



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA
SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**



ESTHER RAMOS SANTOS SILVA

**Fertilidade de Solo e Estoque de Carbono em áreas de
Produção Agroecológica no Estado de Sergipe.**

São Cristóvão

2025.1



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA
SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**



ESTHER RAMOS SANTOS SILVA

**Fertilidade de Solo e Estoque de Carbono em áreas de
Produção Agroecológica no Estado de Sergipe.**

Orientador: Prof. Dr. Airon José da Silva

Monografia apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Sergipe como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão

2025.1



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA



**ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO
MONOGRAFIA**

A Banca Examinadora, composta por Airon José da Silva, Alexandre de Siqueira Pinto e Kairon Rocha Andrade, sob a presidência do primeiro, reuniu-se às 09:30 horas do dia 10/09/2025, na sala 06 do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, para avaliar a monografia intitulada “**Fertilidade de Solo e Estoque de Carbono em áreas de Produção Agroecológica no Estado de Sergipe**”, apresentada pelo(a) discente **Esther Ramos Santos Silva** do Curso de Ecologia - Bacharelado, matriculado(a) na UFS sob o nº 202000075248. Dando início às atividades, o(a) Presidente da Sessão passou a palavra ao (à) discente para proceder à apresentação da monografia. A seguir, o primeiro examinador fez comentários e arguiu o(a) discente, que dispôs de igual período para responder ao questionamento. O mesmo procedimento foi seguido com o segundo examinador. Dando continuidade aos trabalhos, o (a) Presidente da Banca Examinadora, agradeceu os comentários e sugestões dos demais membros. Com base nos preceitos estabelecidos pela Instrução Normativa 01/2020/DECO, que normatiza a elaboração e avaliação das monografias do Curso de Ecologia – Bacharelado, a Banca Examinadora decidiu pela aprovação da discente com a média 7,5 (Sete e meio). Nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou essa Ata que será assinada pelos seus membros e, em seguida, pelo (a) discente avaliado(a).

Cidade Universitária “Prof. José Aloísio de Campos, 11 de setembro de 2025.

Prof. Orientador(a) – Presidente

1º Examinador(a)

2º Examinador(a)

Discente

AGRADECIMENTOS:

Primeiramente, agradeço ao meu criador, DEUS, como criatura me sustentou até aqui, nos meus momentos de dúvidas e angústias bati na sua porta e abriu, invoquei e obtive resposta. Segundo o Salmos capítulo 121, versículo 1-2 "Elevo os meus olhos para os montes; de onde me vem o socorro?". "O meu socorro vem do Senhor, que fez os céus e a terra". O senhor não deixa os filhos dele envergonhados nem confundidos.

Em seguida, a minha mãe, que é uma rocha e um grande exemplo para mim. E como uma boa mãe ora pela minha vida e deseja o melhor para mim. Feliz é o filho que sua genitora zela e pede para Deus está na vida do filho.

Sou grata também à Universidade Federal de Sergipe e a todos os professores dentro e fora do departamento de ecologia que lecionaram para mim, pois não sairei a mesma que iniciei a cada período, foi um aprendizado novo, um posicionamento e decisão de busca, ampliar o repertório e não se contentar com o básico e ficar em estado de repouso. A minha amiga Ivana Priscila, Jenisson e todos os colegas da turma 2021.1 desejo tudo de bom. As pessoas que entraram no meu caminho, visto que tem indivíduo que chega para nos ensinar algo e sai tem outros que chegam e ficam.

Sou grata ao Dr. Prof. Airon José da Silva por aceitar o convite de ser seu orientador, durante essa trajetória, sem auxílio de transporte, mas não deixamos de acreditar que a busca por conhecimento é o caminho e a principal ferramenta de liberdade para a humanidade a fim de sair da ignorância e sempre busca o que ainda não foi descoberto. A Profa. Dra. Gláucia Barretto, pela apresentação de duas propriedades para realização da pesquisa. Aos agricultores por ter permitido que coletasse o solo em sua propriedade. Grata ao laboratório de Remediação do Solo e a Kairon Rocha que ajudou e orientou a realização das análises e o estagiário, Mateus, por ter me ajudado.

Sumário:

Resumo	8
ABSTRACT.....	9
1Introdução.....	10
2-Referencial Teórico.....	13
2.1Agroecologia.....	13
2.2 Manejo Agroecológico do Solo.....	14
2.3 Fertilidade do solo em sistemas agroecológicos.....	16
2.4 Estoque de Carbono em Sistemas Agroecológicos.....	17
3- Material e Métodos.....	18
4- Resultados e Discussão.....	25
5- Conclusões.....	30
6- Referências Bibliográficas.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização dos pontos de coleta das amostras de solo no estado de Sergipe, com as áreas georreferenciadas nos locais que ocorreram as coletas de solos. Fonte: Iuri Oliveira, 2025.....	19
Figura 2: Propriedade de Flávio Bispo. Foto: Esther Ramos, 2025.....	21
Figura 3: Propriedade de Fernando Jasmim. Foto: Esther Ramos,2025.....	23
Figura 4: Propriedade de Dedé. Foto: Esther Ramos, 2025.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações resumidas sobre as quatro propriedades estudadas.....	23
Tabela 2. Valores de acidez ativa, acidez trocável, acidez potencial e matéria orgânica dos olhos.....	25
Tabela 3. Resultados de cálcio+magnésio, cálcio, magnésio trocáveis e a relação cálcio:magnésio.....	26
Tabela 4. Resultado de fósforo disponível, potássio trocável e sódio trocável dos solos...	27
Tabela 5. Resultado de soma de bases (SB), CTC efetiva (t) e potencial (T) e saturações por base (V), alumínio (m) e sódio (PST).....	28

RESUMO:

A agroecologia desperta cada vez mais interesse, tanto no meio acadêmico quanto no campo. Essa ciência apresenta a possibilidade de desenvolver agricultura voltada à sustentabilidade com o uso múltiplo do solo. A fertilidade do solo é a capacidade do solo ceder nutrientes às plantas, considerando a espécie a ser cultivada. O estoque de carbono leva em conta o acúmulo e a reserva de uma determinada quantidade de carbono em um dado compartimento. O solo supera o estoque de carbono da atmosfera entre duas a três vezes. O objetivo deste estudo foi analisar a fertilidade do solo e o estoque de carbono em solo em áreas de produção agroecológica de produtores do estado de Sergipe. Foram coletadas 48 amostras compostas de solos para o estudo do estoque de carbono e 16 amostras compostas para o estudo da fertilidade do solo. Os dados obtidos foram submetidos a estatística descritiva. Os solos das propriedades apresentam de média a alta fertilidade, indicando bom manejo da fertilidade do solo por parte dos agricultores. O estoque de carbono orgânico apresentou tendência de aumento, considerando que a mediana está superior à média dos dados avaliados. Os resultados permitem concluir que ajustes são necessários em todas as propriedades, visando melhorar ainda mais a fertilidade do solo e o estoque de carbono orgânico, e corrigir pequenos problemas de fertilidade do solo observado, como fósforo médio, potássio médio, cálcio e cálcio mais magnésio baixos, níveis baixos CTC efetiva e potencial.

Palavras-chave: Agroecologia, matéria orgânica, fertilidade do solo.

ABSTRACT:

Agroecology is increasingly attracting interest, both in academia and in the field. This science presents the possibility of developing agriculture focused on sustainability with multiple land uses. Soil fertility is the soil's ability to provide nutrients to plants, considering the species to be cultivated. Carbon stock takes into account the accumulation and reservation of a certain amount of carbon in a given compartment. Soil stores carbon two to three times more than the atmosphere. The objective of this study was to analyze soil fertility and soil carbon stock in agroecological production areas of producers in the state of Sergipe. Forty-eight composite soil samples were collected for the study of carbon stock and 16 composite samples for the study of soil fertility. The data obtained were subjected to descriptive statistics. The soils on the properties have medium to high fertility, indicating good soil fertility management by farmers. The organic carbon stock showed an increasing trend, considering that the median is higher than the average of the data evaluated. The results allow us to conclude that adjustments are necessary on all properties, aiming to further improve soil fertility and organic carbon stock, and correct minor soil fertility problems observed, such as medium phosphorus, medium potassium, low calcium and calcium plus magnesium, low effective and potential CEC levels.

Key-words: Agroecology, organic matter, soil fertility.

1- Introdução

A agricultura é uma das atividades mais antigas que a humanidade já executou. Ela permite que o homem deixe a monogamia e estabeleça raízes em um determinado lugar. Logo, foram gerados vários modelos de produção agrícola que produzem alimentos com interferência nos ecossistemas naturais. A resposta imediata aos impactos ambientais e sociais foi o surgimento da agricultura alternativa. Diante de várias definições e interpretações, a agroecologia trabalha a favor da natureza.

A escolha pela agroecologia e mudança de deixar um modelo de produção agrícola que domina e doméstica a natureza, com a finalidade de executar apenas uma única espécie de cultura em grande escala para um sistema sustentável que utiliza os fluxos de energia dentro dos sistemas, é mais que priorizar a rotação e consórcio de culturas é chamar atenção para mudanças nas relações sociais, produção de alimentos saudáveis, justos e acessíveis.

Ao optar pela agricultura alternativa terão que planejar e incorporar princípios e tecnologias de base ecológica, que tipo de recursos renováveis disponível no local irá usar, as técnicas de manejo entre outras tomadas de decisões, porém é necessário relatar que os resultados serão de imediato, pois pode durar um determinado tempo para o resultado desejado.

Porém, Macrae et al. (1990) enfatiza que para um sistema convencional passar a ser sustentável levará de três a seis anos, porque será necessário que os resíduos tóxicos associados aos métodos convencionais de produção não impeçam que os processos biológicos atinjam um novo equilíbrio necessário, entretanto, ele também assegura que essa dinâmica pode variar, e que os lucros podem se recuperar em dois a três anos, mas recomenda começar convertendo pequena parte da fazenda, podendo variar entre 10% a um terço da propriedade.

Esse fenômeno de transição também está ocorrendo no estado de Sergipe verifica-se que a disseminação da agricultura orgânica em Sergipe está ocorrendo a partir da construção de novos valores de convivência social e ambiental em associação com as mudanças nas práticas de manejo (Santos et al, 2014). Em 29 de maio de 2018, o Decreto nº 40.051 regulamenta a Lei nº 7.270, de 17 de novembro de 2011, que dispõe sobre os incentivos à implantação de Sistemas de Produção Agroecológica pelos agricultores familiares.

Rede de Agroecologia Plantar para a Vida (RAPV), tem entre suas finalidades: promover a agroecologia; realizar atividades de acompanhamento técnico e extensão rural; promover a igualdade de oportunidades e direitos entre homens e mulheres; e promover o desenvolvimento sustentável e solidário. A Rede está em formação desde fevereiro de 2017, mas seus membros se reconhecem como um SPG consolidado a partir de novembro daquele ano. Atualmente, é

composta por quatro colaboradores técnicos e 30 famílias agricultoras organizadas em quatro Grupos: Manancial (08 famílias) – Assentamento Campo Alegre, Umbaúba/SE, e Assentamento 5 de Janeiro (Povoado Tabuleiro dos Cágados), Indiaroba/SE; Agroflorestando SE (7 famílias) – São Cristóvão, Itaporanga D’ajuda, Pedrinhas e Tobias Barreto; Vida Saudável (4 famílias) – Povoado Colônia 13, Estância; e Renovando a Terra (11 famílias) – Salgado. Esses grupos formam, até o momento, o único Núcleo da Rede, segundo Manos et al. (2019).

Os estudos sobre a temática de agroecologia já executados dentro do estado de Sergipe desenrolaram-se sobre: potencialidades, regiões abrangentes, perfil do agricultor, dificuldades socioeconômicas, comercialização dos alimentos agroecológicos entre outros. Portanto, dentro dessa temática foram abordados a fertilidade do solo, manejo agroecológico, com o intuito de analisar se a tomada de decisões dos produtores está trazendo benefícios para o solo.

Esse trabalho tem como justificativa a ausência de estudos ou poucos trabalhos existentes sobre a fertilidade desses solos, em especial para o estado de Sergipe. Acrescentamos ainda mais a ausência de estudos voltados ao estoque de carbono no solo, associado às práticas agrícolas de manejo agroecológico.

A fertilidade do solo tem sido conceituada como "a capacidade do solo de ceder elementos essenciais às plantas" (Raij, 1981; Braga, 1983). Alguns autores (Malavolta, 1976; Raij, 1981) acrescentam que esta capacidade, para não apresentar limitações, deve ser mantida durante todo o crescimento e desenvolvimento da planta, mesmo que esta deixe de absorver ou utilizar, numa determinada fase de seu ciclo. Dessa forma, o solo fértil, podemos concluir que é um solo produtivo, ou seja, todo solo produtivo apresenta boa fertilidade. A fertilidade é um processo dinâmico, o solo pode ser fértil sem ter a existência de um determinado cultivo e pelo fato de não sofrer nenhum tipo de manejo, podendo ser um resultado de causas naturais, ou pode ter sido formado através de adição de nutrientes ao solo durante o cultivo.

Outro fator importante é a baixa fertilidade do solo está relacionado com a erosão, provocada por causas naturais ou até mesmo por exaustão do solo, e que pode ser corrigida facilmente, mediante a reposição de nutrientes via adubação mineral e/ou orgânica, bastando para isso que o agricultor faça uso da análise de solo e de planta para diagnosticar possíveis problemas (Devechio, 2023).

O carbono entra no sistema por meio da atividade fotossintética de plantas, o que demonstra a importância de sistemas de manejo altamente produtivos, que, associados a um manejo do solo adequado, podem promover aumentos consideráveis no estoque de matéria orgânica do solo - MOS (Bayer *et al.*, 2000; Sisti *et al.*, 2004). Cabe destacar que a matéria

orgânica do solo é essencial no ciclo global do carbono, pois representa o maior reservatório de carbono terrestre, compreendendo cerca de duas vezes a quantidade de carbono na atmosfera e na biomassa vegetal (Bruce *et al.*, 1999; Swift, 2001), desempenhando papel crucial no sequestro do carbono (Stevenson, 1994).

A agroecologia sugere alternativas sustentáveis em substituição às práticas predadoras da agricultura capitalista e à violência com que a terra foi forçada a dar seus frutos. A agroecologia não é somente uma caixa de ferramentas ecológicas para ser aplicada pelos agricultores. Da maneira como é trabalhada por alguns autores, mas sim as condições culturais e comunitárias em que estão imersos os agricultores, sua identidade local e suas práticas sociais são elementos centrais para a concretização e apropriação social de suas práticas e métodos (Leff, 2002).

Ela é transdisciplinar, pois valoriza diferentes formas de conhecimentos e experiências direcionadas para a transformação do sistema alimentar (Gliessman, 2018). Portanto, tem como benefícios: aumentar a capacidade de uso múltiplo do território e a sustentabilidade da produção e diversificação vegetal (Theodoro *et al.*, 2009).

Esse novo modelo tecnológico seria a garantia da segurança alimentar? Ainda há vários questionamentos, sabemos que pelo fato de não se usar pesticidas, fertilizantes minerais e organismos geneticamente modificados gera o interesse e procura em um público que busca produtos orgânicos. Estes produtos estão na mesa de alguns consumidores, visto que são produtores familiares que tem como finalidade o compromisso com a produção de alimentos e a transição para a agricultura sustentável.

O objetivo deste trabalho foi analisar a fertilidade do solo e o estoque de carbono em áreas de produção agroecológica no Estado de Sergipe, com ênfase na importância da transição do cultivo convencional para a agricultura sustentável.

2 – Referencial Teórico

2.1 A Agroecologia

O emprego mais antigo da palavra agroecologia diz respeito ao zoneamento agroecológico, que é a demarcação territorial da área de exploração possível de uma determinada cultura, em função das características edafoclimáticas necessárias ao seu desenvolvimento. A partir de 1980, esse conceito passou a ter outra conotação: para Gliessman (2001), é a aplicação dos princípios e conceitos da ecologia ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis. Para Altieri (1989), agroecologia é uma ciência emergente que estuda os agroecossistemas integrando conhecimentos de agronomia, ecologia, economia e sociedade.

O caminho para a construção desse sistema passa por: utilizar recursos renováveis e disponíveis no local, evitar as perdas de nutrientes, com práticas eficientes de controle de erosão, e a utilização de espécies de plantas capazes de recuperar os nutrientes levados para as camadas mais profundas do perfil do solo. Introduzir espécies que criem diversidade funcional no sistema, uma vez que essa diversidade proporciona uma série de serviços ecológicos, entre eles: polinizadores, espécies fixadoras de nitrogênio e reciclagem de nutrientes. Substituir o uso de insumos por práticas que permitam melhorar a qualidade do solo com o uso da fixação biológica de nitrogênio, e de espécies que estimulem microrganismos, tal qual micorrizas. Resgatar e conservar a diversidade genética local. Segundo Feiden (2005), a agroecologia é um privilégio tanto para o mercado local, quanto para o desenvolvimento da comunidade e o consumidor que busca equilíbrio com o meio ambiente e uma fonte de conhecimento científico juntamente com os saberes populares regionais.

A primeira transição agroecológica supôs o declínio da influência das forças biofísicas na determinação das práticas agrárias e o começo de uma fase na qual um reduzido número de tecnologias genéricas fizera umas possíveis significativas homogeneização das agriculturas mundiais (Caporal e Costabeber, 2004). Logo, por se tratar de um processo social, isto é, por depender da intervenção humana, a transição agroecológica implica não somente na busca de uma maior racionalização econômico-produtiva, com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema, mas também numa mudança nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais. (Caporal e Costabeber, 2004). Como bem descrevem Caporal e Costabeber, o caminho em direção a uma transição agroecológica não é fácil e está cheio de desafios e de mudanças necessárias, tais como: incrementar o

investimento na pesquisa e na extensão rural agroecológica; implementar políticas que reduzam os subsídios à agricultura convencional e que, especialmente, privilegiam a transição agroecológica; melhorar a infraestrutura e serviços nas zonas rurais mais marginais; dotar de oportunidades de mercados solidários aos pequenos agricultores; assegurar o acesso à terra e a outros recursos produtivos; estimular parcerias que favoreçam um processo participativo de extensão rural e que situe claramente aos agricultores familiares no centro da estratégia de desenvolvimento sustentável.

A agroecologia tem como seus princípios: a reciclagem de resíduos orgânicos e a ciclagem de nutrientes, o uso de rotação de culturas, consórcio ao plantar, a diversidade de espécies vegetais e animais (Alcântara, 2016). Caporal e Costabeber (2004) enfatizam que um dos eixos principais da agroecologia é a necessidade de produzir alimentos em quantidade e qualidade para toda a sociedade. Mencionam ainda que, para tanto, a agroecologia absorve diversas disciplinas tendo uma ampla área de análise por possuir uma base que enfatiza a relação entre o sistema social e o ecológico.

2.2 Manejo Agroecológico do Solo

Diferente do manejo convencional, que visualiza o solo apenas como um suporte físico para o cultivo, fazendo uso de pacotes químicos com a finalidade de nutrir as plantas cultivadas, do outro lado, o manejo do sistema agroecológico prioriza práticas de rotação, sucessão e o consórcio de culturas que acrescentam matérias orgânicas (Primavesi, 2008). Os manejos agrícolas são realizados conforme as características locais do ambiente, alterando-as o mínimo possível, o potencial natural dos solos é aproveitado. Por essa razão, a Agroecologia depende muito da sabedoria de cada agricultor, desenvolvida a partir de suas experiências e observações locais.

O manejo agroecológico dos solos se baseia em cinco pontos fundamentais: Solos vivos e agregados (bem estruturados). Um solo vivo pressupõe a presença de variadas formas de organismos interagindo entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo (Primavesi, 2008). Essa dinâmica biológica exerce uma função essencial na agregação do solo, de modo a torná-lo grumoso e permeável para o ar e para a água. Sob clima temperado os solos tendem a ser rasos e ricos quimicamente.

Biodiversidade: a manutenção de grande diversidade de plantas em uma mesma área é uma estratégia da natureza para construir maiores níveis de estabilidade na produção biológica. Um dos mecanismos naturais que asseguram a diversidade biológica nos ecossistemas é a secreção

de substâncias tóxicas por determinadas espécies de plantas (como as seringueiras, e castanheiras, o mogno, o pau-brasil) com a função de evitar o nascimento de sua própria semente em um raio de até 50 metros (Primavesi, 2008). Outra razão para a existência dessa diversidade de vegetação no ecossistema natural é a necessidade de fornecimento de matéria orgânica diversificada que, por sua vez, fomenta o desenvolvimento de variadas formas de vida no solo, aumentando assim o leque de nutrientes mobilizados. Logo, algumas práticas são importantes para aumentar o nível de biodiversidade no agroecossistema. Entre elas, destacam-se: Plantio de coquetéis de adubação verde compostos por até cinco ou sete espécies diferentes. Rotação entre áreas com lavouras e com pasto (Primavesi, 2008). Manejo do mato mole, mantendo vivas as plantas nativas que não prejudicam as culturas. Cultivos como alface, repolho, cebola e outros se desenvolvem muito bem (e até melhor) quando associados ao mato mole, muitas vezes sem a necessidade de irrigação. Policultivos que associam várias espécies (como milho, feijão, mandioca, abóbora, melancia, tomates, etc.) na mesma área e ao mesmo tempo. Proteção do solo contra o aquecimento excessivo, o impacto da chuva e o vento permanente (Primavesi, 2008). Para a proteção contra a insolação direta (aquecimento excessivo) e o impacto das gotas de chuva, os solos devem ser cobertos o máximo possível, seja por uma camada de palha, ou *mulch*, ou por uma vegetação densa. Com a manutenção de uma cobertura permanente, nem que seja com uma camada de palha de dois centímetros de espessura, a água se infiltra com mais facilidade do que nos solos desnudos e compactados. Bom desenvolvimento das raízes algumas medidas simples podem ser tomadas para que o sistema radicular das plantas cultivadas tenha um bom desenvolvimento e explore grande volume de solo: a) o uso de um pau pontudo para fazer a covinha de plantio, orientando a raiz obrigatoriamente para baixo; b) a poda da raiz; c) evitar a deficiência de boro, uma vez que a falta desse micronutriente compromete o desenvolvimento da raiz mesmo quando todas as demais condições são adequadas (Primavesi, 2008). Isso porque o boro é um nutriente indispensável para que substâncias fotossintetizadas sejam translocadas das folhas para as raízes e autoconfiança do agricultor. Nas últimas décadas incutiu-se nos agricultores a crença de que eles dependem de assistência técnica para manejar seus solos já que não conseguem interpretar por si sós as análises químicas. Como não foram capacitados para fazer essas análises, passaram a ser condicionados a receber orientações sobre o que e como fazer. Esse foi o caminho pelo qual foram induzidos a adquirir máquinas e insumos químicos, tornando-se assim co-financiadores da industrialização, ao mesmo tempo em que perderam a autoconfiança em seus conhecimentos adquiridos pela experiência e pela observação da natureza (Primavesi, 2008).

2.3 Fertilidade do Solo em Sistemas Agroecológicos

O conceito de fertilidade do solo (capacidade de ceder nutrientes) poderia ficar restrito à fase sólida e líquida, e tem como limite a solução do solo perto da fase sólida, a partir de onde são efetuados os processos de transporte por difusão, fluxo de massa, interceptação radicular e absorção. O conceito deve considerar a espécie a ser cultivada. Espécies leguminosas em associação simbiótica com rizóbio podem apresentar maior capacidade de acidificação do solo na região da rizosfera, trazendo reflexos importantes para sua nutrição (Mendes, 2007). A perda de qualidade do solo é resultado do desequilíbrio entre atributos químicos, físicos e biológicos, e pode ser atribuída ao manejo inadequado do solo devido a substituição de sua cobertura natural pelos mais diversos usos (Lourente *et al.*, 2011). Ademais, de acordo com a legislação vigente no Brasil, os fertilizantes podem ser classificados como: fertilizante orgânico: produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais, fertilizante organomineral: produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos (Zonta *et al.*, 2021). Biofertilizante: produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante (Zonta *et al.*, 2021).

Algumas propriedades que exercem a agricultura alternativa, acabam utilizando o que já está disponível no campo, tal qual o adubo orgânico de origem animal mais conhecido é o esterco, que é formado por excrementos sólidos e líquidos de animais e pode estar misturado com restos vegetais. Sua composição é muito variada. Os principais esterco utilizados na agricultura são o esterco bovino, o esterco de galinha (rico em N) e a cama de aviário. Outras alternativas importantes são: o biodigestor é bastante complexo e um elevado número de espécies de bactérias contribui de algum modo para esse processo. Durante a biodigestão, ocorre a redução da carga orgânica do resíduo. Após a produção do biogás, a biomassa deixada no interior do biodigestor sob a forma líquida, é rica em nutrientes e com grande poder de fertilização (Zonta *et al.*, 2021).

2.4 Estoque de Carbono em Sistemas Agroecológicos

Ao falar sobre o estoque leva em consideração o armazenamento, acúmulo e reservar de uma determinada quantidade de carbono retirado da atmosfera através do processo de fotossíntese para ser mantido na cobertura vegetal e no solo.

O estoque de carbono do solo supera o da atmosfera entre duas a três vezes, o que se torna de grande importância a identificação de como esse carbono é acumulado no solo, bem como, as causas das suas perdas para que este não aumente os níveis atmosféricos. A biomassa e a necromassa representam os reservatórios de carbono, nutrientes e energia no ecossistema. O carbono orgânico do solo é originário de resíduos animais, plantas ou da fauna edáfica em diferentes níveis de decomposição, materiais queimados e substâncias húmicas (Roscoe & Machado, 2002; Schlesinger & Andrews, 2000; Davidson & Trumbore, 1995). Os principais processos responsáveis pelo sequestro de carbono nos solos são a humificação, agregação e sedimentação. Ao passo que os processos responsáveis pelas perdas de carbono no mesmo ambiente são a erosão, decomposição, volatilização e lixiviação. Características do solo como topografia, classes de solo, drenagem, mineralogia e textura afetam a capacidade de sequestro de carbono por esse ambiente. Além das propriedades do solo, o tipo de cobertura vegetal, condições climáticas locais principalmente temperatura e precipitação, o manejo adotado, também são apontados como influenciadores no sequestro do carbono no solo (Corado Neto *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2008; Resck *et al.*, 2008; Smith, 2008; Sleutel *et al.*, 2006; Lal, 2005; Machado (2005).

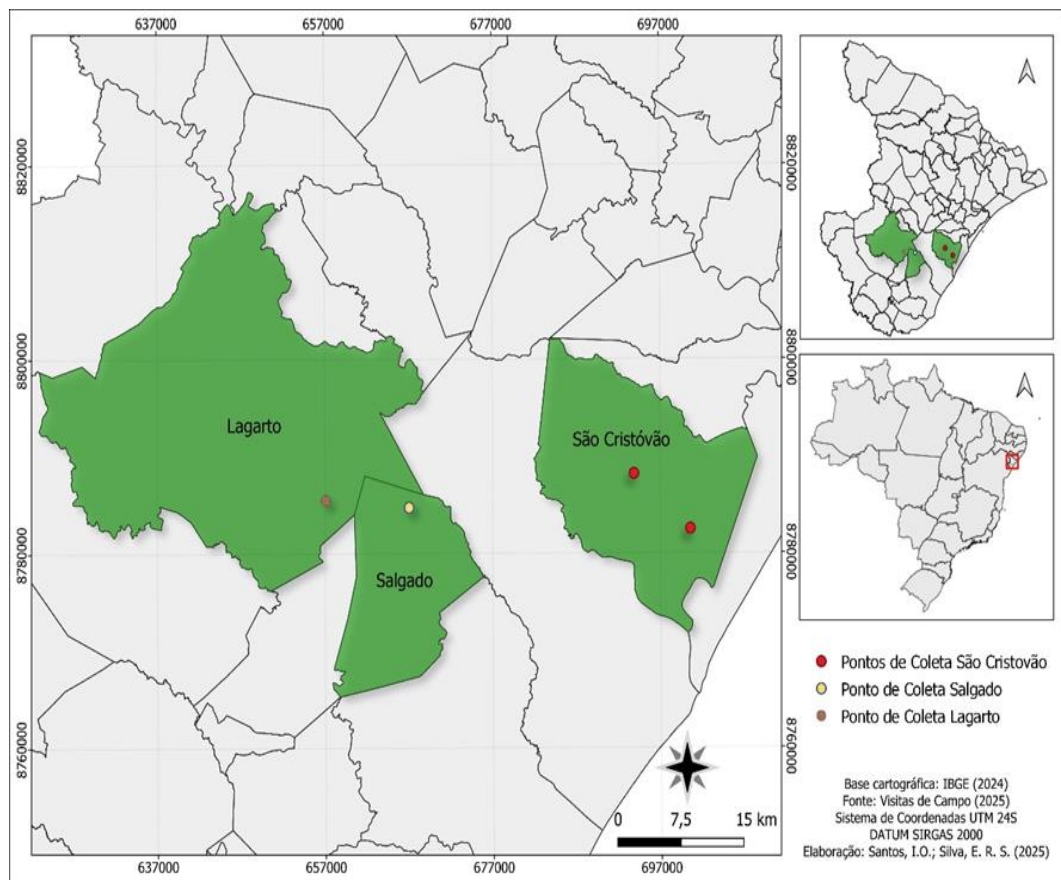
Para que haja a padronização da avaliação de estoques de carbono no solo, deve-se considerar a metodologia analítica para CO₂, densidade do solo, representatividade da escala dos dados e amostragem. Algumas etapas que podem comprometer os resultados e que merecem muita atenção são discutidas adiante: métodos usados para análises de carbono, padronização de procedimentos nas avaliações, estimativa de CO₂ do sistema, COT versus carbono inorgânico total (CIT), padronização na escala dos dados e estimativa do histórico dos teores e alterações do C (profundidade, sítios de referência, densidade do solo, relação de causa-efeito entre uso do solo e estoques de C) (Parron *et al.*, 2015).

3-Materiais e Métodos

As análises foram realizadas na Universidade Federal de Sergipe, no Laboratório de Remediação do Solo do Departamento de Engenharia Agrônômica. Amostras compostas de solos foram coletadas em quatro propriedades, em diferentes regiões do Estado de Sergipe, nos seguintes municípios: Salgado, Lagarto e São Cristóvão. Todas as propriedades são de agricultores familiares que seguem os princípios agroecológicos de produção de alimentos. Os pontos de coleta foram georreferenciados (Figura 1).

Para a determinação do estoque de carbono foram coletadas amostras de solos nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, para ser usada na determinação do estoque de carbono dos solos, densidade do solo (método da proveta) e fertilidade do solo. As coletas de solo foram realizadas em quatro pontos por propriedade, cada ponto com três amostras de solo, totalizando 12 amostras em cada área.

Figura 1: localização dos pontos de coleta das amostras de solo no estado de Sergipe, com as áreas georreferenciadas nos locais que ocorreram as coletas de solos.



Fonte: Iuri Oliveira, 2025

Nas amostras deformadas foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, acidez potencial, matéria orgânica e carbono orgânico. Com esses resultados, os valores de soma de bases, CTC efetiva e potencial, saturação por bases, alumínio e sódio foram estimados conforme metodologia de Teixeira et al (2017). O estoque de carbono na camada de 0-20 cm, seguindo metodologia de (Teixeira et al., 2017). O estoque de carbono na camada de 0-20 cm foi estimado pela densidade do solo, teor de carbono orgânico multiplicados pelas respectivas espessuras de cada camada, dividido por 10.

Durante a coleta das amostras de solos foi feito o levantamento sobre o tipo de manejo do solo adotado, os tipos de cultivos, tipo de fertilizante aplicado no solo, se há rotação do cultivo e plantio direto, se há utilização de sementes convencionais ou crioulas, de que forma a venda acontece, etc.

O estudo foi desenvolvido nas seguintes propriedades: propriedade I (Sítio Palmeirinha) localizado no município de Salgado, cujo dono é Flávio Bispo (técnico em agropecuária e estudante de Engenharia Agrônoma). A área apresenta declividade de 12,0-25,0% suave ondulado, drenagem boa, o solo não é pedregoso e, atualmente, não apresenta erosão, visto que foi resolvido com a técnica de terraços. O tipo de solo predominante é o Latossolo e a mata que está ao redor da propriedade é a Mata Atlântica. Em 2015, o proprietário iniciou o projeto de agroecologia em sua propriedade, com o objetivo de plantar para alimentar e alimentar os parceiros. A economia circular é praticada em seu imóvel.

Na entrevista o proprietário relatou que o primeiro diagnóstico da fertilidade do solo foi realizado em 2015 e a última análise do solo aconteceu em 2020, e encontrou um alto teor de sódio. O sistema de captação de água mudou, que antes era feito com a água de um rio, atualmente é utilizada água de um poço. O preparo da terra utiliza a técnica de rotação de cultivo, as plantas frutíferas são fixas e as hortaliças são cultivadas em consórcio. A rotação de cultura, por exemplo: primeiro, cultivar a alface (*Lactuca sativa*), depois plantar o coentro (*Coriandrum sativum*) e assim sucessivamente. A adubação usada é apenas torta de mamona, os tipos de sementes são crioulas, as hortaliças são obtidas através de mudas ou da produção própria de sementes dentro da propriedade. Tem dificuldade na mão de obra local.

Os produtos produzidos são: Banana; Laranja; Café; Abacaxi; Couve; Coentro; Alface; Maracujá; Quiabo; Acerola; Feijão de Corda; Plantas medicinais. Proteína presente: galinha e carneiro que terceiriza o abate e os cortes. Desenvolveu o biodigestor que proporciona o biogás, minhocário. Existem corredores ecológicos construídos a partir das bananeiras e *Tithonia*

diversifolia, denominada popularmente de margaridão ou girassol mexicano. O proprietário relatou que devido ao seu conhecimento na área, ele repassa as práticas da agroecologia para os outros agricultores e através oficinas de manejo e conservação do solo, o grupo realiza mutirões para ajudar aos que necessitam e o município tem a feira nos dias de quarta-feira. Não possui o selo de produtos orgânicos. Com o intuito de fornecer o alimento e a sua filosofia de realizar controle na produção e planejamento, o senhor Flávio criou um site que seus produtos são encontrados semanalmente, onde o consumidor faz o cadastro e pode receber na residência. Tem os relatórios das receitas e o que não está produzindo busca parceiros. As categorias de produto expostas no site são: Alimentos processados, Frutas, Polpas de frutas congeladas e húmus de minhocas, entre outros (Figura 2).

Figura 2. Imagem na Propriedade de Flávio Bispo.



Fonte: Esther Ramos, 2025.

Na propriedade II, localizado no município de Lagarto, o proprietário Elvis Valentin Lisboa Santos, engenheiro agrônomo, faz parte da Rede de Agroecologia Plantar para a Vida – RAPV

(Grupo vida saudável). Desde 2002 é um produtor orgânico. A área como relevo plano, o solo não é pedregoso e não apresenta erosão. O tipo de solo predominante é Latossolo, a mata atlântica está ao redor da propriedade, a plantação é realizada com as técnicas de consórcio e pratica a rotação de culturas. Faz três anos que usou a torta de mamona, foi plantado mudas na propriedade, são cinco tipos de espécies frutíferas: laranjeira (*Citrus sinensis*), tangerina (*Citrus reticulata*), limoeiro (*Citrus limon*), mangueira (*Mangifera indica*). Além disso, encontra-se cajueiro (*Anacardium occidentale*), abacateiro (*Persea americana*), jenipapeiro (*Genipa americana*) e tamarindo (*Tamarindus indica*). A dificuldade relatada é encontrar mão de obra. Faz uso do Capim Elefante com o intuito de realizar o corretor ecológico. A entrega dos seus produtos é realizada em domicílio.

A propriedade III está localizada no município de São Cristóvão. O proprietário é Fernando Jasmim. Em 2017, ele iniciou o projeto de agrofloresta em seu terreno, com o uso do trator preparado o terreno. O solo é argiloso e com presença de piçarra. Sem o apoio técnico, adotou os princípios da agrofloresta, com o plantio de espécies pioneiras e de serviço, com o intuito de incorporar a matéria orgânica. No início implantou as hortaliças que têm o ciclo mais curto, atualmente os legumes e verduras não estão presentes por causa do sombreamento. Realiza mutirões e recebe visitas técnicas.

A área apresenta relevo forte ondulado, drenagem boa, pedregosidade e cascalhento, erosão ausente. O tipo de solo predominante é o Plintossolo, a Mata Atlântica está ao redor da propriedade, utilizando técnicas de terraceamento. Para realizar o manejo da propriedade de muita matéria orgânica, coloca tudo que não pode ser aproveitado, entre elas as bananeiras, poda de árvores e emprega a serrapilheira na cobertura do solo. No início foi usado o pó de rocha, calcário, esterco bovino e o resto da vegetação. Na propriedade, tem criação de tambaqui com a finalidade de consumo próprio e uma garantia de proteína. Não há rotação de culturas, a atual conjuntura é a utilização de linhas para o cultivo de cada espécie. Os produtos produzidos, entre elas: Cajá, Jenipapo, Banana; Cacau; Manga; Sapoti; Figo; Açaí; Abacaxi; Goiaba; Graviola; Acerola; Umbu; Abacate; Café, Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). As mudas foram colocadas e as sementes são coletadas no próprio terreno. Dificuldade na mão de obra, na implantação do projeto teve orientação de pessoas que são especialistas na área. O selo de participação da Rede de Agroecologia Plantar para a Vida – RAPV. Seus produtos são para o consumo próprio, fazer troca com o grupo e executar o sistema de cestas básicas (Figura 3).

Figura 3. Imagem na Propriedade de Fernando Jasmim.



Fonte: Esther Ramos, 2025.

A propriedade IV é do proprietário José Ronilson Barros, conhecido como seu Dedé, no município de São Cristóvão. Há 20 anos prática a produção com os princípios da agroecologia. A área apresenta relevo suave, drenagem deficiente, não pedregoso, não tem presença de erosão. O tipo de solo predominante argiloso (Plintossolo), a Mata Atlântica, está ao redor da propriedade. As culturas são: Batata-doce; Feijão de corda; Três tipos de alface; Couve, Coentro; Cebola; Cebola de Talo; Beterraba; Cenoura; Vagem; Mamão e Macaxeira, et. No preparo da terra utilizam-se de compostagem feita sobre o solo na sua própria propriedade e o biogel que aplica nas plantas. Já aplicou a torta de mamona, executa a rotação de culturas, as sementes têm que comprar e produzir as mudas. Como cerca viva tinha a ora-pro-nóbis, agora vão suceder os maracujás. Não pratica a pecuária. Em janeiro de 2025 fez a última análise do solo com parceiros para este feito tais quais: SENAR e Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe – ITPS. Não tem o selo e o certificado de produto orgânico, segundo o proprietário é muito caro obter. Noventa por cento dos seus produtos saem da sua propriedade já vendida, e quando não tem busca apoio com Delson, um produtor orgânico da região de Campo do Brito, Sergipe. A dificuldade relatada é com a mão de obra. Comercializam nas feiras-livres (Figura 4).

Figura 4. Imagem na propriedade de Seu Dedé.



Fonte: Esther Ramos, 2025.

As principais informações das quatro propriedades foram resumidas para melhor comparação e visualização das formas de manejo, tempo de cultivo, etc. (Tabela 1).

Tabela 1. Informações resumidas sobre as quatro propriedades estudadas.

Produt or	Início do projeto	Tempo de cultivo	Solo	Preparo do Solo	Adubos	Manejo do Solo	Análise do Solo
1	2015	10 anos	Latossolo	rotação e consórcio	Torta de mamona	Terraço	2020
2	2002	23 anos	Latossolo	rotação e consórcio	Torta de mamona.	----	2019
3	2017	8 anos	Argissolo	Matéria orgânica	Pó de rocha, calcário esterco, restos vegetais.	Uso de cobertura morta. Terraço.	----
4	2005	20 anos	Plintossolo	rotação e consórcio	Torta de mamona	Composta gem	2025

Fonte: Esther Ramos.

No laboratório de Remediação do Solo - LRS, todas as amostras passaram pela estufa a 40°C durante três dias para secagem, com o intuito de remover a umidade e obter a Terra Fina Seca ao Ar. A seguir, destorroadas, foram passadas em uma peneira de 2 mm de malha, condicionada em sacos plásticos, cada exemplar foi devidamente homogeneizado, coletada um pouco, com a finalidade de macerar com o auxílio do almofariz com seu pilão e passa em outra, peneira de 60 USBS, depois aconteceram pesado 0,5 g a fim de realizar as análises de carbono orgânico. Para a densidade do solo com a ajuda de uma proveta de 100ml. Foram mensurados três pontos em 33ml, 66 ml e 100 ml, transferido para uma lata, já pesada, e logo após pesado o volume total de 100ml foi para a estufa em 105°C, durante 24 horas com o objetivo de retirar toda umidade. Em seguida, esteve no dessecador para estabilizar a temperatura, no sentido de pesar a lata mais solo seco. A fertilidade do solo foi simples, sucedeu em um saco plástico (0-5: 50 g, 5-10: 50 g e 10-20:100 g) identificado por um código no total foram 16 pontos. Cabe destacar que para avaliar cada requisito foram retiradas 10 cm³ do solo amostrado.

A medição de pH foi realizada em água destilada na relação 1:2,5, KCl foi usado na análise de alumínio, Cálcio, Cálcio e Magnésio para saber as atividades dos íons, pH SMP foi o método para estimar a acidez potencial (H+Al), Mehlich foi o extrator usado para obter os resultados de sódio e potássio e extração do fósforo.

De acordo com Gatto (2010), o Estoque de Carbono do Solo (ECS) é obtido pela soma dos estoques em cada camada de solo, com valores médios do teor de carbono orgânico (CO) e densidade do solo (Ds) da respectiva camada em todos os perfis analisados. O estoque de C orgânico de cada camada corresponde ao produto do teor de carbono do solo (Carbono, g kg⁻¹) pela densidade do solo (Ds, g cm⁻³) e pela profundidade da camada, empregando-se a fórmula: $ECS = (C \times Ds \times p) / 10$. Onde: ECS = estoque de carbono do solo (t ha⁻¹); C = teor de carbono do solo (g kg⁻¹); DS = densidade do solo (g cm⁻³) e p = profundidade da camada do solo (cm).

Análises estatísticas descritivas foram realizadas com os dados obtidos em planilha do Excel, e os resultados comparados com a classificação do nível de fertilidade do solo, segundo Sobral *et al.*, 2007 e 2015.

4-Resultados e discussão

Os resultados indicam que as diferenças existentes entre as propriedades possivelmente estão sendo influenciadas por condições climáticas, tipos de solos, manejos adotados e sistemas de cultivos. Os resultados indicam que a maioria dos parâmetros analisados apresenta de médio a altos valores, indicando boa condição de fertilidade do solo em ambas as propriedades.

O pH do solo é uma determinação da concentração de íons H^+ na solução do solo, que tem influência na disponibilidade de nutrientes (Teixeira et al, 2017). A faixa ideal de pH para as plantas gira em torno de 6 a 7, nessa faixa, os nutrientes se encontram mais disponíveis. Nas quatro propriedades avaliadas o pH apresentou valor alto, com média e mediana de 6,69 (Sobral et al., 2025) (Tabela 2). O alumínio apresentou valor baixo para todas as amostras analisadas (Sobral et al., 2025) (Tabela 2), com valor mínimo igual a zero e mediana de $0,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$. Isso indica que não há problema de alumínio nos solos das propriedades avaliadas. Os valores de acidez potencial também foram baixos, indicando baixo poder de acidificação do solo (Tabela 2). A matéria orgânica apresentou valor médio (Sobral et al., 2025), com valor máximo considerado alto (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de acidez ativa, acidez trocável, acidez potencial e matéria orgânica dos solos.

Tratamento	Elementos analisados			
	pH	Al^{3+}	H+Al	MO
	----	----- $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ -----		%
Média	6,69	0,04	1,01	1,91
Mínimo	6,04	0,00	0,24	0,57
Máximo	7,19	0,33	1,64	3,73
Mediana	6,69	0,01	1,10	1,61

A acidez trocável é representada pelo alumínio (Al^{3+}), sabendo que para Sobral et al., 2007, o valor médio é de 0,5 a $1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, portanto, todos os solos apresentaram valores baixos de Al^{3+} , indicando não haver toxicidade por este elemento para as plantas.

A acidez potencial (H+Al) é menor no produtor 4, com valor médio de $0,36 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, para essa propriedade, apresentado maior saturação por base, sendo assim o mais fértil devido

ao uso de compostagem e torta de mamona, porém o que exibe maior teor de $H+Al$ foi de 1,42 $cmol_c.dm^{-3}$ há menor saturação por bases, necessitando de uma correção.

Os valores de cálcio mais magnésio, cálcio, magnésio e a relação cálcio:magnésio, apresentaram valores de baixo a alto (Tabela 3). Esses valores têm relação com o manejo que é exercido pelos produtores, visto que o agricultor aproveita recursos que estão disponíveis na própria propriedade, dessa maneira, não ficam reféns dos insumos externos, procura utilizar o uso de cobertura vegetal, cobertura morta e consórcio de culturas colaborando com a preservação de organismos no solo.

A matéria Orgânica do produtor 3 esteve como o mais elevado em relação aos demais produtores, isso ocorreu, uma vez que a adição de restos vegetais, como caule, folhas, queda de material morto do dossel e a serrapilheira no solo é constante, adicionando o fato que há árvores de serviço cuja finalidade é incorporar matéria orgânica. São gradativamente modificados através da interação de microrganismos decompositores, liberando nutrientes e evitando degradação ao solo. Promovendo uma estruturação do solo, favorecendo tanto para a aeração, quanto para o crescimento das raízes, relatando que o solo é um importante compartimento de estoque de carbono. Porém, cabe destacar que não houve diferença significativa, tendo em vista que, todas as propriedades obtiveram um valor mediano, segundo Sobral, e colaboradores (2015) o valor mediano está entre 1,5 e 3,0 %.

Tabela 3. Resultados de cálcio+magnésio, cálcio, magnésio trocáveis e a relação cálcio:magnésio

Tratamento	Nutrientes			
	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}/Mg^{2+}
	----- $cmol_c.dm^{-3}$ -----			-----
Média	4,43	2,85	1,57	1,82:1
Mínimo	1,59	0,61	0,51	0,61:1
Máximo	10,37	7,72	3,31	4,41:1
Mediana	3,27	2,19	1,30	1,67:1

A mediana indica que a relação cálcio:magnésio está abaixo para os solos avaliados. Esse resultado indica que o fornecimento de cálcio deve ser revisto. Esse fato pode ser justificado, possivelmente, pela resistência de produtores agroecológicos em aplicarem calcário dolomito em seus solos. Segundo Sobral et al., 2015 a quantidade de bases trocáveis cálcio, magnésio, potássio e sódio indicam o grau de intemperismo do solo. A mediana indica valores

médios para cálcio mais magnésio e para cálcio, e valor alto para magnésio como tendência dos resultados. Porém, valores baixos também foram observados para esses nutrientes.

O potássio (K^+) é um elemento essencial para as plantas, o teor elevado de potássio indica a presença de minerais primários, que ocorre em regiões mais secas, por outro lado, baixo teor desse nutriente é indicador de solos mais intemperizados, a propriedade 3 apresentou o valor máximo de $194,74 \text{ mg.dm}^{-3}$ em relação às demais áreas avaliadas (Tabela 4). A propriedade que apresentou o maior teor de sódio (Na^+) foi no produtor 2, $69,41 \text{ mg.dm}^{-3}$ e o fósforo (P) valor superior a $779,98 \text{ mg.dm}^{-3}$ reflete os cuidados que o proprietário 4 exerce, tais quais o método da compostagem e o uso da torta de mamona suprimindo o equilíbrio de nutrientes que o solo recebe mantendo-o fértil (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado de fósforo disponível, potássio trocável e sódio trocável dos solos.

Tratamento	Elementos		
	P	K^+	Na^+
	-----mg.dm ⁻³ -----		
Média	215,70	127,73	32,74
Mínimo	9,97	14,33	7,57
Máximo	1047,10	525,62	154,99
Mediana	32,41	82,56	20,51

Na soma de base (SB) somatório dos teores das bases cálcio, magnésio, potássio e sódio. O melhor resultado foi $9,60 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (Tabela 5). A CTC efetiva do solo (Capacidade de Troca Catiônica efetiva) segundo Teixeira et al. 2017, corresponde à CTC determinada ao pH natural do solo e pode ser estimada somando-se as quantidades trocáveis dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ e Al^{3+} , os quais são normalmente determinados nas análises químicas do solo. Soma de bases + Al^{3+} . Lembrando que de acordo com a Classificação segundo Sobral e colaboradores (2015), baixo $<2 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, valor médio é entre $2-4 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, e alto quando maior que $4 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$. Segundo Sobral et al 2015. A capacidade de troca catiônica (CTC) pode ser obtida por soma de bases, conforme a fórmula: $CTC = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + H + Al$. Valores maiores do que $15 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ indicam presença de argila 2:1 na fração argila, também é considerado solo produtivo que retém nutrientes, solo argiloso e /ou com matéria orgânica elevada tendem a apresentar CTC alta. Valores menores que $5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ indicam baixo teor de argila ou predominância de argila 1:1 como a caulinita, esse tipo de solo não retém os nutrientes é pouco

produtivo e sua CTC é baixa. Para o produtor 3 teve um excelente resultado de 10,69 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ já para a propriedade 1 foi menor que 5 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (Tabela 5).

Tabela 5. Resultado de soma de bases (SB), CTC efetiva (t) e potencial (T) e saturações por base (V), alumínio (m) e sódio (PST).

Tratamento	Índices dos solos					
	SB	CTCef.	CTC pot.	V	m	PST
	----- $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ -----			-----%-----		
Média	4,90	4,94	5,91	79,50	1,69	2,66
Mínimo	1,69	1,77	2,79	58,65	0,00	0,63
Máximo	10,49	10,50	11,78	94,03	14,16	11,92
Mediana	3,73	3,74	4,63	82,51	0,13	1,71

Saturação por bases ($V\%$), presente na tabela 5, é a proporção da capacidade de troca catiônica ocupada pelas bases e indica as condições gerais da fertilidade do solo. Solos com saturação por bases maiores que 70% indicam que não há necessidade de calagem e são solos eutróficos, ou seja, alta fertilidade e o solo com saturação por bases menores que 50%, têm cargas ocupadas por componentes da acidez H ou Al e necessitam de correção e são solos distróficos, de baixa fertilidade, precisando de correção e adubação (Sobral et al., 2015).

Alumínio demonstra efeito benéfico quando é suprido em baixas concentrações, a saturação por alumínio, uma medida que indica o percentual deste elemento no solo menor que 30% é baixo, e médio se estiver entre 30 a 50%, segundo Osaki (1991) de 20,1%- 45% são valores considerados alto e prejudicial ao bom crescimento das culturas, no presente estudos, todos os valores observados de saturação por alumínio foram baixos, assim os cultivos não estão sofrendo os efeitos negativos da toxicidade do alumínio, permitindo absorção de outros nutrientes, entre eles o cálcio.

O Percentual de Sódio Trocável - PST, sendo calculado como $\text{PST} = (\text{Na}^+/\text{CTC}) * 100$. Solos com alto teor de sódio podem limitar a produtividade das culturas. Sendo indicativo de sodificação dos solos, em especial dos perímetros irrigados (Sobral et al., 2015). Todos os produtores tiveram um bom resultado no teor médio e na mediana para sódio do solo, porém ocorreu um valor alto, indicando a presença de solo solódico.

O estoque de carbono no solo, na camada de 0-20 cm foi de 31,7 toneladas por hectare, com valor mínimo de 18,1 toneladas por hectare e valor máximo de 56,0 toneladas por hectare, a mediana indica o comportamento de tendência dos dados, sendo esta de 28,8 toneladas por

hectare de estoque de carbono, isso indica que a tendência é de sistemas agroecológicos aumentarem os seus estoques de carbono no solo.

Nas observações dos resultados analisados as áreas de estudos indicam que o manejo desenvolvido no solo está afetando positivamente a fertilidade do solo e incorporando carbono no solo, principalmente as propriedades 3, 2 e 4, em ordem crescente de acúmulo de carbono orgânico. Esses resultados são frutos de um bom manejo que prioriza a rotação de cultura, consórcio de culturas, uso de compostagem e uso de cobertura morta proveniente da própria propriedade, tal qual as folhas e caules de bananeiras que protegem o solo e aumentam a matéria orgânica ao longo do tempo. Diante desse estudo não podemos mais enxergar o solo como um mero substrato, algo praticamente inerte e com apenas uma entrada (fertilizantes, preferencialmente sintéticos, e sementes) e uma saída (parte colhida das plantas), segundo Alcântara (2017), em um cenário que o sistema convencional permite a supressão vegetal, com o intuito de executar apenas uma única espécie de cultura em grandes áreas, diminuindo a biodiversidade local. Consequentemente tendo perda de nutrientes reduzindo a fertilidade do solo a longo prazo, uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos, perda na biodiversidade e o ato de derrubar e queimar as florestas libera o gás carbônico (CO₂) na atmosfera, um dos principais gases do aquecimento global.

O caminho seguro e que permita a continuidade da vida é a transição da agricultura convencional para o sistema sustentável é de suma importância, e que essa transformação seja marcada por um despertar, pela busca por entender e conhecer a agroecologia, não apenas para garantir o direito de acesso a alimentação de qualidade, como também respeitar o meio ambiente. Os sistemas são desenhados e manejados sempre de forma a aproximá-los o máximo possível da natureza podem ser destacados os seguintes: busca e manutenção do equilíbrio ecológico, uso e manejo funcionais da agrobiodiversidade, reciclagem da matéria orgânica, uso racional do solo e do espaço, abordagem integrada dos fenômenos (em contraposição à abordagem compartimentada) segundo Alcântara (2017).

Em relação a fertilidade do solo, o estudo presente mostrou que os teores de nutrientes foram altos na terceira propriedade K, Mg, Ca, ao manejar o solo com compostagem e torta de mamona, o solo cede elementos essenciais para as hortaliças se desenvolverem. No estudo de Santos et al., (2024), (Análises físicas e químicas em solos sob sistema agroecológico de produção no estado de Sergipe.) analisaram dezessete amostras de solos e teve como resultado que a maioria das áreas analisadas apresentam solo arenoso, e os teores dos nutrientes Ca, Mg, K e P foram médios e altos. Para o pH e carbono orgânico, a maioria das áreas apresentou

valores baixos e houve uma variação dos índices de saturação por bases entre baixos, médios e altos.

5-Conclusões

Os solos das propriedades apresentam de média a alta fertilidade, indicando bom manejo da fertilidade do solo por parte dos agricultores.

O estoque de carbono orgânico apresentou tendência de aumento, considerando que a mediana está superior à média dos dados avaliados;

Os resultados permitem concluir que ajustes são necessários em todas as propriedades, visando melhorar ainda mais a fertilidade do solo e o estoque de carbono orgânico, e corrigir pequenos problemas de fertilidade do solo observado, como fósforo médio, potássio médio, cálcio e cálcio mais magnésio baixos, níveis baixos CTC efetiva e potencial.

6. Referências Bibliográficas

Alcântara, F. 2016. Saber e Fazer Agroecologia. Por uma agricultura mais generosa com a terra e com as pessoas. Nº 1 Agroecologia e Princípios Agroecológicos.

Altieri, M. A. 1989. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro. PTA-FASE, p240.

Alcântara, Flávia Aparecida de. 2017. Manejo agroecológico do solo - Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 28 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 314).

Bayer, C.; Mielniczuk, J.; Amado, T.J.C.; Martin Neto, L. & Fernandes, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. Soil Tillage Res., 54:101-109, 2000b.

Bruce, J.P.; Frome, M.; Haites, E.; Janzen, H.; Lal, R.; Paustian, K.; 1999. Carbon sequestration in soils. Journal Soil Water and Conservation, 54: 382-389.

Baldotto, M. A.; Vieira, E.M.; Souza, D. O.; Baldotto, L. E. B.; 2015. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária.

Balota, E.L. 2017. Manejo e qualidade biológica do solo. Londrina: Mecenasa. p.288

Braga, J. M. 1983. Avaliação da fertilidade do solo (ensaios de campo). Viçosa, Impr. Univ., UFV. p.101.

BRASIL. Decreto no 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Presidência da República: Brasília, p. 4, 21 ago. 2012. Seção 1.

Bianchini, V. 2013. Secretário de Agricultura Familiar Coordenador da Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica–CIAPO. Brasil Agroecológico. Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica-PLANAPO. Ministério do Desenvolvimento Agrário Brasília.

Carvalho, T. A. 2023. Estoque de carbono em solo de pastagem: Fatores para mudança de uso da terra e melhoria no manejo. Dissertação de (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical- Instituto Agrônômico. Campinas.

Carvalho, J.; Santos, B. C.; Rodrigues, N. C; Silva-Neto,C.M. 2020. Matéria orgânica aumenta a fertilidade do solo em diferentes manejos em áreas de assentamentos rurais no Cerrado goiano.Universidade Estadual de Goiás-Campus Cora Coralina. IFG-Campus Cidade de Goiás.

Candiotto, L.Z.P. 2020. Agroecologia: Conceitos, princípios e sua multidimensionalidade. ambientes.Volume 2, Número 2. ISSN: 2674-6816.p 25-75

Corado Neto, F. da C.; Sampaio, F. de M. T.; Veloso, M. E. da C.; Matias, S. S. R.; Andrade, F. R. & Lobato, M. G. R. (2015). Variabilidade espacial dos agregados e carbono orgânico total em Neossolo Litólico Eutrófico no município de Gilbués, PI. Revista de Ciências Agrárias, 8(1), 75-83.

Costa, F. S.; Bayer, C.; Acordi, Z. & Mielniczuk, J. (2008). Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 32(1), p. 323-332.

Caporal, F. r.; Costabeber, J. A. Agroecologia e Extensão Rural: contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável, Brasília: mdA/sAF/dATER-iiCA, 2004.

De Alcântara,F.A. 2017. Manejo agroecológico do solo.Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 314). p28.

De Freitas, I. C.; Dos Santos, F. C. V.; Filho, R. O.; Correchel, V. 2015. Carbono no solo, acúmulo e qualidade da serapilheira em sistemas de produção familiar.Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, Tocantins, Brasil.Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solo e Água), Goiânia, Goiás, Brasil.

Devechio, F.F.S. 2023.Apostila de fertilidade do solo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP.

Dos Santos,C.O. ; Souza, R.M. 2014, Territórios Produtivos da Agricultura Orgânica em Sergipe. Revista de Geografia (UFPE). Artigo recebido em 08/03/2013 e aceito em 20/08/2014.

Feiden,A. 2005. Agroecologia:Introdução e Conceitos. IN Agroecologia. (A.M. de Aquino;R.L. de Assis) Editores Técnicos. Brasília,DF: Embrapa Informação Tecnológica. 517 p:il.

Gliessman, S. 2018. Defining Agroecology.Agroecology and Sustainable Food Systems, V42, n°6, p599-600.2018. DOI:<https://doi.org/10.1080/21683565.2018.143239>

Gliessmann,S.R. 2001. Agroecologia:processos ecológicos em agricultura sustentável.2.ed. Porto Alegre:Universidade Federal do Rio Grande do Sul.p 658.

Gomes, T. O.; Maia,B.L.S.; Pereira,G.M.; Santos, S.F.; Castro, R.M.S. 2021. Avaliação da fertilidade do solo em uma propriedade agrícola do projeto de desenvolvimento sustentável porto seguro.Núcleo de Meio Ambiente Universidade Federal do Pará.

Hanke, D. Nascimento, S.G.S.; Oliveira, C.M. .2020. Efeito da aplicação de práticas Agroflorestais sobre a fertilidade do solo –Serras do Sudeste/RS. Universidade Federal do Pampa. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15

Loss, A.; Pereira, M. G.; Schultz, N.; Dos Anjos, L. H. C.; Da Silva, E. M. R.; 2009. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos.

Lopes,A.S.; Guilherme.L.R.G.2007.Fertilidade do solo e produtividade agrícola. Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Lopes, M.C.; Noda,H.; Fermin, M.E.N.2021. Os sistemas de manejo dos agroecossistemas do Alto Solimões- Amazonas e sua influência na fertilidade dos solos. Universidade Federal do Amazonas, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil.

Lopes Rangel, I.M.; Lopes, K. C. S. A.; Rangel, R.P.; Lopes,P. R. 2024.Fertilidade química de solos em sistemas convencionais e agroflorestais.Escola Popular de Agroecologia e Agrofloresta Egídio Brunetto (EPAAEB)/MST,; UEMG,EPAAEB/MST, UFPR.

Lal, R. (2005). Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management, 220, 242-258.

Leff, Enrique.2002. Agroecologia e saber ambiental.* Texto apresentado ao II Seminário Internacional sobre Agroecologia, Porto Alegre, 26 a 28 de novembro de 2001. Traduzido ao português por Francisco Roberto Caporal, em janeiro de 2002.

Lourente, E.R.P.; Mercante, F.M.; Aldosivi, A. M. T.; Gomes, C. F. Gasparini, A. S. & Nunes, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. Pesquisa Agropecuária Tropical, 41: 20-28, 2011.

Machado,P. L. O. A. (2005). Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. Química Nova, 28(2), p. 328-334.

Marinho, J.L. Lima,D.S. Dias, J. L.A. Araújo Filho, R.N. 2020. Análise dos estoques de carbono no solo sob diferentes coberturas vegetais no Brasil (revisão). Universidade Federal do Tocantins, Brasil.

Mafrá,A.L.; Da Rosa,E.F.F.; Mota, E.C. 2007. A agricultura familiar produção agroecológica na região Lages,SC:Aspectos de fertilidade do solo.Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Cidadania em Ação: Revista de Extensão e Cultura.

Matos,W.E.A.; Da Silva,R.S.A.; Bezerra,B.L.M.; Matos Junior,W.A.; Gentil, D.F.O. 2023.Fertilidade do solo em agroecossistema familiares urbanos em Manaus, Amazonas. Universidade Federal do Amazonas. Revista ELO - Diálogos em Extensão.

Martins, T.O.; Calaça.,F.J.S.; Pereira,M.J.; Rafael Pereira Tokarski,R.P.; Santos, L. A.C.; Martins, B.A.; Calil, F.N.; Caramori, S.S.; Silva- Neto, C.M. 2024. Atributos da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais no Cerrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.Programa de Pós-Graduação em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.

Malavolta, Eurípedes. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. In: Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. Agrônômica Ceres, 1976.

Mendes, A.M.S. 2007. Aula ministrada no Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água promovido pela superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado da Bahia – SFA -BA/SDC/MAPA, no auditório da UFBA, em Barreiras-BA, no período de 29/05 a 01/06/2007. Capítulo 1:INTRODUÇÃO A FERTILIDADE DO SOLO.

Macrae, RJ; Hill, SB; Mehuys GR; Henning, J. 1990. Fazenda-conversão agrônômica e econômica em escala de agricultura convencional para a sustentável. Avanços em Agronomia, v.41, p.155-198.

Manos, M. G. L.; Gonçalves, L. O.; Arruda, G. A.; Ribeiro, J. M. C.; Santos, C. S.; Silva, P. J. da. 2019. Sistema participativo de garantia Rede de Agroecologia Plantar para Vida: trocas, aprendizados e perspectivas em Sergipe. XI Congresso Brasileiro de Agroecologia. São Cristóvão, SE. (no prelo).

Nicolodi,M.; Gianello,C.; Anghinoni,I.; Marré,J. Mielniczuk, J. 2008. Insuficiência do Conceito Mineralista para Expressar a Fertilidade do Solo Percebida pelas Plantas Cultivadas no Sistema Plantio Direto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.Pós-doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. 2008.

Osaki, F. 1991.Calagem e adubação. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola. 503 p.

Palm, C.; Tomich, T.; Van Noordwijk, M.; VOSTI, S.; Gockowski, J.; ALEGRE, J.; Verchot, L. 2004.Mitigating GHG emissions in the humid tropics: Case studies from the alternatives to slash-and-burn program (ASB). Environ., Develop. Sustainab, 6: 145-162,

Primavesi,A.M. 2008. Agroecologia e manejo do solo.Agriculturas - v. 5 - no 3 - setembro de 2008

Parron, L.M.; Rachwal, M.F.G.; De Freitas- Maia, C.M.B. 2015. Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. Capítulo Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais. Embrapa Brasília, DF.

Políticas Públicas de Agroecologia na boca do povo. A Articulação Nacional de Agroecologia (ANA). Propostas da Articulação Nacional de Agroecologia para o PLANAPO 2024-2027. Rio de Janeiro, 2024.

Raij, B. V. 1981. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo.

Raij, B. V. 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba. International Plant Nutrition Institute. p. 420

Raij, B. van & QUAGGIO, J.A. 1983. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo. 31p. (Boletim técnico, 81).

Roscoe, R.; & Machado, P.L.O.A. 2002. Fracionamento físico do solo em estudos de matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86 p.

Schlesinger W. H. & Andrews J. A. 2000. Soil respiration and the carbon cycle. Biogeochemistry, 2000; 48, p 7-20.

Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Dos Anjos, L. H. C.; De Oliveira, V. A.; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; De Almeida, J. A.; De Araujo, J. C. f.; Oliveira, J. B.; De Cunha, T. J. F. 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa. p.356.

Santos, M.E.T. 2017. Manejo ecológico de solo: chave para o processo de transição agroecológica. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento da Universidade Federal da Bahia.

Santos, D. J.; Santos, J. C.; Santos, E. L. T.; Almeida, J. V.; Vasco, A.N.; Perin, L. 2024. Análises físicas e químicas em solos sob sistema agroecológico de produção no estado de Sergipe. Instituto Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - v. 19, n. 1.

Silva, G.R.; Andrade, S. F.; 2021 Análise de fertilidade do solo e verificação de nutrição de hortaliças em São João da Barra – RJ.

Sisti, C.P.J.; Santos, H.P.; Kohmann, R.; Alves, B.J.R.; Urquiaga, S. & Boddey, R.M. 2004. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. Soil Tillage Res., 76:39-58.

Santiago, F.S.; Montenegro, S.M.G.L., Pinheiro, M.R.A. 2018. Atributos do solo em sistemas de cultivo irrigado agroecológico e convencional no Semiárido do Rio Grande do Norte. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Sleutel, S. de Neve, S. & Hofman, G. (2006). Estimates of carbon stock changes in Belgian cropland. *Soil Use and Management*, 19(2), 166-171.

Smith, P. (2008). Land use change and soil organic carbon dynamics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 81(2), 169-178, Jun.

Sambuichi, R.H.R. [et al.]. 2017. A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. – Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea 2017.

Sobral, L.F. [et al.]. 2015. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 206).

Theodoro, S. H.; Duarte, L.G; Viana, J.N. (orgs.). 2009. Agroecologia: um novo caminho para a extensão rural sustentável. Rio de Janeiro: Garamond.

Teixeira, P.C. [et al.], Manual de métodos de análise de solo, editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.: il. color.

Zonta, E.; Stafanato, J.B.; Marcos Gervasio Pereira, M.G. 2021. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. (Borges, A.L.). Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá. Editora técnica. 2. ed.- Brasília, DF: Embrapa, PDF p.303: il. color. p 263-303.