na capacidade de campo com a porosidade total; AD/PT=relação entre a água disponível com a porosidade total; FGA=franco-argilo-arenoso

3.2 - Área Referência

3.2.1 - Indicadores químicos

A seguir serão apresentados os resultados de pH, fósforo (P), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V), matéria orgânica (MO) e estoque de carbono (Est C) que estão sendo comparados com os limites da tabela 1.

O valor do pH (7,35) levemente acima do neutro (Fernandes, 2008) encontrado na camada de 0-20 cm desse solo (Tabela 4) pode estar relacionado com os teores de cátions básicos (Ca^{+2} e Mg^{+2}) e baixos teores de acidez trocável ($\text{Al}^{+3} + \text{H}$), como observado por Santiago (2015). Essa relação pode ser melhor compreendida quando observado os valores da média de soma de bases (SB) que apontaram 9,37 cmolc/dm³, sendo classificado como Nível Alto quando comparados com os limites proposto por Chaves (1998).

A média encontrada de fósforo (P) disponível foi de 13,83 mg.dm⁻³ (Tabela 4) na profundidade de 0-20 cm. Ao ser comparada com o limite estabelecido por Cavalcanti (2008) foi classificada como Muito Alto (Tabela 1). Esse macronutriente é de fundamental importância para os processos fisiológicos das plantas e tem ligação direta com a MO (Brady e Weil, 2013).

A CTC apresentou média de 10,01 cmolc.dm⁻³ (Tabela 4) na profundidade de 0-20 cm, sendo classificada no limite Médio quando comparada com os valores propostos por Ribeiro, Contijo e Alvarez V. (1999) (Quadro 1). Brady & Weil (2013) afirmaram que aumento gradativo da CTC está ligado ao incremento de COT no solo contido na MO, visto que este contribui para elevar as cargas negativas do solo que influencia na adsorção de cátions, elevando assim a CTC.

A saturação por bases (V) apresentou valor de média de 93,31% (Tabela 4) na camada de 0-20 cm, sendo classificada como Muito Alto, quando comparado aos limites estabelecidos por Chaves (1998), mostrando ser um solo eutrófico, ou seja, 93,31% das bases trocáveis estão disponíveis para absorção das plantas.

O valor observado na média da MO indica teor Baixo de 1,83% em 0-20 cm de espessura de solo (Tabela 4), mesmo estando ligeiramente acima do limite baixo proposto por Glover et al. (2000). Esse fenômeno pode ser explicado devido a interferência que a matéria orgânica sofre pelos agentes do intemperismo da região Semiárida, que aceleram sua decomposição.

O valor da média de Est C foi de 26,08 t.ha⁻¹ (Tabela 4) na profundidade de 0-20 cm.

Tabela 4 – Estatísticas descritiva dos indicadores químicos na profundidade 0-20 cm da Área Referência

	Ponto	P	pH	SB	CTC Potencial	V	MO	Est C
		mg/dm ³	H ₂ O		cmolc/dm ³	%		t/há
Profundidade 0-20 cm	Pt. 1	13,50	7,35	8,75	9,40	93,00	1,66	23,12
	Pt. 2	10,00	7,15	8,53	9,52	89,44	1,89	27,74
	Pt. 3	18	7,55	10,84	11,12	97,48	1,94	27,37
Estatística Descritiva	Média	13,83	7,35	9,37	10,01	93,31	1,83	26,08
	Desvio Padrão	4,01	0,20	1,27	0,96	4,03	0,15	2,57

P = fósforo; pH = Potencial hidrogeniônico da água; SB = soma de bases; CTC potencial = capacidade de troca catiônica potencial; V = saturação por bases; MO = matéria orgânica; Est c = estoque de carbono

3.2.2 - Indicadores físicos

A seguir serão apresentados os resultados de densidade do solo (Ds), porosidade total (PT) relação entre a umidade volumétrica na capacidade de campo com a porosidade total (U_{vcc}/PT) e relação entre a água disponível com a porosidade total (AD/PT) que estão sendo comparados com os limites da tabela 1.

Segundo análise granulométrica esse solo apresenta classe textural de franco-argilo-arenosa, para a camada estudada (Tabela 5).

A média da densidade (Ds) se apresentou com valor abaixo do nível crítico (1,23 g.cm⁻³) na profundidade de 0-20 cm (Tabela 5). Camargo e Alleoni (1997) assinalaram como crítico, em solos de textura franco-argilosos a argiloso, o valor de Ds de 1,55 g/cm³, observando que esse solo apresentava problemas de enraizamento para as culturas, indicado a necessidade de adoção de práticas agrícolas para a redução da Ds. Quanto maior o valor da densidade, mais compactado se encontra o solo e isso dificulta a aeração, infiltração de água e crescimento vegetal. Pesquisadores verificaram que a redução da Ds está relacionado com o aumento do COT encontrado na MO, avaliando sistemas que utilizavam adubação verde e cobertura do solo como praticas de manejo (CUNHA et al., 2011).

A média da porosidade total (PT) desse solo foi de 52,45% sendo classificada como Médio (Tabela 5) para a camada de 0-20 cm de solo. Considerando que o limite mínimo para boa qualidade é de 50% (Azevedo & Dalmolin, 2006). Esse solo pode ser considerado como dentro dos limites de boa capacidade de reter água, aerar o solo e permitir o crescimento das raízes.

A relação de Uvcc/PT se apresentou com valor de 0,88 em 0 a 20 cm de profundidade, sendo classificada como Limite Alto (Tabela 5) quando comparada com o limite proposto por Souza (2005).

A relação AD/PT mostrou valor de 0,47 (Tabela 5) mostrou-se acima do limite proposto por Souza (2005), na profundidade de 0-20 cm. Por isso foi classificada como Limite Alto. Ou seja, 47% da água encontrada nos poros se encontra disponível para absorção das plantas, onde o limite mínimo é de 12,5%.

Tabela 5 – Estatísticas descritiva dos indicadores físicos na profundidade 0-20 cm da Área Referência

	Ponto	Ds	PT	AG	AF	S	A	A N	CT	Uvcc	AD	Uvcc/PT	AD/PT
		g/cm3	%	Granulometria (%)				%		0.33 Atm	%		
Profundidade 0-20 cm	Pt. 1	1,2	53,58	25,5	31,5	18	25,0	11,0	FGA	49,31	25,19	0,92	0,47
	Pt. 2	1,265	50,96	24	32	19,5	24,5	10,0	FGA	36,47	20,47	0,71	0,40
	Pt. 3	1,22	52,81	26,50	31,50	22,00	20,00	7,00	FA	52,93	27,80	1,00	0,53
Estatística Descritiva	Média	1,23	52,45	25,33	31,67	19,83	23,17	9,33	FGA	46,23	24,49	0,88	0,47
	Desvio Padrão	0,03	1,34	1,26	0,29	2,02	2,75	2,08	-	8,65	3,71	0,15	0,06

Ds = Densidade do solo; PT = porosidade total; AG = areia grossa; AF = areia fina; S = silte; A = argila; AN = argila natural; CT = classe textural; Uvcc = umidade volumétrica na capacidade de campo; AD = água disponível; Uvcc/PT = relação nete umidade volumétrica na capacidade de campo com a porosidade total; AD/PT = relação entre a água disponível com a porosidade total; FGA = franco-argilo-arenoso; FA = franco-arenoso

4. CONCLUSÕES

- A) A Área Testemunha apresentou atributos físicos de qualidade do solo: densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), relação entre a umidade volumétrica na capacidade de campo com a porosidade total (U_{vcc}/PT) e relação entre a água disponível com a porosidade total (AD/PT), enquanto que os atributos químicos de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e matéria orgânica (MO) se encontraram abaixo dos limites propostos pela literatura. Essa baixa fertilidade implica diretamente na diminuição da capacidade produtiva do solo ao longo do tempo. Tais resultados mostram que, independente das práticas adotadas, essa área representa bem as características naturais do tipo de solo (bom desenvolvimento das propriedades físicas e baixa fertilidade), sem contribuir significativamente para melhoria do solo.
- B) A Área Referência apresentou atributos de manutenção da qualidade de solo quando comparados com os limites dados na literatura, os químicos: pH, fósforo (P), soma de bases (SB), saturação por bases (V), matéria orgânica (MO); e os físicos: densidade do solo (Ds), porosidade total (PT) relação entre a umidade volumétrica na capacidade de campo com a porosidade total (U_{vcc}/PT) e relação entre a água disponível com a porosidade total (AD/PT). Logo, é possível supor que os altos valores dos indicadores químicos podem estar relacionados com os manejos de curva de nível, plantio em faixas, adubação verde, aplicação de biofertilizante, cobertura do solo com os restos vegetais e incorporação dos mesmos no solo.
- C) Os valores semelhantes de U_{vcc}/PT e AD/PT nas duas áreas podem ser associados aos manejos de curva de nível e diversificação de culturas que atualmente são praticados nas duas áreas.
- D) As médias praticamente iguais encontradas no estoque de carbono (Est C) para as duas áreas podem ser justificadas por que as duas apresentaram manejos de preparo do solo semelhantes (arado de tração animal).
- E) É necessário que ambas as áreas consigam estabelecer aportes contínuos de resíduos vegetais, assim como pratiquem o mínimo revolvimento das camadas, com intuito de preservar e aumentar os níveis de carbono no solo. Tal efeito pode ser conseguido através das práticas agroecológicas e de conservação do solo, visto que elas contribuem significativamente para melhoria da capacidade produtiva e ambiental dos sistemas.
- F) Considerando o Carbono (C) como atributo chave de qualidade do solo, é de fundamental importância ampliar nas áreas manejadas a adoção de práticas conservacionistas baseadas no mínimo preparo de solo, rotação de culturas e cobertura permanente do solo (eliminando o pousio) nessas áreas.

5. REFERENCIAS

ALTIERE, M. A. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Boulder: Westview Press, 1987.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 41 p. : il. (Embrapa Florestas. Documentos, 73). ISSN 1517-536X.

AZEVEDO, A. C. & DALMOLIN, R. S. D. Solos e ambiente: Uma introdução. 2 ed. Santa Maria, Pallotti, 2006. 100 p.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais & subtropicais – 2. Ed. Ver. E atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7-17.

BERTONI, J.; NETO, F. L. Conservação do Solo. São Paulo: Ícone, 2017. – 10ª edição.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Portaria 89, de 16 de março de 2005. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RE_89_16_03_2004.pdf> Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2018. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/item/191.html>>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 132p.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F., PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, p.147-157, 2009.

CARTER, M.R. Organic matter and sustainability. In: REES, R.M.; BALL, B.C.; CAMPBELL, C.D.; WATSON, C.A. (Eds.) **Sustainable management of soil organic matter**. Wallingford: CABI Publishing, 2001. p.9-22.

CASTRO FILHO, C.; LOGAN, T.J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Science Society of America Journal, v.55, p.1407-1413, 1991.

CAVALCANTI, F. J. DE A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: segunda aproximação. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, IPA, 2008. 212p.

COSTA, O.V.; CANTARUTTI, R.B.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M.; NACIF, P.G.S.; FARIAS, J.C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. R. Bras. Ci. Solo, p.1137-1145, 2009.

CHAVES, L. H. G.; MENINO, I. B.; ARAÚJO, I. A.; CHAVES, I. B. 1998. Avaliação da Fertilidade dos Solos das Várzeas do Município de Sousa, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3, p.262-267.

CHEN, Y. D. WANG, H.Y.; ZHOU, J. M.; XING, L.; ZHU, B. S.; ZHAO, Y. C. & CHEN, X. Q. Minimum data set for assessing soil quality in farmland of Northeast China. *Pedosphere* 23(5): 564-567, 2013. ISSN 1002-0160/CN 32-1315/P. *Soil Science of China*. p. 564-567.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, SSSA, 1994. p.1-20. (Special, 35).

FAO. 2018. THE 10 ELEMENTS OF AGROECOLOGY GUIDING THE TRANSITION TO SUSTAINABLE FOOD AND AGRICULTURAL SYSTEMS. Disponível em <fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf>. Acessado em 10 de fevereiro de 2020.

FERNANDES, C. A. F. Avaliação da qualidade do solo em áreas de cacau cabruca, mata e policultivo no sul da Bahia. Ilhéus, BA: UESC, 2008.

FERREIRA, A. O. Compartimentos da matéria orgânica do solo como indicadores do sequestro de carbono em sistema plantio direto de longa duração. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Ponta Grossa, julho -2009.

FIGUEREDO, M. V. B.; et al. Manual de práticas laboratoriais: um guia para pesquisa. – Recife, PE: Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, 2013. 400p. ISBN 978-85-60827-08-4.

FRAGA, V.S. & SALCEDO, I.H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi arid soils under subsistence farming. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68:215-224, 2004.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P. E ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 80:29-45, 2000.

IBGE. Semiárido Brasileiro: o que é. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em 09/06/2020.

KARLEN, D.L.; ANDREWS, S.S. & DORAN, J.W. Soil quality: Current concepts and applications. *Adv. Agron.*, 74:1-40, 2001.

MAPA; EMBRAPA; FEBRAPDP. O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Brasília, 2011, 75 p. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/o-aquecimento-global-e-a-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono.pdf>.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubações. 3ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607p.

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário. Guia Prático de Monitoramento de Ganhos Ambientais nas Ações do Projeto Sertão. Projeto Dom Helder Câmara – Projeto Sertão. Recife, abril de 2009.

OLIVEIRA, A. L. T. Avaliação de práticas de manejo nos atributos químicos e na perda de solo em região semiárida. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2015.

PRIMAVESI, ANA. Cartilha do Solo: Como Reconhecer e Sanar seus Problemas. Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST. São Paulo – SP. 1ª edição - setembro de 2009.

SA, J. C. M. ; SA, M. F. M. ; SANTOS, J.B. ; FERREIRA, A. O. Dinâmica da Matéria Orgânica nos Campos Gerais.. In: I. Santos, Gabriel de Araújo (Ed.). II. Silva, Leandro Souza da (Ed.). III. Canellas, Luciano Pasqualoto (Ed.). IV. Camargo, Flávio A. deO.(Ed).. (Org.). Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais. 2 ed. Porto Alegre: Metropole, v. 1, p.443-461, 2008.

SOUZA, A. L. V. Avaliação da qualidade de um Latossolo Amarelo Coeso argissólico dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. 2005. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas. 2005.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; ARAÚJO, A. C. M.; ESCOBAR, M. E. O.; XAVIER, F. A. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; OLIVEIRA, T. S. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p.: 784-795, 2013.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, V. S. B. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais & subtropicais – 2. Ed. Ver. E atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.419-441.

SAMPAIO, E. V. S. B. & COSTA, T. L. Estoques e fluxos de carbono no semiárido nordestino: Estimativas preliminares. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.6, p.: 1275-1291, 2011.

SANTIAGO, Fábio dos Santos et al. Avaliação da qualidade do solo em sistemas de cultivo irrigado agroecológico e convencional no semiárido do Rio Grande do Norte. Tese de Doutorado - Universidade Federal Rural de Pernambuco; UFRPE, 2015.

STUCHI, J. F. Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

RIBEIRO, A.C; GONTIJO, P. T. G & ALVAREZ V., V. H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5a aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A. & TEIXEIRA, W. G. Manual de Métodos de Análise de Solo. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017. 574 p. : il. color. ISBN 978-85-7035-771-7.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. Soil Science Society of America Journal, v.58, p.175-180, 1994.

Vezzani, F. M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Tese de Doutorado em Ciência do Solo. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (184p.) Outubro, 2001.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934.

ANEXOS



Figura Suplementar 1 - Imagem de satélite do perímetro do roçado do agricultor Cristino Elizeu de Souza em época de pousio depois da colheita, no início da estação seca. Fonte: Caderno de Monitoramento dos Ganhos Ambientais em Solos de Sistemas Agroecológicos no Município de São Raimundo Nonato – PI



Figura Suplementar 2 - Imagem de satélite do perímetro do roçado da agricultora Maria de Fátima Ferreira em época de pousio depois da colheita, no início da estação seca. Fonte: Caderno de Monitoramento dos Ganhos Ambientais em Solos de Sistemas Agroecológicos no Município de São Raimundo Nonato - PI